

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE
CAMBARÁ DO SUL – RS**

LUIZA GEHRKE RYFF MOREIRA

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. NINA SIMONE VILAVERDE MOURA

Porto Alegre, Junho de 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE
CAMBARÁ DO SUL – RS**

LUIZA GEHRKE RYFF MOREIRA

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. NINA SIMONE VILAVERDE MOURA

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Marisa de Souto Matos Fierz (Laboratório de Geomorfologia/USP)

Prof. Dr. Luís Alberto Basso (PPG em Geografia/UFRGS)

Prof. Dr. Luiz Fernando Mazzini Fontoura (PPG em Geografia/UFRGS)

Dissertação apresentado ao Programa de
Pós-graduação em Geografia como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Geografia

Porto Alegre, Junho de 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Moreira, Luiza Gehrke Ryff

Análise da fragilidade ambiental do município de Cambará do sul – RS . / Luiza Gehrke Ryff Moreira. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2013. [169 f.] il.

Dissertação (Mestrado).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.Graduação em Geografia.Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR,2013.

Orientador:Nina Simone Vilaverde Moura

Coorientador:

1.Uso do solo.2.Planejamento Ambiental.3.Fragilidade ambiental.4.Cambará do Sul.I. Título.

CDU 911

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Alexandre Ribas Semeler CRB 10/1900

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil

CEP: 91501-970 / Caixa Postal: 15001.

Fone: +55 51 3308-6329 Fax: +55 51 3308-6337

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

Agradecimentos

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial ao Programa de Pós Graduação em Geografia, pelo ensino de qualidade, estrutura disponibilizada e pela oportunidade de aprendizado e suporte no desenvolvimento da pesquisa.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Nina Simone Vilaverde Moura, pelos ensinamentos no decorrer do mestrado e parceria no desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu orientador durante a graduação Prof. Dr. Luís Alberto Basso pelo conhecimento passado e pelo incentivo de permanecer na geografia.

À minha amiga Tielle Soares Dias pelos incansáveis auxílios nos mapeamentos, correções e nas horas difíceis ao longo desta pesquisa. À minha amiga Amanda Cristina Bahi de Souza por estar sempre presente e auxiliar na revisão final.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo para que a conclusão deste trabalho fosse possível.

Ao Tiago pelo amor, dedicação, companheirismo e por entender as muitas horas dedicadas ao mestrado que não pude estar tão presente quanto gostaria.

A todos que de alguma maneira influenciaram a minha escolha e a realização deste trabalho, muito obrigada.

Resumo

A degradação dos recursos naturais é uma realidade nos dias atuais e vem desencadeando problemas ambientais e sociais permanentes. Estudos geomorfológicos podem auxiliar na compreensão destes problemas ambientais pois trata da interação de mecanismos complexos que modificam a superfície do globo. O estudo de fragilidade ambiental natural, aguçado pelas ações antrópicas, facilita o entendimento dos processos ocorrentes e um planejamento territorial. O objetivo desta pesquisa é realizar uma análise da fragilidade ambiental do município de Cambará do Sul, localizado na região dos Campos de Cima da Serra, nordeste do Rio Grande do Sul. A metodologia utilizada é baseada em Ross (1994) que define fragilidade ambiental a partir dos conceitos de unidades Ecodinâmicas (Tricart, 1977), agrupadas em Unidades Ecodinâmicas Instáveis e Unidades Ecodinâmicas Estáveis, com estabelecimentos de graus de fragilidade, desde o muito fraco até o muito forte. O município possui como área 1208,65 km², segundo o IBGE, e está localizado na unidade morfoescultural do Planalto Meridional. As altitudes da área variam de 700 à 1238 metros, possuindo em sua maior parte um relevo suavemente ondulado. Foram identificadas cinco compartimentações do relevo: Padrão em patamares planos; Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos; Padrão em forma de morros com vales meândricos encaixados; Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos; Padrão em forma de planície fluvial. As declividades na maior parte são baixas, sendo que aproximadamente 78% de Cambará do Sul possui declividades menores que 6% correspondendo a fragilidade muito fraca. Os solos predominantes são os Cambissolos, encontrados em 78% do município e esse correspondem a uma fragilidade forte. Quanto ao uso do solo e cobertura vegetal, os que são mais representativos são os campos e pastagens e a mata nativa, que correspondem, respectivamente, a fragilidades média e muito fraca. Quanto ao uso do solo apenas as áreas de silvicultura receberam grau de fragilidade muito forte. A carta de fragilidade possibilitou a análise da fragilidade dos ambientes com relação aos processos erosivos. Em Cambará do Sul foram identificadas área com fragilidade Muito Fraca (0,92%), Fraca (23,57%), Média (66,53%), Forte (8,9%) e Muito Forte (0,08%). Constatou-se que a metodologia auxilia no planejamento territorial, condizendo com a realidade encontrada em trabalhos de campo.

Palavras Chaves: Uso do solo, Planejamento Ambiental, Fragilidade ambiental, Cambará do Sul.

Abstract

Degradation of natural resources is a reality today and has promoted environmental and social problems. Geomorphological study may help in understanding these environmental problems because it comes from the interaction of complex mechanisms that modify the surface of the globe. The study of natural environmental fragility, sharpened by human actions, facilitates the understanding of the occurring processes and territorial planning. The objective of this research is to analyze the environmental fragility of Cambará do Sul, located in the Campos de Cima da Serra, northeast of Rio Grande do Sul state. The methodology is based on Ross (1994) that defines environmental fragility from the concepts of Ecodinamics units (Tricart, 1977), grouped into Ecodinamics units Unstable and Stable, establishments with degrees of weakness from the very weak to the very strong. The study area has 1208,65 km², according to IBGE, and is located in the Southern Plateau. The altitude of the area varies from 700 to 1238 meters, having mostly gently rolling relief. Five kinds of relief have been identified: Standard plains at levels; Standard shaped hills with broad interfluves; Standard shaped hills with valleys embedded meândricos; Standard shaped hills with flat tops and interfluves average; Standard shaped fluvial plain. The slopes are mostly lower, approximately 78% of Cambará do Sul has slopes less than 6% corresponding to fragility very weak. The predominant soils are Cambisols, found in 78% of the study area and this corresponds to a strong weakness. With regard to land use and vegetation cover, those are the most representative fields and pastures and bushland, which correspond, respectively, to average and weaknesses very weak. As for land use only areas of forestry received very strong degree of fragility. The letter of weakness allowed the analysis of the fragility of the environment with respect to erosion. In Cambará do Sul were identified fragility degrees with fragility Very Weak (0,92%), Low (23,51%), Medium (66,53%), Strong (8,9%) and Very Strong (0,08%). It seems that the methodology helps in territorial planning, matching the reality found in fieldwork.

Key Words: Land Use, environmental Planning, environmental fragility, Cambará do Sul.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do município de Cambará do Sul _____	27
Figura 2 – Esquema mostrando a taxonomia na compartimentação do relevo ____	51
Figura 3 - Unidades morfoesculturais do relevo do Rio Grande do Sul _____	60
Figura 4 - Situação da Bacia do Paraná no continente sul-americano _____	62
Figura 5 - Mapa Litoestratigráfico da Formação Serra Geral _____	66
Figura 6 - Representação esquemática de uma sequência completa de rochas ácidas do tipo Palmas (Membro Palmas)_____	67
Figura 7 - Mapa do Desenvolvimento Socioeconômico do RS por COREDE ____	79
Figura 8 – Região Funcional de Planejamento 3 – COREDES _____	80
Figura 9 – Mapa de Uso, ocupação do solo e cobertura vegetal de Cambará do Sul _____	91
Figura 10 – Mapa das unidades geológicas Cambará do Sul _____	106
Figura 11 – Mapa de Solos de Cambará do Sul _____	111
Figura 12 – Mapa Hidrográfico de Cambará do Sul _____	121
Figura 13 – Mapa Hipsométrico de Cambará do Sul _____	126
Figura 14 – Mapa Clinográfico de Cambará do Sul _____	128
Figura 15 – Mapa Geomorfológico de Cambará do Sul _____	131
Figura 16 – Mapa de Fragilidade ambiental potencial de Cambará do Sul ____	146
Figura 17 – Mapa de Fragilidade ambiental emergente de Cambará do Sul ____	149

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Pousada relacionada às atividades turísticas do município de Cambará do Sul _____	24
Foto 2 – Área de colinas com vegetação de campos em Cambará do Sul _____	28
Foto 3 – Monocultivo arbóreo de Pinus em Cambará do Sul _____	28
Foto 4 – Fábrica da Cambará S. A. no interior do município _____	29
Foto 5 – Cânion Itaimbezinho localizado em Cambará do Sul _____	69
Foto 6 – Caminho do gado deixando o solo exposto e mais suscetível às fragilidades _____	74
Foto 7 – Plantio de Pinus em Área de Preservação Permanente _____	76
Foto 8 – Campos e pastagens em Cambará do Sul _____	92
Foto 9 – Criação de bovinos nos campos de Cambará do Sul _____	92
Foto 10 – Silvicultura em Área de Preservação Permanente _____	96
Foto 11 – Vegetação original próxima aos vales dos rios _____	97
Foto 12 – Solo do tipo Cambissolo _____	112
Foto 13 – Solo do tipo Neossolo Rigolítico _____	113
Foto 14 – Solo do tipo Luvisolo Háplico Pálico _____	114
Foto 15 – Solo do tipo Planossolos _____	115
Foto 16 – Solo do tipo Gleissolos típico _____	116
Foto 17 – Curso médio do Rio Garrafa _____	121
Foto 18 – Curso d'água meândrico _____	122
Foto 19 – Curso d'água em planície fluvial _____	122
Foto 20 – Área com relevo colinoso _____	132
Foto 21 – Morro isolado no compartimento de colinas com interflúvios amplos _	132
Foto 22 – Queda d'água no Rio Camisas _____	134
Foto 23 – Rio Garrafa localizado no norte de Cambará do Sul _____	134
Foto 24 – Mata nativa ao longo de cursos d'água _____	135
Foto 25 - Topos planos no norte de Cambará do Sul _____	136
Foto 26 – Área de planície fluvial localizada no sul de Cambará do Sul _____	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial do Vale do Alto Uruguai_____	39
Quadro 2 - Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente do Vale do Alto Uruguai_____	40
Quadro 3 - Grau de Fragilidade das Classes de Declividade_____	56
Quadro 4 – Grau de Fragilidade das Classes de Solos_____	56
Quadro 5 – Grau de Proteção/Fragilidade das classes de cobertura vegetal e uso do solo_____	57
Quadro 6 – Comparação entre as morfoestruturas e as morfoesculturas que caracterizam o estado do Rio Grande do Sul_____	60
Quadro 7 – Dados climatológicos do período de 1998 a 2011, mensais e anual__	71
Quadro 8 – Evolução da população dos municípios da Associação dos mesmos no Turismo da Serra_____	80
Quadro 9 - Densidade demográfica e população – ano 2010_____	82
Quadro 10 – Produção agrícola em Cambará do Sul_____	86
Quadro 11 – Produção de Madeira e Silvicultura_____	87
Quadro 12 – Pecuária em Cambará do Sul_____	87
Quadro 13 – Classes referentes ao uso do solo e vegetação e áreas respectivas do município de Cambará do Sul_____	91
Quadro 14 – Grau de Proteção e Fragilidade das Classes de uso do solo e cobertura vegetal_____	99
Quadro 15 - Fragilidade no Uso e Ocupação do solo_____	100
Quadro 16 – Graus de Fragilidade à Erodibilidade dos tipos de solos face ao escoamento superficial das águas pluviais_____	117
Quadro 17 – Graus de fragilidade dos solos e suas respectivas áreas_____	118
Quadro 18 – Distribuição das altitudes da área total do município de Cambará do Sul_____	124
Quadro 19 – Relação das classes de declividade e respectivas áreas ocupadas no município de Cambará do Sul_____	128
Quadro 20 – Geomorfologia de Cambará do Sul_____	129

Quadro 21 – Graus de fragilidade das classes de declividade em Cambará do Sul e áreas ocupadas em km ² _____	141
Quadro 22 – Graus de fragilidade das classes de solos em Cambará do Sul e áreas ocupadas em km ² _____	142
Quadro 23 - Graus de fragilidade referentes à Geomorfologia de Cambará do Sul e áreas ocupadas em km ² _____	143
Quadro 24 – Graus de fragilidade para uso e ocupação do solo em Cambará do Sul e áreas ocupadas em km ² _____	143
Quadro 25 – Medida das classes de fragilidade ambiental potencial de Cambará do Sul_____	146
Quadro 26 – Classes de fragilidade ambiental emergente de Cambará do Sul__	149

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação das temperaturas médias mensais (período 1998 a 2011)___	72
Gráfico 2 – Médias mensais de pluviosidade (período 1998 a 2011)_____	73
Gráfico 3 – Evolução da população em Cambará do Sul_____	83
Gráfico 4 – Evolução da população no Rio Grande do Sul_____	83
Gráfico 5 – Evolução da população brasileira (em milhões de habitantes)_____	84
Gráfico 6 - Distribuição da população por sexo segundo os grupos de idade, Cambará do Sul (RS)_____	84
Gráfico 7 - Produto Interno Bruto (Valor Acionado) – Cambará do Sul_____	85
Gráfico 8 – Pecuária de Cambará do Sul _____	88
Gráfico 9 – Uso e ocupação do solo e cobertura vegetal do município de Cambará do Sul – RS (%)_____	96
Gráfico 10 – Distribuição das classes dos solos no município de Cambará do Sul_____	111
Gráfico 11 – Distribuição das classes de declividade de Cambará do Sul_____	128
Gráfico 12 – Distribuição dos padrões e formas de relevo de Cambará do Sul___	131
Gráfico 13 – Distribuição das classes de Fragilidade Potencial. _____	147
Gráfico 14 – Distribuição das classes de fragilidade ambiental emergente em Cambará do Sul_____	150

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 – Tema da Pesquisa	15
1.2 – Objetivo Geral e Específicos	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.2 Objetivos Específicos	21
1.3 – Justificativa	21
1.4 – Situação e Localização da área de estudo	24
2 – REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	30
2.1 – A evolução do pensamento geográfico e da geomorfologia	30
2.2 – A Geografia e o conceito de ambiente	33
2.3 – A análise da fragilidade ambiental	35
2.4 – Geoprocessamento	42
2.5 – Procedimentos metodológicos e operacionais	45
2.5.1 Materiais e Métodos	46
2.5.2 Base cartográfica digital do município de Cambará do Sul	47
2.5.3 Análise e mapeamento Geológico	47
2.5.4 Análise e mapeamento Geomorfológico	48
2.5.5 Caracterização climatológica do município	52
2.5.6 Análise e mapeamento dos Solos	52
2.5.7 Análise e mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal	53
2.5.8 Mapa de fragilidade dos ambientes naturais e antropizados	54
3 – GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA REGIONAL	58
3.1 – Caracterização geológica e geomorfológica no contexto Regional	58
3.2 – Morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná	61
3.3 – Formação Serra Geral	62
3.4 – Morfoescultura do Planalto Meridional	67
3.5 – Caracterização regional do clima e vegetação	69
4 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DO MUNICÍPIO DE CAMBARÁ DO SUL E USO DO SOLO	77

4.1	– Caracterização populacional e socioeconômica dos Campos de Cima da Serra _____	77
4.2	– Caracterização populacional e socioeconômica do município de Cambará do Sul _____	82
4.3	– Análise e mapeamento da cobertura vegetal e uso do Solo _____	88
5	- ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO DE CAMBARÁ DO SUL _____	102
5.1.	– Características das formações Geológicas de Cambará do Sul _____	102
5.2.	– Características dos Solos de Cambará do Sul _____	107
5.2.1	Cambissolos _____	111
5.2.2	Neossolo Rigolítico _____	113
5.2.3.	Luvisso Háplico Pálico _____	114
5.2.4.	Planossolos _____	115
5.2.5	Gleissolos _____	116
5.3.	– Características da Hidrografia de Cambará do Sul _____	119
5.4.	– Características das Unidades de Relevo de Cambará do Sul _____	123
5.4.1.	Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos _____	131
5.4.2.	Padrão em forma de vales meândricos encaixados _____	133
5.4.3.	Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos _____	135
5.4.4.	Padrão em forma de planície fluvial _____	136
5.4.5.	Padrão em forma de patamares planos _____	138
6	ANÁLISE E MAPEAMENTO DAS FRAGILIDADES DO AMBIENTE _____	140
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	152
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	156
	ANEXOS _____	166

1. INTRODUÇÃO

A formação do território brasileiro se deu baseada, primeiramente, no local onde os colonizadores se instalaram. A partir disto podem ser destacadas algumas etapas que segundo Andrade (1998) ocorreram na ocupação do território nacional. Na primeira etapa, ocorrida no século XVI, estados do localizados no nordeste e sudeste do país, esses situados no litoral, foram ocupados. Já, a segunda etapa, no século XVII, foi marcada por uma expansão para o interior na Amazônia, em Minas Gerais e Goiás e no Sul devido às missões jesuíticas. Ao longo dos séculos XVII e XVIII esse processo de ocupação se intensificou pelos novos tratados que aumentavam o território brasileiro (ANDRADE, 1998).

A relação entre o homem e a natureza tem sido um misto de conflito e harmonia, uma vez que o homem tem que se ajustar às condições do ambiente ao mesmo tempo em que interfere no mesmo e altera suas condições originais. Inúmeros autores sugerem que até o início da Revolução Industrial essa relação se manteve dentro de limites aceitáveis, mas após esse período se percebeu uma modificação mais intensa na relação do homem com a natureza (BRANDÃO, 2004).

Nas últimas décadas, as questões ambientais têm ganhado relevância, relacionando-se mais acentuadamente as condições do ambiente ao bem estar do ser humano. O anseio pela harmonização entre crescimento econômico e equilíbrio ambiental é progressivo na sociedade atual. Assuntos que se relacionam ao estudo do ambiente foram incorporados a programas de planejamento de instituições e passaram a constituir metas dos mesmos. A conciliação dos usos cotidianos da população com propostas de organização do espaço que sejam viáveis econômica e ambientalmente tornaram-se uma exigência dos núcleos urbanos. Cidades de pequeno, médio e grande porte são responsáveis por abrigar a maioria dos habitantes. Contudo, não são nesses locais que necessariamente encontram-se as melhores condições, principalmente no que se refere ao ambiente (SILVA, 2000).

Estudos voltados ao entendimento da estrutura e do funcionamento da paisagem consideram importante a compreensão da relação homem X natureza, a partir da descrição de características morfológicas e pedológicas, provocados por processos naturais e/ou antrópicos da paisagem. Esse tipo de análise ajuda a

planejar a ocupação dos espaços urbanos e rurais propiciando melhor qualidade de vida para a população.

De acordo com Bernardes e Ferreira (2008) a natureza se humaniza e o homem se naturaliza existindo uma troca material de valor e uso, ocorrendo assim uma relação entre natureza e sociedade. Pode-se dizer que essa relação é condicionada por um nível de desenvolvimento das forças produtivas e do modo de relação associados às mesmas.

Ao explorar as riquezas da Terra, o ambiente é diretamente afetado pela forma capitalista de produzir, criando riscos podendo ocasionar desastres e fragilidades. Desastres naturais ocorridos no século XX fizeram com que a sociedade percebesse os riscos ecológicos causados ao meio natural pelos processos produtivos e foi nessa perspectiva que se iniciaram projetos e estudos com o objetivo de prevenir ou amenizar os efeitos das ações produtivas da sociedade na natureza. Alguns movimentos ecológicos ocorreram no Brasil, onde, segundo Viola (1987), as mais recentes manifestações foram marcadas por uma maior participação na arena parlamentar e isso pôde ser percebida como uma maior preocupação ecológica voltada ao ambiente em que se vive.

Os processos atuais, como agricultura, pecuária, silvicultura, turismo, ocupação humana, fazem com que o ambiente de uma localidade seja alterado e para acompanhar essa alteração foram desenvolvidas metodologias e ferramentas de geoprocessamento. Com o avanço da tecnologia, nos dias atuais e em especial na geografia, as ferramentas de geoprocessamento são utilizadas em diversos ramos, pois auxiliam em uma espacialização do estudo e na possível combinação de dados que representam as dinâmicas da sociedade e da natureza.

A degradação do meio ambiente faz com que ocorram alterações nos componentes físicos do meio, como fauna, flora, solos, relevo, etc. Quando ocorre, geralmente, há perda da biodiversidade em diferentes graus de intensidade e conseqüentemente a perda da qualidade de vida em virtude das alterações ambientais produzidas pela ação antrópica ou de forma natural.

Na conferência das Nações Unidas de 1972 em Estocolmo ficou evidenciada a preocupação mundial com a degradação ambiental e, a partir desta, foram sendo realizados mais estudos e planejamentos sobre o assunto. Vinte anos depois

ocorreu a Rio 92 que foi um grande despertar da consciência global sobre meio ambiente. Essas conferências foram sessões claras desta nova preocupação e geraram suportes teóricos para governos e organizações preocupadas com o ambiente.

A questão ambiental atinge em escala mundial uma nova ordem social e política do mundo contemporâneo. A gestão ambiental torna-se a mais importante estratégia em nível internacional de uso e valorização do ambiente em sua concepção mais ampla e implementada em diferentes escalas. Assim, impõe-se a reorientação do crescimento econômico tendo por base o desenvolvimento científico-tecnológico (GALVÃO, 1990).

1.1. Tema da Pesquisa

Nos últimos anos a ciência geográfica, juntamente com outras áreas, tem buscado entender a problemática ambiental. Até o século XIX a relação entre o homem e a natureza era trabalhar com o intuito de compreender as interdependências, porém não havia como enfoque os conflitos ambientais. Segundo Bernardes e Ferreira (2008), a partir dos anos 1960 e 1970 percebeu-se que os recursos naturais são esgotáveis, e assim tornou-se necessário a compreensão dos conflitos gerados pela forma de apropriação da natureza pela sociedade.

Os problemas ambientais variam de região para região e isso não é diferente no Estado do Rio Grande do Sul. O Estado possui uma diversidade de problemas ambientais, sendo destacados o desmatamento, mecanização e monocultivos agrícolas e florestais, enchentes e estiagens periódicas, arenização, atividades mineradoras, concentração industrial e urbana e emissões atmosféricas, resíduos sólidos, contaminação de efluentes líquidos e transporte de cargas perigosas. Esses problemas geram principalmente a degradação do ambiente fazendo com que o mesmo se torne mais suscetível a esses e outros processos (BERTÊ, 2004).

Os problemas ambientais tornaram-se mais intensos em decorrência do desenvolvimento de novas tecnologias e novas aplicações dessas no espaço

geográfico. As sociedades humanas interviram desde então na apropriação dos recursos naturais, às vezes alterando-os de modo irreversível.

Serão tratados aqui alguns conceitos que são utilizados no que se refere à questão ambiental no âmbito da Geografia, sendo os principais: espaço geográfico, paisagem, território, lugar e ambiente. Segundo Suertegaray (2000) “o campo de atuação da Geografia está balizado pelo conceito de espaço geográfico”. Espaço geográfico pode ser considerado o conceito mais amplo por abranger todos os outros que serão tratados aqui posteriormente, além de levar em consideração questões do tempo e do espaço. Os outros conceitos são uma diferente forma de visualizar o espaço geográfico, com uma leitura mais operacional do mesmo e assim cada um possui um caminho metodológico.

A paisagem pode ser considerada como aquilo que se vê, que está ao alcance dos olhos. De acordo com Ross (2007) as unidades de paisagens naturais se diferenciam pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos ou até mesmo pelo arranjo estrutural e do tipo de litologia ou apenas por um desses componentes. Assim, o entendimento do relevo passa pela compreensão da paisagem como um todo. Deve-se compreender a gênese e a dinâmica das formas de relevo juntamente com os mecanismos motores de sua geração aliado às diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada unidade de paisagem. Assim, a paisagem permite a análise do espaço geográfico sob sua dimensão, incluindo elementos naturais, socioeconômicos e culturais.

Já, o território é outro conceito amplamente utilizado, pois ele entende o espaço geográfico através de uma concepção política ou como forma de administração do mesmo. O território, nada mais é do que a apropriação do espaço visto na apropriação das pastagens do município de Cambará do Sul. Quando se trabalha com a escala municipal esse conceito se aplica na concepção de como se deve gerenciar um município e os seus problemas. O lugar pode ser considerado um conceito que possui uma dimensão mais pontual, pois ele expressa pela cartografia o espaço geográfico na escala local. Além disso, segundo Milton Santos (1997)

“ o lugar pode ser trabalhado na perspectiva do mundo vivido, que leve em conta outras dimensões do espaço geográfico, quais sejam os objetos, as ações, a técnica, o tempo”.

Quanto ao conceito de ambiente, cabe ressaltar que existem diversas correntes para analisar esta temática, podendo ser considerado algo externo ao homem, como ressaltou Aliata e Silvestre (1994), os quais se preocupavam em estudar o funcionamento dos sistemas naturais sem o homem atuando como sujeito. Assim, sob a ótica ambiental percebe-se uma diferenciação no conceito de ambiente para a geografia e para a ecologia, sendo que para a primeira o homem é incluído como um ser social produto e produtor de várias tensões ambientais.

Qualquer intervenção em um componente da natureza influencia os outros e assim afeta o equilíbrio do ambiente. Segundo ROSS (1990)

“todas as modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens”.

O homem, por conta disto, deve estar inserido no cenário de um estudo de fragilidade do ambiente, pois ele tem uma atuação direta no mesmo. De acordo com Spori (2001) deve-se levar em conta o meio antrópico juntamente com o ambiental para atingir ambos, levando em conta de um lado as potencialidades dos recursos naturais e assim, as fragilidades dos ambientes, e de outro lado os anseios e necessidades da sociedade.

A geomorfologia ambiental se preocupa com a questão ambiental e vem desenvolvendo diversos estudos nesse âmbito. Assim, pode-se ressaltar que a geomorfologia ambiental tenta integrar as questões sociais juntamente com as análises da natureza tendo um olhar das relações políticas e econômicas da sociedade, pois elas influenciarão as mudanças que possam vir a ocorrer no ambiente (GUERRA E MARÇAL, 2009).

A análise ambiental proposta por Tricart (1977) se apoiou na Teoria do Geossistema a qual tinha como objetivo aplicar a Teoria Geral de Sistemas ao estudo da superfície terrestre e suas paisagens naturais, podendo essas terem sido alteradas ou não pelo homem. Segundo Sotchava (1977) no geossistema os diversos componentes naturais podem se encontrar numa dimensão do espaço terrestre, fazendo conexões sistêmicas uns com os outros, integrando-se a sociedade humana e a esfera cósmica.

De acordo com Monteiro (2001)

“o geossistema é um sistema singular, complexo onde interagem elementos humanos, físicos, químicos, biológicos e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do próprio sistema.”

Pesquisadores da área da geomorfologia utilizam-se com frequência de metodologias que envolvam a análise da fragilidade ambiental, tema que será o foco principal deste estudo. Com essa análise os pesquisadores conseguem avaliar a fragilidade classificando-a em diversas categorias.

O desenvolvimento tecnológico, científico e econômico contribui com o avanço da exploração dos recursos naturais. Por conta disso, torna-se cada vez mais urgente o planejamento físico territorial com enfoque socioeconômico e ambiental levando-se em consideração não apenas as potencialidades, mas principalmente a fragilidade do ambiente. Para se determinar as potencialidades dos recursos naturais é necessário um estudo dos solos, do relevo, da geologia, da água, do clima e da vegetação. Na análise da fragilidade, esses componentes devem ser avaliados de forma conjunta, considerando-se sempre as intervenções antrópicas modificadoras dos ambientes naturais. Os diferentes padrões de fragilidade são representados através das Unidades Ecodinâmicas Estáveis (Instabilidade Potencial) e das Unidades Ecodinâmicas Instáveis (Instabilidade Emergente) de acordo com Tricart (1977).

Os “meios estáveis” agem sempre lentamente, tendo características próprias, sendo geralmente encontrados em locais que possui cobertura vegetal densa por trazer uma maior estabilidade para o meio. Além desses existem os “*meios intergrades*” que são considerados de transição, com influência permanente da morfogênese e da pedogênese. Por último, nos “meios fortemente instáveis” é onde a morfogênese predomina na dinâmica natural (TRICART, 1977).

Segundo Donha *et al* (2005) o mapa de Fragilidade Potencial pode ser gerado com a combinação das informações de solos, declividade e distância dos recursos hídricos, e o mapa de Fragilidade Emergente, a partir da combinação do mapa de Fragilidade Potencial com as informações de uso da terra e vegetação (Ross, 1994). Donha *et al* (2005) utilizou esta metodologia para desenvolver um

trabalho no município de Pinhais, no Paraná e conseguiu fazer a classificação exatamente de acordo com a metodologia.

No trabalho “Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento” os autores conseguem fazer a classificação das declividades, dos solos, do uso e cobertura vegetal quanto às suas fragilidades na bacia hidrográfica do córrego do Onofre, no estado de São Paulo utilizando também a metodologia de Ross (1994) (KAWAKUBO *et al*, 2005).

De acordo com Gonçalves *et al* (2009) em um estudo realizado na bacia do rio Dourados em Mato Grosso do Sul pôde ser concluído que essa análise da fragilidade representa um importante instrumento no planejamento ambiental, pois identifica as áreas que devem ser priorizadas a reduzir problemas erosivos. Nesse estudo ficou evidente que o SIG (Sistemas de Informações Geográficas) utilizado através de softwares específicos para este tipo de estudo é imprescindível para sua concretização por realizar uma álgebra de mapas auxiliando na criação da carta de fragilidade ambiental.

No estudo realizado na bacia hidrográfica do Rio Verde concluiu-se que a fragilidade ambiental está ligada às características naturais e histórico-econômicas da área da serra da Mantiqueira onde a morfogênese sobrepõe-se à pedogênese. Nas outras áreas dessa bacia ocorre uma grande diversidade no uso e ocupação do solo o que pode auxiliar no aumento da degradação do solo (VITTE & MELO, 2009).

Os campos do sul do Brasil durante o século XVIII serviam como base de uma agricultura e pecuária de subsistência para os estados situados mais ao norte do país. Uma política do governo português estimulou a vinda de colonos europeus para ocupação dos estados do sul do Brasil, principalmente, para protegerem as suas fronteiras.

Durante o governo de Getúlio Vargas, que ocorreu após estas etapas descritas anteriormente, tinha-se grande preocupação na expansão brasileira para o interior do país e isso durou até a chegada do período autoritário brasileiro. Nesse período seguinte, a grande preocupação passou a ser a integração nacional através da construção de diversas estradas no interior do país, segundo Andrade (1998).

É nessa perspectiva que Cambará do Sul foi tornando-se o que é hoje em questões territoriais. Após a ocupação tratada anteriormente o estado foi se

configurando em seus 496 municípios e o município de Cambará foi formado após a divisão de outros municípios. Em Cambará do Sul a ocupação teve início através dos portugueses em suas estâncias e desde então suas terras começaram a ser utilizadas de diversas maneiras, principalmente para a pecuária.

Assim, um estudo em caráter municipal vem ao encontro das necessidades da comunidade do município, pois poderá ser utilizado como recurso no planejamento territorial municipal.

Estudos nesse âmbito visam à conservação e à recuperação ambiental aliadas ao desenvolvimento tecnológico, econômico e social. Essa análise da fragilidade auxilia no planejamento municipal da área em questão por trazer diversos componentes importantes para avaliação do ambiente.

Dentro dessa perspectiva de análise, este trabalho tem o intuito de analisar a fragilidade ambiental em Cambará do Sul de acordo com a problemática envolvendo o turismo, e a silvicultura com objetivo de criar uma gestão municipal que beneficie e preserve o ambiente.

1.2. Objetivos Geral e Específicos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar e mapear a fragilidade ambiental do município de Cambará do Sul, situado no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, região mais conhecida como Campos de Cima da Serra. A ênfase deste estudo é a identificação de unidades ecodinâmicas estáveis e instáveis no ambiente.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para cumprir e complementar o objetivo geral definido no estudo apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a geologia e a geomorfologia regional da área estudo através de mapeamentos já existentes com o propósito de iniciar uma compartimentação do relevo;
- Analisar dados climáticos principalmente de precipitação e temperatura baseados em dados históricos do Oitavo Distrito de Meteorologia e do Instituto Nacional de Meteorologia para que esses auxiliem na caracterização da fragilidade ambiental;
- Caracterizar as condições socioeconômicas do município de Cambará do Sul relacionando-o às mesmas para o Estado do Rio Grande do Sul, para que auxiliem na percepção do uso e ocupação do solo;
- Obter, através de imagens de satélite e trabalhos de campo, informações recentes sobre o uso da terra desta área, e assim, mapear estes dados;
- Realizar uma análise temática da área de estudo através de mapeamentos clinográficos, hipsométrico e hidrográficos;
- Mapear os compartimentos do relevo do município de Cambará do Sul de acordo com a metodologia proposta por Ross (1994) resultando em um mapa geomorfológico do município;

1.3. Justificativa

A Geografia permite que se faça uma leitura ampla do mundo, para que as pessoas possam atuar como agentes de transformação da sociedade. Para que isso ocorra são necessários estudos de fatos e impactos desde a escala global até a escala local. Assim, a Geografia pode ser considerada uma importante ferramenta

de reflexão por entender os fatos naturais e antrópicos em conjunto, ou seja, no mesmo espaço geográfico permitindo a atuação com transformadores deste espaço. Os estudos de planejamento ambiental auxiliam na avaliação dos impactos ambiental de uma determinada atividade antrópica sobre as condições do meio natural e delineiam procedimentos e/ou soluções para evitar possíveis efeitos negativos ao ambiente (NUNES & NOBREGA, 2009).

A Geografia realiza estudos que são utilizados como ferramentas pelos órgãos de gestão, além de serem utilizados pela sociedade na organização e no planejamento do espaço geográfico. Esta análise é passível de realização, pois possui uma visão complexa sobre todos os atuantes econômicos, sociais, ambientais em uma determinada localidade.

A análise da fragilidade ambiental que será realizada no município de Cambará do Sul é extremamente importante visto que esse município se insere numa região voltada às práticas do turismo e que nos últimos anos vem sofrendo grandes transformações no uso de sua terra, pelas plantações de *Pinus* e assim, a paisagem está sendo modificada.

As espécies do gênero *Pinus* sp foram introduzidas a mais de um século no Brasil e se adaptaram muitíssimo bem ao solo do sul do país (BACKES & IRGANG, 2004). Essas espécies são largamente utilizadas na construção civil, na indústria moveleira e na celulose e devido a isso possuem uma relevância diferenciada para o comércio.

Segundo Hirt (2009)

“os monocultivos arbóreos parecem surgir como consequência de uma economia baseada em princípios – contraditórios e complementares – de consumo e acumulação, que o sistema capitalista se encarregou de distribuir nos mais diversos cantos do planeta.”

O turismo pode ser considerado um fenômeno econômico, pois gera renda e valorização de lugares antes não valorizados. É necessário que o turismo possua um planejamento ambiental e territorial para preservar os patrimônios e o ambiente, pois se mal planejadas, essas ações podem gerar impactos negativos ao meio (SEABRA, 2008).

As condições atuais das grandes cidades, de poluição, densidade

demográfica e estresse fazem com lugares afastados, localizados na zona rural, sejam procurados com mais frequência, como é o caso do município que irá ser estudado nesta pesquisa (RUSCHMANN, 1997). Esse ramo turístico vem crescendo, muitas vezes sem cuidados com o ambiente, o que futuramente poderá ocasionar problemas de sustentabilidade.

Em Cambará do Sul o turismo é representado principalmente pela implantação de novos estabelecimentos (foto 1), como pousadas e hotéis voltados as classes sociais mais favorecidas economicamente que, por sua vez, usufruem dos mesmos. Além disso, o turismo influencia diretamente a economia do município gerando empregos e capacitando profissionais para trabalhar tanto na rede hoteleira quanto em passeios turísticos para as belezas naturais encontradas em Cambará do Sul. O turismo, embora considerado Ecoturismo, ainda pode gerar impactos negativos ao ambiente, como poluição, ocupação irregular, devastação da vegetação, entre outros.



Foto 1 – Pousada relacionada às atividades turísticas do município de Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2010).

Em Cambará do Sul essas duas práticas estão ocorrendo simultaneamente, o que vem gerando mudanças no espaço, podendo descaracterizar a paisagem local, que sempre foi conhecida por ser uma área de Campos.

Busca-se compreender se essas alterações recentes prejudicaram, modificaram ou se no futuro alterarão a fragilidade do ambiente no município. É importante destacar que não se sabe ao certo com precisão o que essas alterações,

do crescimento do turismo e do desenvolvimento de novos monocultivos arbóreos, podem acarretar para os solos e seu entorno e por isso se torna importante que seja realizado um estudo desta visão para Cambará do Sul.

O estudo da fragilidade ambiental permitirá o conhecimento de quais áreas estão mais sujeitas a mudanças, além de identificar as áreas mais frágeis pelas características do meio físico e as áreas com maior potencial para o desenvolvimento da agricultura e das atividades econômicas.

A cartografia e o geoprocessamento são as tecnologias apropriadas para visualizar a compartimentação do relevo com a fragilidade dos ambientes, em conjunto com todos os aspectos físicos presentes no mesmo. Os mapas, com destaque o de fragilidade ambiental, auxiliam no ordenamento territorial do município e, principalmente, no seu planejamento, destacando a maneira mais apropriada de interferir ou preservar determinadas áreas.

Sob esta temática a presente pesquisa é baseada. A área escolhida situa-se no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, mais conhecido como Aparados da Serra, no município de Cambará do Sul. A escolha desta área de estudo é justificada pelo uso da terra do município, pela variabilidade de seu terreno e pelos conflitos entre turismo e preservação ambiental. O estudo foi realizado na área total do município o que facilitará o planejamento local e terá uma maior aplicabilidade para o planejamento e para os órgãos públicos de Cambará do Sul, bem como do Rio Grande do Sul.

1.4. Localização e Situação da área de estudo

A área de estudo situa-se no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, compreendendo em sua totalidade o município de Cambará do Sul, conforme ilustrado na figura 1. Esse município se encontra na região Campos de Cima da Serra, conhecida como umas das áreas mais bonitas do sul do Brasil. Devido a suas belezas naturais, como os cânions Itaimbezinho e Fortaleza, o município possui forte

caráter turístico, como já foi citado anteriormente, sendo essa uma das suas principais atividades econômicas.

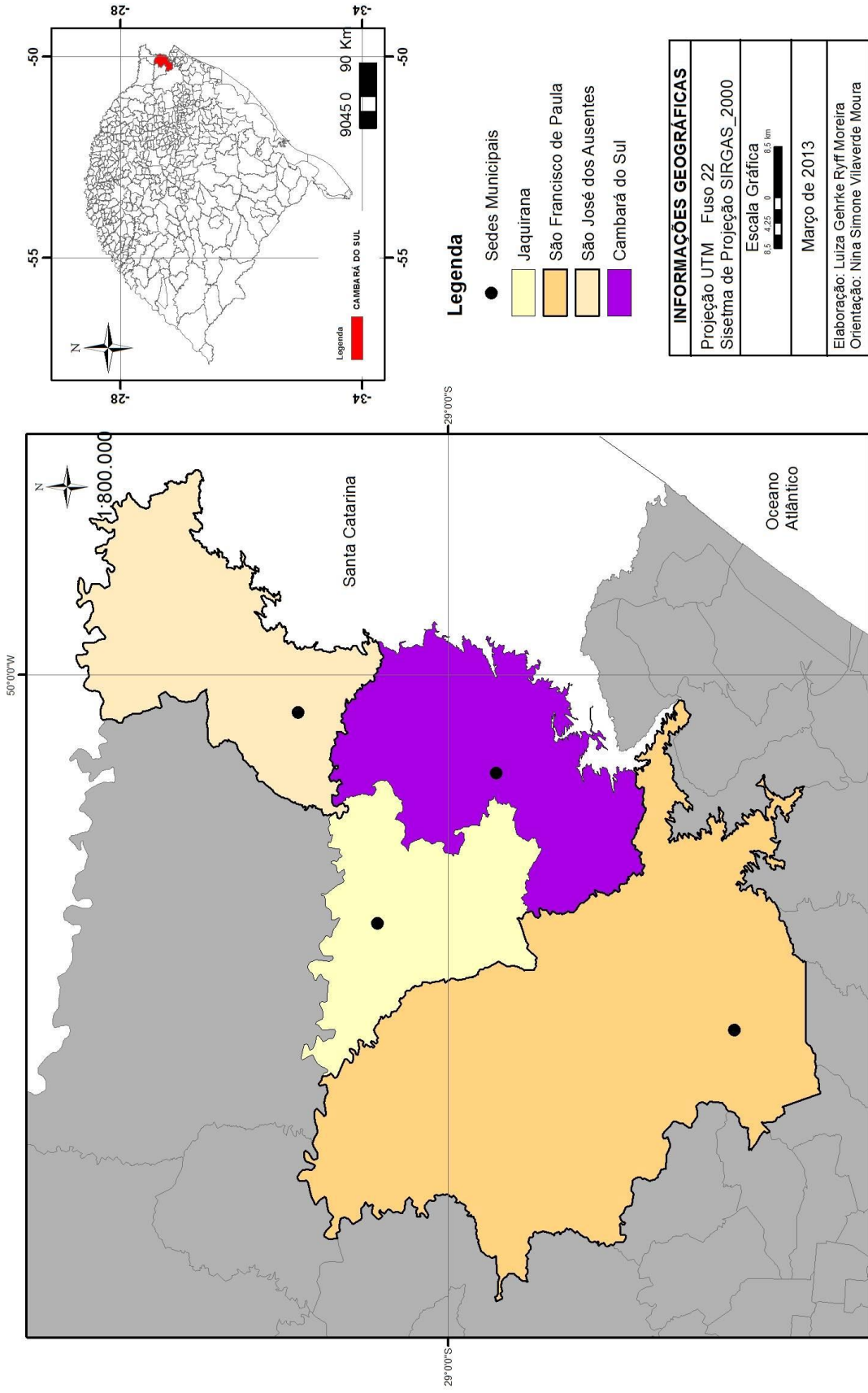


Figura 1 - Mapa de Localização de Cambará do Sul

O município será analisado como um todo pela facilidade de aplicação posterior do estudo em um planejamento municipal, principalmente, em nível governamental. De acordo com essa perspectiva é necessário que seja feito um estudo sobre a relação dos aspectos naturais com o meio antrópico, visando uma melhoria na ocupação do solo e preservação do ambiente nesse município.

A sede do município está localizada nas coordenadas geográficas 29°03' S e 50°08' W. Cambará do Sul possui divisa com os municípios de São José dos Ausentes, Jaquirana, Timbé do Sul, São Francisco de Paula, Jacinto Machado e Praia Grande.

De acordo com a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) e a legislação ambiental, o município está localizado na Mata Atlântica distribuída em 1.212,5 km² de área total e sua sede está localizada a 980 m de altitude. Cambará do Sul abrange a maior parte dos Parques Nacionais dos Aparados da Serra e Serra Geral que incluem, respectivamente, os canyons do Itaimbezinho e Fortaleza que formam patrimônios naturais brasileiros (HOFF *et al*, 2008). Segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2010, o município possui 6.545 habitantes. A base econômica é a agricultura, agropecuária, apicultura, exploração de madeira e turismo.

A região dos Campos de Cima da Serra é considerada uma das mais frias do Brasil. Durante o inverno, Cambará do Sul ganha destaque nos noticiários da imprensa como um dos lugares de temperaturas mais baixas no País. Nos meses de Junho, Julho e Agosto é comum ver os campos e os lagos amanhecerem congelados e cobertos pelo branco das geadas. A frequência de neve é reduzida, mas acontece pelo menos uma a duas vezes no inverno. Já no verão, o clima é de calor durante o dia e fresco durante a noite.

A pecuária extensiva, atividade econômica tradicional dos Campos de Cima da Serra incluindo Cambará do Sul pode ser considerada um elemento importante para a conservação da paisagem do município. Entretanto, parte dos campos destinada à pecuária (foto 2) transformou-se em locais para a prática de outras atividades econômicas, como os monocultivos arbóreos (foto 3). Isso surgiu em função da desvalorização da pecuária e de uma maior valorização de locais nos quais esses monocultivos poderiam ser plantados.

No município a empresa que se destaca nessa questão de plantação de Pinus é a Cambará S. A. (foto 4) que possui atualmente produção mensal de 3 mil toneladas de celulose fluff e 700 toneladas de papel tissue, destinados ao segmento de higiene. A matéria prima para esta produção provém, totalmente, de florestas plantadas e de resíduos de serrarias instaladas na região primária da indústria. A mesma se localiza no interior do município de Cambará do Sul e durante a sua existência alterou significativamente a paisagem do município, além de suas características produtivas (CAMBARÁ S. A.).



Foto 2 – Área de colinas com vegetação de campos em Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2010).



Foto 3 – Monocultivo arbóreo de Pinus em Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2010).



Foto 4 – Fábrica da Cambará S. A. no interior do município. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

No realizado da pesquisa foi compreendido e analisado a complexidade dos fatores citados anteriormente. A Geografia traz para a discussão categorias importantes à compreensão, às vezes momentânea, da realidade em que se vive: meio ambiente, espaço geográfico, fragilidade – conceitos que auxiliam na melhor compreensão dos assuntos aqui propostos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1. A evolução do pensamento geográfico e da geomorfologia

A geografia surgiu como ciência no início do século XIX através dos autores alemães Alexander Von Humbolt (1769-1859), Karl Ritter (1779-1859), Friedrich Ratzel (1844-1904), entretanto segundo MOREIRA (1994) *“a geografia é um saber tão antigo quanto a própria história dos homens”* podendo ser percebida nos povos da antiguidade pela sua organização em cidades-estado.

Para compreender onde e porque a geografia se encontra hoje é necessário o conhecimento de toda sua trajetória desde os seus primórdios até os dias atuais. Durante o século XVIII, a geografia não tem “escolas” e podia ser considerada meramente descritiva, a partir dessa época é que se inicia o desenvolvimento da escola alemã.

Com a evolução e expansão da humanidade a geografia se torna cada vez mais importante e ao longo dos tempos foram desenvolvidas diversas escolas geográficas e diferentes rumos na geografia foram tomados. Na “escola alemã” de acordo com Amorim Filho (1998) e Maximiano (2004).

“um naturalista que se destacou, sobretudo na apresentação de paisagens, é Alexander Von Humbolt, pesquisador que enfatizou em seus trabalhos a necessidade de se praticar observações e descrições cuidadosas e precisas da natureza no campo, demonstrando amplo interesse por aspectos como a fisionomia e vegetação, as influências do clima sobre os seres, etc.”

A geografia moderna tem como filosofia norteadora o positivismo possuindo dois grandes paradigmas: o determinismo ambiental e o possibilismo ambiental. O primeiro era considerado pela “escola alemã” e defendia que o homem era produto do meio, a natureza era o agente ativo, exercendo total influência sobre a humanidade (JOHNSTON, 1986).

O segundo paradigma era considerado pela “escola francesa” de geografia e tratava o homem como um agente que atuava no meio, realizando alterações na

superfície terrestre. Esses paradigmas foram as primeiras tentativas de generalizações realizadas pelos geógrafos da época e, posteriormente, depois das grandes guerras mundiais ocorreria uma ruptura de paradigma na Geografia Tradicional como afirma Johnston (1986). Essa ruptura ocorreu, principalmente, por uma mudança de realidade mundial em relação ao capitalismo, à urbanização, à industrialização e ao início de uma economia mundializada (MORAES, 1999).

A renovação da Geografia veio dividida em duas vertentes: a Pragmática e a Crítica. A vertente Pragmática utilizava modelos estatísticos-matemáticos e ressaltava que as aulas em campo não eram necessárias, podendo este ser substituído pelo laboratório. Segundo Seabra (1999) essa vertente visualizava a problemática da paisagem através de modelos sistêmicos, que representassem as entradas e saídas dos fluxos de energia e matéria.

A Geografia Crítica emergiu nos anos 1970 devido à insatisfação com a Geografia Pragmática. Os pensadores e autores dessa Geografia criticavam o empirismo acentuado da Geografia Tradicional e a falta de preocupações sociais da Geografia Pragmática. A Crítica baseou-se no Materialismo Histórico, utilizando-se do caráter transformador dos fenômenos, relacionando a preocupação com a transformação da realidade, resgatando a dimensão histórica e propondo mudanças críticas (SPOSITO, 2001).

Novas perspectivas metodológicas vêm sendo desenvolvidas nas últimas décadas representando novas frentes para a investigação do conhecimento geográfico, constituindo novas linhas de pesquisa (BEZZY e MARAFON, 1992). A questão ambiental se encaixa como uma linha de pesquisa que vem recebendo grande atenção, pois as alterações nos espaços naturais provocam uma crise socioambiental, pois a natureza é essencial para reprodução humana na Terra.

Essas novas perspectivas estão presentes na chamada Geografia Física que, no século XIX possuía uma abordagem mais abrangente dominada pela Fisiografia (GREGORY, 1992). No século XX ocorreu uma maior separação dentro da Geografia Física, principalmente entre Geomorfologia, Climatologia e Biogeografia, sendo seu principal influente W. M. Davis (1850 -1934). A partir disso se desenvolve a geomorfologia, na qual se verifica a importância do estudo do ambiente e sua relação com a sociedade.

O relevo terrestre possui a estrutura atual devido à ação exercida pelos processos morfogenéticos. Já, a paisagem geomorfológica está sempre evoluindo, pois está sob a ação dos agentes erosivos, que ao longo de milhões de anos esculpem as formas de relevo.

Ao longo da história geomorfológica enquanto ciência diversas metodologias e teorias foram desenvolvidas. Abreu (2003) ressalta que

“há duas linhagens epistemológicas balizando a definição de campo de interesse da teoria e do método da investigação em geomorfologia: uma de raízes norte-americanas e incorporando o grosso da produção em língua inglês e francesa até a II Guerra Mundial e outra de raízes germânicas, exprimindo-se basicamente de início em alemão (espécie de língua franca da Europa Centro-Occidental), mas que incorpora também, posteriormente, grande parte da produção publicada em russo e polonês.”

As principais teorias e modelos em geomorfologia de origem anglo-americana são destacados por Christofolletti (1974), sendo essas: A Teoria do Ciclo Geográfico de William M. Davis (1899 apud CHRISTOFOLETTI, 1974 e CASSETI, 2001) que sugere que o relevo possui três fases de desenvolvimento (juventude, maturidade e senilidade) e traz o conceito de “equilíbrio”; o Modelo da Pedimentação e Pediplanação de Lester C. King no qual defende os conceitos de períodos rápidos e intermitentes de soerguimento crustal separados por longos períodos de estabilidade tectônica; a teoria do Equilíbrio Dinâmico de John Hack publicada em 1960 que salienta que o modelado terrestre é um sistema aberto com intensa troca de matéria e energia com os demais sistemas do universo; e a teoria Probabilística utilizada no início por Luna B. Leopold e W. B. Langbein (1962) que era baseada na utilização de métodos estatísticos e probabilísticos para o estudo da paisagem como um todo.

Já, a linhagem epistemológica da geomorfologia germânica tem seu início com Ferdinand Von Richthofen (1883). A “escola germânica”, em geral, tratava o relevo numa perspectiva geográfica. Albrecht Penck (1894) teve papel fundamental na pesquisa germânica ao analisar e observar os fenômenos. Walther Penck (1924) surge como opositor a William Davis por valorizar o estudo dos processos.

No Brasil, a expansão dos estudos geomorfológicos se deu nos últimos 50 anos, devido à valorização das questões ambientais e sua aplicação na análise

ambiental. Ao longo desses 50 anos a geomorfologia evoluiu possuindo um caráter multidisciplinar, servindo à compreensão das estruturas espaciais e possibilitando uma visão integrada, pois incorpora em sua análise elementos de natureza geológica, pedológica, além da climática e antrópica (AB'SABER, 1969).

2.2. A geografia e o conceito de ambiente

A questão ambiental tornou-se uma profunda preocupação para o âmbito da geografia definindo novos rumos de pesquisa. Segundo Suertegaray e Nunes (2001):

“Esta tendência e a necessidade contemporânea fazem com que as preocupações dos geógrafos atuais se vinculem à demanda ambiental. Por conseguinte, não abandonam a compreensão da dinâmica da natureza, mas cada vez mais não desconhecem e incorporam a suas análises a avaliação das derivações da natureza pela dinâmica social”.

Grigoriev (1968) ressalta que “o Estrato Geográfico da Terra” é composto pela crosta terrestre, hidrosfera, troposfera, cobertura vegetal, e reino animal e esses, em conjunto, definem os ambientes onde vivem os homens. Esses fatores compõem o estrato geográfico e estão interligados. Algumas diferenças associadas a esses componentes definem ambientes dotados de uma dinâmica própria, e devem ser estudados para que se possa, progressivamente, ter um melhor entendimento desta relação, propiciando uma melhor organização do espaço e tentando minimizar a degradação ambiental tão presente nos dias atuais.

O termo ambiente pode ser empregado de forma generalizada e ampla, pois este pode ser utilizado em diversas escalas de análise. Christofolletti (1998) ressalta que pode-se falar em ambiente terrestre, ambiente continental, ambiente oceânico, lacustre, das plantas, dos animais, dos homens, etc. O significado da palavra ambiente é diferente em cada caso. Assim, passa-se a estudar os sistemas ambientais físicos que são compostos pelos elementos físicos da natureza, como clima, topografia, rochas, águas, flora, fauna e solos.

A geografia, enquanto ciência moderna tem o ambiente como uma de suas principais linhas de pesquisa, tendo sido modificada ao longo dos anos, principalmente, no último século. Isso seu deu pela inserção da questão social no ambiente, pois a crise ambiental atual deve ser compreendida com sociedade e natureza associadas (MENDONÇA, 2002).

Segundo Gonçalves (1998)

“A reflexão sobre o ambiente exige, portanto, como pré-condição, é a eleição de novos paradigmas que, no mínimo, sejam capazes de não tomar Homem e Natureza como polos excludentes...é esse procedimento que vai nos criar a possibilidade de melhor entender os problemas sócio-ambientais que hoje nos afligem.”

O conceito de ambiente, segundo Bertrand (1968) leva em conta um sentido ecológico. Já, Aliata e Silvestri (1994) ressaltam que o ambiente está mais ligado às questões da biologia. A geografia vem pensando o ambiente de forma diferente da biologia, pois ela inclui o homem como “um ser não naturalizado, mas como um ser social produto e produtor de várias tensões ambientais” como resalta Suertegaray *et al* (2000). Assim, relações sociais são evidenciadas no território e no que diz respeito à apropriação do espaço. Neste contexto pode-se ressaltar a concorrência na apropriação do espaço entre a Silvicultura e o Turismo, duas das principais economias do município de Cambará do Sul.

Nos estudos ambientais são imprescindíveis os parâmetros espacial, temporal e a análise do estado e do funcionamento do sistema no momento atual (CHRISTOFOLETTI, 1998). O ambiente pode ser alterado, principalmente pela ação da sociedade, gerando impactos ao mesmo. Isso se deve ao planejamento ambiental realizado para atender outros interesses que os governantes e entidades realizam e assim não levam tanto em consideração a preservação do mesmo.

O homem agindo ativamente no ambiente pode modificar a paisagem, pois possui a capacidade de alterar solos, vegetação, condições hidrológicas, formas de erosão, iniciando alterações em todo o sistema, as quais podem propiciar o desequilíbrio ambiental. Essas mudanças ocorridas na paisagem e no ambiente são resultantes da relação entre os condicionantes do meio físico e as atividades humanas. A intensidade dessas transformações depende primeiramente da tensão

aplicada ao ambiente pelo homem e, posteriormente, ao grau de suscetibilidade à mudança do ambiente. As alterações no ambiente ocorrem, pois o homem reproduz e reordena o espaço ou provoca alterações devido a um “aproveitamento” dos recursos naturais.

Segundo ROSS (1995) uma visão global incluindo o natural e o social é fundamental quando se trabalha com análise ambiental, pois sem esta visão global pode-se obter entendimentos parciais da realidade induzindo às decisões futuras erradas ou insatisfatórias.

Alterações causadas nos ambientes pela ação humana afetam cada vez mais a funcionalidade do sistema podendo causar graves impactos negativos, em primeiro lugar no ambiente natural, e, depois, em longo prazo à própria sociedade.

2.3. A análise da fragilidade ambiental

O relevo pode ser considerado algo concreto quanto às formas, mas abstrato enquanto matéria. Ele apresenta uma diversidade enorme de tipos de formas e essas são dinâmicas se manifestando ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado. As inter-relações de troca de energia e matéria são responsáveis pela gênese do modelado da superfície terrestre (ROSS, 2007).

De acordo com Ross (2003), a geomorfologia possui caráter integrador, pois busca entender a evolução espaço-temporal dos processos, sendo estes analisados antes e depois da intervenção humana no ambiente em estudo. Sobre esse caráter integrador, ROSS (2009) acredita que os métodos e análises da ciência geográfica possibilitam o planejamento e gestão ambiental com grande eficiência, integrando os estudos do meio físico e socioambiental. Se referindo à geografia, o autor traz que:

“A base teórico-metodológica está calcada nos princípios da análise sistêmica e no tratamento de informações referentes à natureza e à sociedade no contexto da integração de dados, combinados e inter-relacionados, de forma que possibilite alcançar a concepção socioambiental de um determinado lugar, propiciando uma perspectiva holística da interação sociedade-natureza.”

Tricart (1977) propôs uma classificação dos ambientes ecodinâmicos, pois considera a dinâmica do meio ambiente dos ecossistemas de suma importância para conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos e, assim ele mede a instabilidade através da morfodinâmica, que considera o comportamento atual do relevo. Segundo o autor

“a maneira dinâmica de abarcar os problemas permite, por conseguinte, introduzir critérios de ordenação e gestão do território. A decisão, naturalmente, é do poder público – que, antes de decidir, deve estar ciente das consequências de suas decisões.”

A análise do ambiente é feita sob o prisma da Teoria Geral dos Sistemas, por Tricart (1977), que parte do pressuposto que na natureza as forças de energia e matéria se processam através de relações de equilíbrio dinâmico. Entretanto, este equilíbrio, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentes. Sendo assim, Tricart (1977) definiu que os ambientes, quando estão em equilíbrio dinâmico são estáveis e quando em desequilíbrio são instáveis.

Alterações realizadas em algum componente de um sistema em equilíbrio dinâmico podem alterar todos os outros componentes do ambiente, alterando as interações entre energia e matéria e, portanto, o estado de equilíbrio do sistema. Em relação a esse equilíbrio foram classificados três tipos de meios morfodinâmicos, em função da intensidade dos processos atuais, sendo eles: meios estáveis, meios *intergrades* e os meios fortemente instáveis (TRICART, 1997).

Os “meios estáveis” são caracterizados pela pouca atuação dos processos mecânicos, sempre agindo lentamente. O modelado evolui lentamente, quase que imperceptível e as vertentes recuam conservando quase que os mesmos declives. Esses meios encontram-se em regiões que possuem uma cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese; dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d’água, sem solapamentos vigorosos nas margens dos rios, e vertentes de lenta evolução; ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos.

Os “*meios intergrades*” são os meios de transição entre os estáveis e os instáveis. Esses meios são caracterizados pela influência permanente da morfogênese e da pedogênese, exercendo-se mutuamente no mesmo espaço.

Nos “meios fortemente instáveis” a morfogênese é o elemento predominante na dinâmica natural e fator determinante do sistema natural. Nesses meios podem ocorrer tectonismos, vulcanismo, degradação antrópica especialmente com a retirada da cobertura vegetal. As condições bioclimáticas são agressivas e o relevo apresenta vigorosa dissecação em função da ocorrência de fortes e irregulares chuvas e ventos. Os solos desses meios são rasos, inexistência de cobertura vegetal densa, as planícies e os vales se encontram sujeitos às inundações e a geodinâmica interna é intensa (TRICART, 1977).

Ross (1994) se baseia nesta metodologia de Tricart (1977) para avaliar a fragilidade dos ambientes, incluindo a intervenção antrópica como fator nessa análise. As Unidades Ecodinâmicas Instáveis são aquelas com intervenções antrópicas e modificações dos ambientes naturais através do desmatamento e das práticas de atividades econômicas diversas. As Unidades Ecodinâmicas estáveis são aquelas que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se em estado natural.

Diversas mudanças no ambiente natural podem ser causadas pela ocupação humana e pela apropriação dos recursos naturais em uma determinada região. Ocorrem mudanças feitas pelo homem nos ambientes mais rapidamente que as mudanças naturais que ocorreriam e assim, alguns recursos naturais considerados renováveis não têm tempo suficiente para a regeneração, tornando-se cada vez mais escassos e suscetíveis à degradação.

Na análise da fragilidade ambiental, os estudos geomorfológicos são imprescindíveis, pois o mapeamento e a análise geomorfológica refletem as dinâmicas naturais do ambiente e o grau de intervenção antrópico no modelado terrestre.

Para que seja realizado o planejamento territorial ambiental de um determinado lugar o estudo da fragilidade é de suma importância, pois ele trata de diversos elementos do meio físico, biótico e social fazendo uma integração dos mesmos.

O conhecimento das formas de utilização da terra é de grande importância para o planejamento, podendo direcionar a uma política de ocupação do espaço com a intenção de melhorar a qualidade de vida da sociedade, segundo Rocha (1991) *apud* Rodrigues (1997).

A análise da fragilidade é baseada no conhecimento de solos, relevo, rochas, minerais, águas, clima, flora, fauna e todas as componentes que dão suporte a vida animal e do homem devem ser analisados de forma integrada, pensando a natureza como agregadora desses componentes. A fragilidade do ambiente natural e antropizado dependem primeiramente de suas características naturais, pois alguns ambientes são mais frágeis geneticamente. Segundo Ross (1994):

“as fragilidades dos ambientes naturais devem ser avaliadas quando pretende-se aplicá-la ao planejamento territorial ambiental, baseado no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizados por Tricart (1977).”

A teoria dos sistemas é base da análise do ambiente nessa concepção ecológica e a mesma fundamenta-se de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações de equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio pode ser rompido pelo homem gerando alterações provisórias ou imutáveis nos ambientes. Segundo a proposta de Tricart (1977) os ambientes, quando se encontram em desequilíbrio são considerados instáveis e quando se encontram em equilíbrio dinâmico são considerados ambientes estáveis.

Ross (2007) expandiu o uso do conceito de Unidades Ecodinâmicas para que se tornasse um subsídio ao Planejamento Ambiental, estabelecendo as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente em vários graus: instabilidade muito fraca, instabilidade fraca, instabilidade média, instabilidade forte e instabilidade muito forte. O mesmo foi realizado para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que mesmo estando em equilíbrio dinâmico podem apresentar uma Instabilidade Potencial “qualitativamente previsível face as suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica” (ROSS, 1994). Assim, as Unidades Ecodinâmicas Estáveis apresentam-se como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial aplicando-se os mesmos graus das Unidades Ecodinâmicas Emergentes, de muito fraca a muito forte.

Ross (2003) trouxe exemplos de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente e de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial em um trabalho realizado no vale do Alto Uruguai. A Instabilidade Potencial foi classificada como Fraca, Média, Forte e Muito Forte. Esta classificação foi feita quando a interferência antrópica na área é mínima, prevalecendo a cobertura vegetal natural (quadro 1).

Quadro 1: Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial do Vale do Alto Uruguai.

Segmentos de vertente	Solos Dominantes	Uso do Solo Cobertura Vegetal	Classes de instabilidade
1. Topos Aplainados (Tp) e Patamares Aplainados (Pp)	Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada eutrófica (TBRe) Cambissolo Distrófico (Ce)	Vegetação Arbórea	Fraca
2. Patamares em Rampa (Pr)	Cambissolo eutrófico (Ce) Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada eutrófica (TBRe)	Vegetação Arbórea	Média
3. Topos Convexizados (Tc) e vertentes Côncavas-Convexas (Vc)	Combissolo eutrófico (Ce)	Vegetação Arbórea	Forte
4. Vertentes Retilíneas (Vr)	Cambissolo eutrófico (Ce)	Vegetação Arbórea	Muito Forte

Fonte: Ross (2003)

A Instabilidade Emergente também foi classificada utilizando-se as mesmas classes da Instabilidade Potencial: fraca, média, forte e muito forte. As atividades antrópicas alteraram o ambiente natural através de práticas agrícolas, urbanização, industriais, pecuária e sistema viário (quadro 2).

Quadro 2: Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente do Vale do Alto Uruguai.

Segmentos de vertente	Solos Dominantes	Uso do Solo Cobertura Vegetal	Classes de instabilidade
1. Topos Aplainados (Tp) e Patamares Aplainados (Pp)	Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada eutrófica (TBRe) Cambissolo Distrófico (Ce)	Pastagem, áreas agricultáveis, capoeiras baixas	Fraca
2. Patamares em Rampa (Pr)	Cambissolo eutrófico (Ce) Terra Bruna Estruturada intermediária para Terra Roxa Estruturada eutrófica (TBRe)	Pastagem, áreas agricultáveis, capoeiras baixas	Média
3. Topos Convexizados (Tc) e vertentes Côncavas-Convexas (Vc)	Combissolo eutrófico (Ce)	Pastagem, áreas agricultáveis, capoeiras baixas	Forte
4. Vertentes Retilíneas (Vr)	Cambissolo eutrófico (Ce)	Pastagem, áreas agricultáveis, capoeiras baixas	Muito Forte

Fonte: Ross (2003)

O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do ambiente combinando suas características naturais com suas restrições. Assim, é possível, através do conhecimento das formas de utilização do espaço geográfico, que seja feito um planejamento voltado para uma política de ocupação do espaço com o objetivo de melhorar as condições sociais atuais e futuras da população, numa perspectiva sustentável. O mapeamento da fragilidade classifica o ambiente em níveis de fragilidade auxiliando os planejadores na elaboração de ações de intervenção técnica, adequada à condição de cada parte.

Para os estudos de fragilidade ambiental, como o que está sendo proposto nesta pesquisa, é necessário que seja adotada uma metodologia de trabalho voltado

para a compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural e do meio socioeconômico, buscando uma síntese do conhecimento sobre a realidade pesquisada.

Os mapas de fragilidade ambiental podem ser considerados produtos necessários para o Planejamento Ambiental, pois segundo Rodrigues (1998) esses mapas apresentam como resultados as áreas de fragilidade potencial, sendo essas onde o ambiente encontra-se com suas características naturais intactas ou pouco alteradas, e as áreas de fragilidade emergente, que representam as áreas com uso da terra antrópico.

Portanto, é pertinente a aplicação dos estudos geomorfológicos para a orientação da ocupação humana, pois Marques (1996) afirma que em todos os ambientes se tem um relevo, processos geomorfológicos atuando e interações com os demais componentes, mesmo os problemas ambientais não estando diretamente correlacionados com a geomorfologia. Os processos geomorfológicos atuam promovendo ações em direção à evolução do relevo e mobilizando matérias e Marques (1996) entende que

“A intensificação ou amortecimento da atuação desses processos podem ser provocados pelas condições naturais ou por interferências antrópicas, promovendo o aumento e diminuição da erosão ou da deposição, mantendo ou modificando as formas de relevo, constituindo-se em causas ou efeitos de instabilidade ambiental.”

O conhecimento das fragilidades naturais e das potencialidades que o ambiente apresenta para ocupação e exploração dos seus recursos é necessário para a minimização dos impactos ambientais ocorridos no sistema natural. Assim, torna-se possível sem causar impactos ao ambiente um planejamento ambiental aproveitando o potencial natural da localidade. Dessa forma é importante a avaliação das fragilidades e potencialidades dos meios que compõem o município de Cambará do Sul para facilitar o ordenamento territorial e a gestão dos recursos naturais, visando respeitar o equilíbrio dinâmico do ambiente.

2.4. GEOPROCESSAMENTO

A cartografia temática surge da necessidade da representação de fenômenos espaciais específicos que integram o objeto de estudo de determinada área, abordando a cartografia como um instrumento de expressão dos resultados adquiridos pela Geografia e pelas demais ciências que têm necessidade de se expressar na forma gráfica, sendo sua preocupação básica a elaboração e o uso dos mapeamentos temáticos (ROSA, 1992). A designação do termo Cartografia temática, segundo Joly (1990), é de que a mesma são todos os mapas que tratam de outro assunto além da simples representação do terreno.

No estudo de análises socioambientais e nos planejamentos de ocupação de uma determinada área a Cartografia funciona como ferramenta fundamental, pois ela consegue relacionar todas as características do meio.

Os estudos de impactos ambientais e de planejamento territorial ambiental têm sido beneficiados pelo uso de novas tecnologias de geoprocessamento que auxiliam na caracterização e identificação de diferentes manchas que possibilitam uma melhor compreensão do que se encontra no espaço geográfico.

Geoprocessamento pode ser entendido como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas situados em torno do processamento eletrônico de dados que opera sobre registros de fontes georreferenciados, analisando suas características e relações para produzir informações ambientais e sociais. Segundo Assad & Sano (1998), geoprocessamento significa um conjunto de tecnologias utilizadas para a coleta e tratamento de informações espaciais. Por isso ele realizada a coleta, o tratamento, a manipulação e a apresentação de informações espaciais que são voltadas para um objetivo específico.

Para analisar os fenômenos espaciais em diferentes escalas, a evolução da cartografia e das ferramentas do geoprocessamento torna-se quase que imprescindível. Segundo CIRILO & MENDES (2001),

“o geoprocessamento se insere como uma ferramenta que tem a capacidade de manipular as funções que representam os processos ambientais, em diversas regiões de uma forma simples e eficiente, permitindo uma economia de recursos e tempo”.

Isso permite agregar dados de diferentes fontes sejam imagens de satélite, mapas cadastrais, GPS, laser, radar, mapas topográficos, mapas de solos, dentre outros e diferentes escalas.

É possível a realização de diversos planos de informações específicos trazidos da cartografia pela vetorização, os quais irão representar o município em estudo. Isso se faz com a utilização de ferramentas de geoprocessamento mapeando os elementos do meio físico e humano. Através do geoprocessamento se torna possível analisar e/ou desenvolver informações através da combinação de operações espaciais, podendo ser aplicadas a um ou mais planos de informações para se criar novos planos de informação ou calcular medidas (ROSA, 1992).

Assim, o Geoprocessamento apresenta-se como ferramenta capaz de auxiliar no processamento de dados georreferenciados, fornecendo novas informações sobre o espaço geográfico e auxiliando nas problemáticas existentes, principalmente no que se refere à temática ambiental.

Ao se estudar a fragilidade dos ambientes a utilização do geoprocessamento é imprescindível, por possibilitar a elaboração de banco de dados da área de estudo e mapas temáticos de relevo, solos, geologia, uso e ocupação do solo e por fim a carta de fragilidade ambiental do município em estudo.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta computacional utilizada no geoprocessamento que permite fazer análises complexas e criar bancos de dados georreferenciados.

Atualmente os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vem sendo usados como uma ferramenta do planejamento tanto municipal, como nacional auxiliando em uma melhor visualização de um estudo (ENOMOTE & MINE, 2004). Segundo Silva (1999) um SIG entende-se por:

“Um banco de dados georreferenciados, em meio digital, com controle de erro, com os quais podem ser realizados processamentos e análises espaciais. Uma grande vantagem é que os SIG permitem a exibição dos dados e dos resultados das análises na forma numérica e gráfica (mapas).”

Cunha (2001) caracteriza SIG como sendo uma integração, numa única base de dados, de informações espaciais vindas de dados cartográficos, modelos numéricos de terreno, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, dados de censo, entre outros, e assim ele consegue combiná-los e analisá-los permitindo a geração de mapas.

O SIG é de suma importância, pois ele é capaz de gerenciar bancos de dados georreferenciados elaborando, analisando e divulgando produtos cartográficos servindo, assim, de auxílio na análise da relação ambiente e sociedade.

As atividades desenvolvidas em Geoprocessamento são executadas por SIGs, que de acordo com Silva (1999)

“Os SIGs são destinados ao processamento de dados georreferenciados desde a sua coleta até a geração de produtos como mapas e relatórios de arquivos digitais oferecendo recursos para armazenamento, gerenciamento, manipulação e análise de dados.”

As aplicações dos SIGs, segundo Rocha (2000), são muitas como monitoramento de florestas; monitoramento e controle de pragas e doenças nas áreas rurais; simulação de plantios e colheitas; gestão de redes e de distribuição de energia elétrica e de água e coleta de esgoto; administração, caracterização e localização de recursos naturais; monitoramento das bacias hidrográficas; avaliação de aptidão agrícola; mapeamento dos solos e planejamento da expansão urbana.

As áreas de aplicação dos SIGs são diversas, mas se encontram em cinco grupos principais segundo Ramirez (1994):

- Ocupação Humana: redes de infraestrutura; planejamento e supervisão de limpeza urbana; cadastramento territorial urbano; mapeamento eleitoral; rede hospitalar; rede de ensino; controle epidemiológico; roteamento de veículos; sistemas de informações turísticas; controle de tráfego aéreo; sistemas de cartografia náutica; serviços de atendimentos emergenciais.
- Uso da Terra: planejamento agropecuário; estocagem e escoamento da produção agrícola; classificação dos solos; gerenciamento de bacias hidrográficas; planejamento de barragens; cadastramento de propriedades rurais; levantamento topográfico e planimétrico; mapeamento de uso da terra.

- Uso dos recursos naturais: controle do extrativismo vegetal e mineral; classificação de poços petrolíferos; planejamento de gasodutos e oleodutos; distribuição de energia elétrica; identificação de mananciais; gerenciamento costeiro e marítimo.
- Ambiente: controle de queimadas; estudos de modificações climáticas; acompanhamento de emissão e ação de poluentes; gerenciamento florestal de desmatamento e reflorestamento.
- Atividades Econômicas: planejamento de marketing; pesquisas socioeconômicas; distribuição de produtos e serviços; transporte de matéria-prima.

Os SIGs necessitam de profissionais qualificados para a sua operacionalização e obtenção de resultados corretos. Os técnicos devem, sobretudo, conhecer o mundo real no ambiente de sua atuação, através de saídas de campo, para que a utilização dos SIGs se dê da melhor maneira possível.

2.5. Procedimentos Metodológicos e Operacionais

A parte deste capítulo referente aos procedimentos metodológicos e operacionais tem como finalidade principal abranger todos os objetivos gerais e específicos desta pesquisa com o objetivo de alcançar o resultado final proposto. Visto que, algumas etapas são importantes, o trabalho foi dividido em três etapas distintas a fim de auxiliar na melhor compreensão (baseado nos pressupostos teóricos e metodológicos).

Na primeira etapa foi feito um levantamento bibliográfico visando à fundamentação teórica dos principais conceitos e características da área de estudo. A segunda etapa foi caracterizada pelos trabalhos de campo para o reconhecimento do município de Cambará do Sul e para a obtenção do conhecimento necessário que pudesse auxiliar na elaboração deste trabalho. Por último, a terceira etapa foi composta pela geração de mapeamentos e análises dos resultados obtidos através das etapas anteriores do estudo.

2.5.1. Materiais e Métodos

A análise da fragilidade exige estudos básicos do relevo, da litologia, do solo, do uso da terra e do clima. Os estudos obrigatoriamente passam pelos levantamentos de campo, pelos serviços de gabinete, a partir dos quais se gera produtos cartográficos temáticos de Geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e Uso da Terra/Vegetação. Esses produtos temáticos estão acompanhados de relatórios técnicos sintéticos.

Como dito anteriormente, a metodologia que foi utilizada para a realização deste trabalho se baseia em Ross (1994) através da caracterização empírica dos ambientes naturais e antropizados. Ross (1994) baseia essa metodologia nos princípios de Tricart (1977), fundamentada nos estudos das Unidades Ecodinâmicas.

Foram utilizados mapas básicos para a realização do mapa de fragilidade ambiental do município de Cambará do Sul através da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul elaborada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo Instituto de Biociências da UFRGS e pelo Laboratório de Ecologia da mesma, na escala 1:50.000. O programa Google Earth, de acesso livre, auxiliou nos mapeamentos e na comparação com a imagem de satélite utilizada. O mapa de solos foi elaborado baseado no realizado pela Embrapa para o Rio Grande do Sul em escala 1:250.000 e no trabalho de campo realizado e o mapa geológico foi adaptado dos mapas da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) em escala 1:1.000.000 e 1:250.000.

Os documentos cartográficos e materiais de apoio que foram utilizados são os seguintes:

- ✓ Carta Topográfica do Exército de Cambará do Sul e município vizinhos em escala 1:50.000;
- ✓ Imagens de Satélite SPOT do ano de 2008, disponibilizada pelo Laboratório de Geografia Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
- ✓ Aparelho GPS – Sistema de Posicionamento Global de navegação;
- ✓ Software ARCGIS 9.2 para a realização dos mapas temáticos;

- ✓ Câmera Digital;
- ✓ Base Cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul;
- ✓ Google Earth.

Nos itens seguintes estão descritos os procedimentos que foram realizados para a elaboração da base cartográfica digital e na confecção dos mapas e análises que fazem parte do trabalho.

2.5.2. Base cartográfica digital do município de Cambará do Sul

A base Cartográfica Digital tem em sua metodologia um armazenamento de dados espaciais nas formas matricial (raster) e vetorial (vector) utilizando as cartas topográficas do exército encontradas na escala 1:50.000. No mapeamento da área de estudo foi utilizado o recorte entre 48° W e 52° W de longitude e 28° S e 30° S de latitude.

Foi realizada a vetorização da hidrografia, topografia e rede viária através de um SIG com a carta digital como plano de fundo. Esses temas compuseram arquivos nos formatos ponto, linha e polígono de acordo com a característica da feição vetorizada. Assim, pôde-se gerar um banco de dados de SIG que auxiliou na composição do mapa de fragilidade ambiental de Cambará do Sul.

O limite municipal de Cambará do Sul foi retirado da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) a qual possui a delimitação de todos os municípios do estado do Rio Grande do Sul, já em meio digital e pronto para ser aplicado em Software de geoprocessamento.

2.5.3. Análise e mapeamento Geológico

As características geológicas são importantes de serem analisadas, pois é a base para a identificação da fragilidade ambiental. No mapeamento geológico do

município de Cambará do Sul foram utilizados mapas da CPRM e do RADAMBRASIL, com os quais foi possível fazer uma caracterização dos aspectos geológicos do município.

Os mapas da CPRM se encontram em escala 1:750.000 e do RADAMBRASIL são encontrados em escala 1:1.000.000. Com base nesses dados foi possível realizar uma delimitação e caracterização dos diferentes tipos de substrato geológico existentes na área de estudo. Sabe-se que essa escala não é a ideal para um tipo de trabalho como este, devido a isso, foi feita uma caracterização genérica da área de estudo e do seu entorno, sendo essa área os Campos de Cima da Serra.

Esse mapeamento foi realizado no Software Arcgis 9.2 e posteriormente foi utilizado para a realização do mapeamento de fragilidade ambiental.

2.5.4. Análise e mapeamento Geomorfológico

A carta geomorfológica acompanhada da análise morfogenética é um dos produtos intermediários para a elaboração da carta de fragilidade. Sua execução passa pelos procedimentos definidos por ROSS (1990 e 1992), que estabelece a concepção teórica e técnica para a produção da carta geomorfológica e análise morfogenética das diferentes formas de relevo auxiliando, como dito anteriormente, na carta de fragilidade.

A metodologia de Fragilidade que foi utilizada neste trabalho se baseia na geomorfologia e sua aplicação em estudos ambientais. Essa metodologia de Ross é mais aplicável à área rural por adicionar o indicativo antrópico à mesma, possibilitando uma visualização da intensidade da ocupação sob e do uso do ambiente. Ab'Saber (1969) divide o estudo geomorfológico em três níveis fundamentais de tratamento. O primeiro nível é o ponto de partida para as pesquisas nesta área do conhecimento e corresponde à análise da compartimentação topográfica, passando pela descrição, com a maior fidelidade possível, da realidade visual das formas do relevo. O segundo nível de abordagem compreende a estrutura

superficial referente aos compartimentos e formas anteriormente individualizados. As informações correspondentes são obtidas por meio de observações geológicas e geomorfológicas de feições e materiais, sejam antigos ou recentes. Quanto ao terceiro nível, destaca-se a compreensão da fisiologia da paisagem, esta deve ser vista sob a ótica da dinâmica climática, bem como sua sucessão no tempo e no espaço, ou seja, demanda observações de grandes séries temporais, incluindo também, eventos extremos, para identificação da dinâmica do presente e do passado recente.

O primeiro e segundo níveis figuram na proposta metodológica apresentada por Ross (1992), que sistematiza bases teórico-metodológicas para mapeamento geomorfológico, baseado na divisão taxonômica. A proposta consiste no encadeamento das categorias de relevo de acordo com a escala de trabalho. Suas bases remetem à Demek (1967), que divide o relevo em categorias de análise e Gerasimov & Mercejakov (1968) que desenvolvem os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura.

A partir da classificação de ROSS (1992), os táxons ou categorias de relevo (Figura 2) representam:

- 1º táxon: O primeiro táxon está relacionado às grandes unidades de relevo, representando, assim, a morfoescultura, sendo esta a representação das características estruturais genéticas que constituem o relevo;
- 2º táxon: Este táxon representa as unidades morfoesculturais que são unidades menores, geradas pelas ações climáticas ao longo do tempo geológico sobre a morfoestrutura, formando diferentes formas nessa grande estrutura;
- 3º táxon: Possui tamanho menor que os anteriores, sendo representado pelas unidades dos Padrões de Formas Semelhantes do relevo ou os Padrões de Tipos de Relevo. Os processos climáticos atuais são muito bem representados, constituindo conjuntos de formas menores de relevo, apresentando diferenças em função da rugosidade ou dos índices de dissecação, além das diversas formas de topos, vertentes e vales aqui observados;
- 4º táxon: São formas de relevo individualizadas dentro do 3º táxon e podem ser formas de agradação ou denudação. As formas de agradação podem ser: planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies

lacustre. Já, as formas de denudação podem ser colinas, morros, cristas, topos planos, aguçados ou convexos e são, geralmente, resultantes do desgaste realizado pela erosão;

- 5º táxon: É representado pelas vertentes ou setores das mesmas existentes em cada uma das formas de relevo individualizadas;
- 6º táxon: São as menores formas encontradas, sendo produzidas por processos erosivos atuais como as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamento, assoreamento, terracetes de pisoteio, bancos de sedimentação atual sendo consequência de processos morfogenéticos atuais, quase sempre induzidos pelo homem.

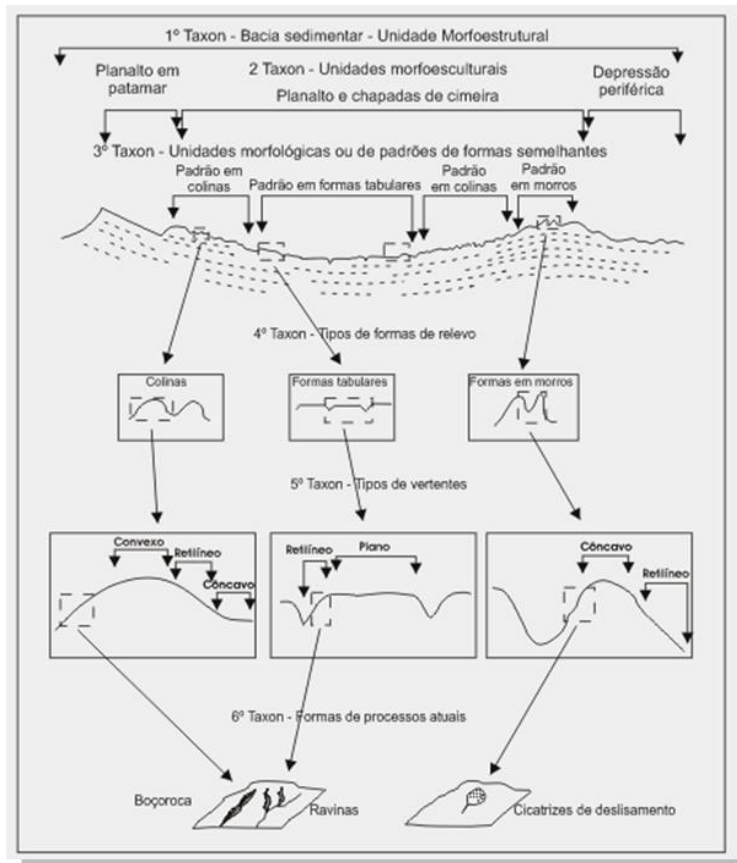


Figura 2 – Esquema mostrando a taxonomia na compartimentação do relevo. Fonte: Ross (1992).

Sob a perspectiva sistêmica, Tricart (1977) conclui que a morfodinâmica é um componente de grande importância na dinâmica da superfície terrestre, sendo o fator limitante para o desenvolvimento dos seres vivos. Desta maneira, o autor percebeu a necessidade de estabelecer uma classificação de ambientes de acordo

com seu grau de instabilidade morfodinâmica em função das condições de predominância de morfogênese ou pedogênese. Evidentemente, estas propriedades são mutáveis de acordo com intervenções promovidas pela ação humana. A divisão apresenta:

- Meios Estáveis: A pedogênese predomina em relação à morfogênese;
- Meios Intergrades: Onde o balanço pedogênese-morfogênese favorece um ou outro e, dependendo da situação este meio tenderá para estável ou instável;
- Meios Instáveis: Que têm como característica a vasta predominância da morfogênese sobre a pedogênese. São meios onde os processos erosivos apresentam-se de maneira acentuada.

Para a obtenção dos resultados propostos, como a identificação dos padrões de formas no município de Cambará do Sul foi utilizado como base os mapas geológicos da área de estudo elaborados pela CPRM e também os mapas geológicos e geomorfológicos elaborados pelo RADAMBRASIL, bem como as saídas de campos realizadas na área.

Para a realização do mapa geomorfológico foi utilizada a base cartográfica digital em escala 1:50.000, utilizando-se das curvas de níveis e os pontos cotados extraídos das cartas topográficas e, a partir disso, foi elaborado no Software ArcGis 9.2 um modelo numérico de elevação do terreno (MNT) para a área de estudo. A partir do MNT foi possível elaborar os Mapas Clinográfico e Hipsométrico da área de estudo, podendo ser dividido em classes segundo Ross (1994) na avaliação da fragilidade ambiental.

O MNT é uma representação matemática da distribuição espacial de características vinculadas a uma superfície real (SPRING, 2007) e com o mesmo é possível realizar o cálculo de áreas, declividades, geração de imagens com sombreamento em níveis de cinza e uma visualização tridimensional do relevo. Classifica-se esse modelo de acordo com cores para cada valor do terreno, geralmente formando um degrade.

O mapa clinográfico é de grande valia para o desenvolvimento do estudo da fragilidade, pois indica os devidos índices para o estabelecimento do mapa síntese. O mapa clinográfico do município de Cambará do Sul foi gerado a partir desse modelo de elevação do terreno no Software Arcgis 9.2 e a partir desse se obteve o

modelo de declividades. Esse modelo foi classificado de acordo com Ross (1994) que, por sua vez, define as classes de fragilidade quanto ao grau de declividade do terreno.

Ainda nesse item da metodologia, foi realizada a combinação da Imagem de Satélite SPOT e do MNT, citado anteriormente, o que possibilitou uma visão do relevo tridimensional.

O mapa geomorfológico possui uma legenda básica, a qual indicará apenas as convenções cartográficas e a identificação das cores, e uma legenda Integrada que contem as informações da taxonomia e formas do modelado.

2.5.5. Caracterização climatológica de Cambará do Sul

Foi realizada uma caracterização climatológica do município de Cambará do Sul, pois segundo Ross (1994) deve-se levar em consideração o clima, principalmente dados de pluviosidade e de temperatura quando realizado um estudo de fragilidade ambiental. O clima foi caracterizado na região através de dados obtidos na estação meteorológica do município, sendo esta de responsável o Instituto Nacional de Meteorologia.

Os dados existentes são dos últimos 14 anos, e assim foi possível realizar essa caracterização através de dados de pluviosidade, temperaturas e umidades relativas do ar.

2.5.6. Análise e mapeamento dos Solos

O mapeamento de solos do município de Cambará do Sul representa os diferentes tipos de solos presentes na área de estudo. Esse mapeamento foi realizado baseado no mapeamento da Embrapa para todo o estado do Rio Grande

do Sul e nos trabalhos de campo realizados. Os tipos de solo foram classificados de acordo com as características físicas de cada classe de solo.

No que diz respeito aos solos leva-se em conta a textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. Tais características do solo estão ligadas a diversos fatores como relevo, litologia, clima, pedogênese e suas características físicas e químicas.

De acordo com Ross (1994), os estudos dos tipos de solos são utilizados para a avaliação da potencialidade agrícola (aptidão agrícola ou capacidade de uso) e também subsidia a análise da fragilidade ambiental frente às ações humanas ligadas à agropecuária.

2.5.7. Análise e mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal

A análise e mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal são relevantes para o estudo, pois apresenta a ocupação do espaço geográfico sob uma ótica econômica. Essa análise iniciou com o tratamento de imagens de satélite SPOT utilizando-se do programa Arcgis 9.2. Para isso, foram feitas diversas delimitações de todos os componentes de uso e ocupação do solo além da cobertura vegetal.

Foram obtidos dados no IBGE e na FEE (Fundação de Economia e Estatística) sobre a economia e agricultura do município, além de dados na própria Prefeitura de Cambará do Sul sobre a ocupação do mesmo.

Critérios foram analisados quanto ao uso e ocupação do solo e à vegetação, como: densidade da vegetação, tipo de vegetação, densidade e tipo de cultivos, silvicultura, entre outros.

Além dessas pesquisas e análises foram realizados trabalhos de campo na área de estudo para averiguação das informações produzidas através das imagens de satélites. Com isso, foi possível uma melhor caracterização do uso do solo e da cobertura vegetal da região.

2.5.8. Mapa de fragilidade dos ambientes naturais e antropizados

A partir desta perspectiva, desenvolveu-se a metodologia de fragilidade ambiental (ROSS, 1990 e 1994), que procura acrescentar procedimentos práticos para as proposições teóricas de Tricart (1977) e de Ab'Saber (1969). Para o mapeamento da fragilidade se utilizou como base a metodologia para mapeamento geomorfológico apresentada por Ross (1992).

A análise da Fragilidade ambiental consiste na susceptibilidade dos terrenos frente às intervenções humanas baseando-se na capacidade potencial de remanejamento de material. Diferencia-se da erodibilidade por ser mais amplo e incorporar os mais variados processos: erosão laminar, em sulcos, quedas de blocos e movimentos de massa. É obtida por um índice, resultado da combinação de quatro variáveis: o relevo, o tipo de solo e o uso/ocupação da terra e pluviometria. Sendo assim, o mapa de Fragilidade é resultado da correlação destas informações obtidas nos mapas: geomorfológico, pedológico, pelo de uso/ocupação e variação pluviométrica.

A metodologia desenvolvida por Ross (1990 e 1994) prioriza o relevo como âncora da análise. Apoiase nos parâmetros estabelecidos pelos dados morfométricos, como inclinação das vertentes e dissecação do relevo, e principalmente na classificação taxonômica estabelecida na divisão da geomorfologia estabelecida previamente. Em médias e pequenas escalas utilizam-se os Padrões de Formas baseados na rugosidade topográfica, ou Índices de Dissecação de Relevo; em escalas maiores (como 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 ou 1:20.000), a morfologia das vertentes e as Classes de Declividade.

O estudo da Fragilidade pode conter imprecisões, mas serve como importante arcabouço para o zoneamento ambiental, indicando potencialidades e fragilidades do terreno e fornecendo elementos plausíveis para a determinação da ocupação e de usos humanos mais adequados frente às imposições do meio físico.

Os índices de Fragilidade foram definidos pela combinação da dissecação do relevo; da classe de solo; do grau de proteção (uso da terra) e os índices

pluviométricos. As medidas dos índices de dissecação do relevo, bem como da dimensão interfluvial seguem a classificação pré-estabelecida por Ross (1990).

Nos mapeamentos que foram realizados puderam ser aplicados pesos de 1 a 5 para cada variável e o produto final (mapa de fragilidade) sintetiza a soma dessas variáveis: relevo, solos, pluviosidade/temperatura, vegetação/uso da terra, desta maneira:

- Clima (pluviosidade/temperatura): a pluviosidade pode ser relacionada a uma maior erosão do solo e assim, áreas de maiores declividades podem ser mais afetadas pelas chuvas por possuírem maior facilidade de ocorrência de processos erosivos;
- Litologia/solos: Os solos menos suscetíveis à erosão terão graduação com valor igual a 1 e os mais suscetíveis terão valor igual a 5;
- Declividade: menor declividade terá peso igual a 1 e o maior índice de declividade terá peso igual a 5;
- Geomorfologia: áreas menos suscetíveis à erosão terão grau de fragilidade 1 até as áreas mais suscetíveis que terão grau de fragilidade 5;
- Vegetação/uso da terra: o solo que oferece maior proteção em relação às águas pluviais terá o menor valor (1) e o solo que oferece menor proteção terá valor máximo (5).

Com esses dados foi feita a combinação dos mapas e assim se obteve o mapa de fragilidade ambiental. O mapa de fragilidade ambiental permite a visualização das áreas de maior fragilidade na área de estudo o que possibilitará um planejamento territorial para o município de Cambará do Sul e também poderá trazer as áreas de potencialidades, nas quais o município poderá se desenvolver, da melhor forma possível, protegendo os recursos naturais. Os graus de fragilidade para cada mapeamento foram atribuídos de acordo com Ross (1994) mostrados nos quadros 3, 4 e 5.

Quadro 3 – Grau de Fragilidade das Classes de Declividade

FRAGILIDADE	DECLIVIDADE
1 Muito Fraca	<6%
2 Fraca	6% a 12%
3 Média	12% a 20%
4 Forte	20% a 30%
5 Muito Forte	>30%

Fonte: Ross (1994)

Quadro 4 – Grau de Fragilidade das classes de solos

FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1 Muito Fraca	Latossolo roxo, latossolo vermelhor – escuro e vermelho-amarelo com textura argilosa
2 Fraca	Latossolo amarelo e vermelho-amarelo com textura média argilosa
3 Média	Latossolo vermelhor-amarelo; terra roxa, terra bruna; podzólico vermelho-amarelo com textura média/argilosa
4 Forte	Podzólico vermelho-amarelo com textura média/arenosa; cambissolo
5 Muito Forte	Podzolizados com cascalhos; litólicos e areias quartzozas

Fonte: Ross (1994)

Quadro 5 – Grau de Proteção/Fragilidade das classes de cobertura vegetal e uso do solo

Grau de Proteção/Fragilidade	Cobertura vegetal e uso do solo
1 Muito Alta/ Muito Fraca	Florestas, matas nativas, florestas cultivadas com biodiversidade
2 Alta/ Fraca	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa), mata homogênea de pinus densa, pastagens, pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo e ciclo longo (como o cacau)
3 Média/ Média	Cultivo de ciclo longo em curva de nível/terraceamento (como café, laranja com forrageiras entre ruas), pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas
4 Muito Baixa/ Muito Forte	Cultivo de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta-do-reino, laranja) com solo exposto entre ruas, culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão) com cultivo em curvas de nível/terraceamento
5 Baixa a Nula/ Muito Forte	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas

Fonte: Ross (1994)

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA REGIONAL

3.1. Caracterização geológica e geomorfológica do contexto regional

Conhecimentos referentes ao substrato geológico da área de estudo são fundamentais, juntamente com outros estudos, para a compreensão das dinâmicas naturais e antrópicas e avaliação das fragilidades que acontecem no âmbito de uma região.

A caracterização da geologia e da geomorfologia auxilia no entendimento da fragilidade ambiental do município de Cambará do Sul, pois funciona como apoio para análise das dinâmicas naturais e antrópicas dos ambientes (ROSS, 1994).

O relevo brasileiro possuiu uma proposta de classificação (ROSS, 1985) na qual são priorizadas as morfoesculturas sendo estas classificadas de acordo com suas características estruturais. As morfoesculturas e morfoestruturas no Estado do Rio Grande do Sul foram classificadas da seguinte maneira (ROSS, 1985): Planalto Sul-Riograndense, Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná, Depressão Periférica Sul-Riograndense e a planície das lagoas dos Patos/Mirim, Bacia Sedimentar do Paraná e Bacia Sedimentar de Pelotas.

Segundo Suertegaray e Fujimoto (2004) o Estado do Rio Grande do Sul se divide em cinco unidades geomorfológicas: Planalto Uruguaio Sul-Riograndense, Depressão Periférica, Planalto Meridional, Cuesta de Haedo e Planícies e Terras Baixas Costeiras (Figura 3). Quanto à morfoestrutura no Rio Grande do Sul encontram-se o Cráton Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano; a Bacia Sedimentar do Paraná e a Bacia Sedimentar de Pelotas.

Este capítulo visa apresentar um resumo da geologia e da geomorfologia regional baseado em estudos anteriormente realizados e através de informações obtidas de mapeamentos, como do RADAMBRASIL (IBGE, 1986).

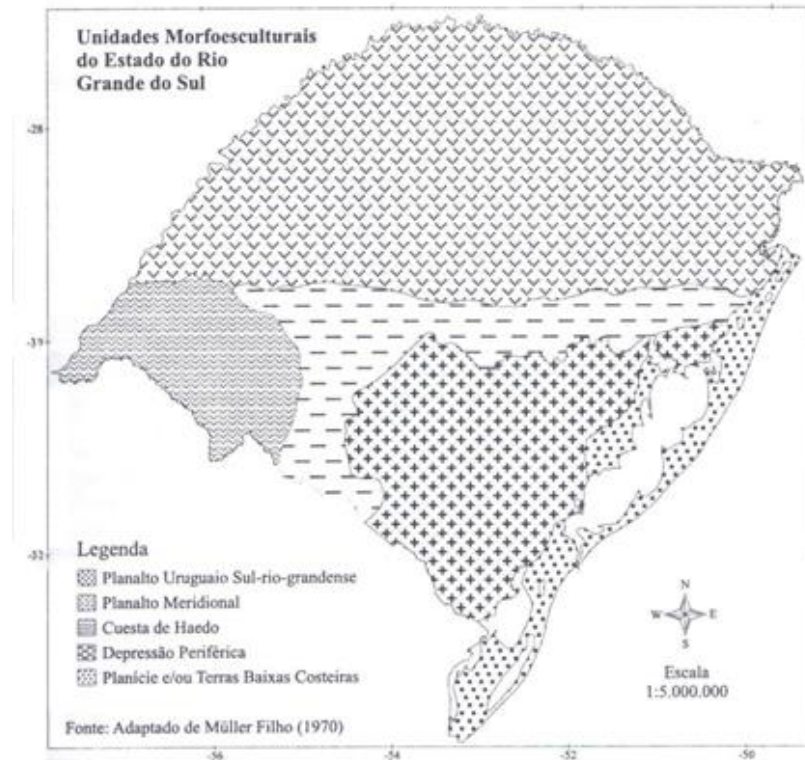


Figura 3 - Unidades morfoesculturais do relevo do Rio Grande do Sul. Fonte: Suertegaray e Fujimoto (2004)

A relação entre geologia e geomorfologia pode ser melhor entendida visualizando o Quadro 6, pois a mesma não é necessariamente direta (SUERTEGARAY E FUJIMOTO, 2004)

Quadro 6 – Comparação entre as morfoestruturas e morfoesculturas que caracterizam o estado do Rio Grande do Sul

Morfoestruturas Litologias	Morfoesculturas	Idade Geológica
Cráton Rio de La Planta e Cinturão Dom Feliciano (ígneas e metamórficas)	Planalto Uruguaio Sul-riograndense	Pré-Cambriano
Bacia Sedimentar do Paraná (sedimentares e efusivas)	Depressão Periférica Planalto Meridional Cuesta de Haedro	Paleozóica Mesozóica Mesozóica
Bacia Sedimentar de Pelotas (sedimentares)	Planícies e Terras Baixas Costeiras	Cenozóica

Fonte: Suertegaray e Fujimoto (2004)

Considerando o nível de análise regional, as influências tectônicas são a base para que se dê a origem das formas. Assim, em termos regionais, o município de Cambará do Sul está em sua totalidade inserido na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e na morfoescultura do Planalto Meridional segundo a classificação de Suertegaray e Fujimoto (2004). Essa região possui as maiores altitudes do Estado, ultrapassando os 1.000 metros, sendo formada por uma litologia predominantemente de rochas sedimentares e vulcânicas.

De acordo com Ab'Saber (1969), a região do planalto é considerada uma superfície de cimeira, sendo chamada de superfície de Vacaria. Essa possui cursos d'água adaptados a uma estrutura litológica e aos lineamentos tectônicos sendo esses, em sua maioria, encaixados, curtos e profundos.

O Planalto Meridional, também conhecido como Planalto Basáltico, teve como processo morfogenético corrida de lavas em fissuras além de reativação tectônica com basculamento, falhamento e erosão fluvial. Esse planalto é limitado por uma escarpa abrupta voltada para o oceano e outra escarpa de erosão em contato com a Depressão Periférica (SUERTEGARAY & FUJIMOTO, 2004).

3.2. Morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná

A Bacia do Paraná possui um conjunto de rochas com idades entre o Neorodoviciano e Neocretáceo, sendo esta uma grande região sedimentar do Brasil. Essa bacia está inserida em quatro países da América do Sul (Figura 4): Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai; possuindo em sua totalidade uma área de aproximadamente 1.500.000 Km² (MILANI, 2000).



Figura 4 - Situação da Bacia do Paraná no continente sul-americano. Fonte: Zalán *et al.*, (1990).

A formação da Bacia do Paraná segundo Milani & Thomaz Filho (2000) e Zalán *et al* (1990) se deu através da subsidência causada pelo resfriamento da crosta recentemente agrupada no fim do ciclo Brasileiro no Neo-proterozóico. Com dados sísmicos, aeromagnéticos e gravimétricos foram vistas falhas com direções NE-SW que deram condição para que ocorresse a sedimentação de depósitos de idade Siluriana-Devoniana na Bacia do Paraná, podendo assim, ser vista uma tectônica de rifte central em sua instalação e início de sedimentação (MACHADO, 2005; MILANI, 1992).

A história geológica da Bacia Sedimentar é marcada por uma sequência de processos erosivos, a partir do devoniano inferior, interpolados com ciclos sedimentares que alcançavam diversos ambientes como o desértico e vulcânico no triássico superior; o marinho no devoniano inferior e permiano inferior e os ambientes fluviais e lacustres, desde o permiano inferior ao cretáceo inferior, diversas vezes (ALMEIDA, 1949).

No que se refere à estrutura, a Bacia do Paraná, de acordo com Bally & Smelson (1980) e Cordani *et al* (1984), é constituída da seguinte forma: uma bacia entre placas desenvolvida sobre uma crosta continental rígida (Plataforma Sul Americana) se referindo a uma bacia cratônica afetada pelos eventos magnéticos e metamórficos do ciclo brasileiro (700 – 450 Milhões de anos).

Durante a desagregação do supercontinente Pangéia e a fragmentação dos continentes Africano e Sul-americano baseado na implantação das condições de abrasão eólica dentro da bacia se desenvolveram fases distensionais e de soerguimento a partir do Mesotriássico, se inserindo temporalmente nos momentos iniciais desse grande ciclo geotectônico (MILANI *et al*, 1998).

3.3. Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é formada por basaltos maciços de granulometria fina e cor cinza escura. A mesma está sobreposta aos arenitos da formação Botucatu, caracterizando assim o estrato superior da sucessão de rochas

encontradas na área. Suas direções preferenciais no seu padrão de faturamento são N-NE e W-NW, e este sistema de fraturas é o responsável pela direção geral de vales e drenagens.

Ocorreram sucessivos derrames correspondentes aos diferentes eventos vulcânicos e esses foram responsáveis pela formação deste espesso pacote de basalto que atingem centenas de metros. Os basaltos têm relação direta com as feições geomorfológicas observadas na região, por ser uma rocha resistente ao intemperismo, podendo “sustentar” o relevo formar as escarpas da Serra Geral ou os Aparados da Serra.

Possivelmente no médio jurássico e médio cretáceo, após a fragmentação do Gondwana, ocorreram uma série de alinhamentos de falhas e reativações que foram fundamentais a individualização das unidades de relevo atuais, de acordo com Suertegaray e Fujimoto (2004).

A Idade da Formação Botucatu (*deserto Botucatu*) no Estado do Rio Grande do Sul é quase a mesma dos derrames vulcânicos e assim, as dunas eólicas preservadas foram desenvolvidas no máximo algumas centenas de milhares de anos anteriormente ao vulcanismo da Serra Geral (SHERER *et al*, 2000).

Segundo Scherer *et al* (2000) diversos arenitos intertraps marcam os depósitos eólicos da Formação Botucatu intercalados com os derrames da Formação Serra Geral em diferentes locais da bacia. Assim, pode-se dizer que existe uma continuidade temporal entre a sedimentação Botucatu e o vulcanismo da Serra Geral apontada por uma diminuição da sedimentação eólica e um acréscimo do volume de rochas vulcânicas.

A Formação Serra Geral da Bacia do Paraná é caracterizada por possuir uma pilha vulcânica de derrames basálticos sobrepostos ou intercalado com unidades ácidas, sendo representadas em mais da metade do Estado do Rio Grande do Sul, principalmente em sua porção setentrional (ROISENBERG & VIERO, 2000)

O magmatismo ocorrido na Bacia do Paraná é essencialmente de natureza básica e caráter toleítico. O pacote ácido da Bacia do Paraná é composto por riolitos, riodacitos e quartzolotitos que perpassam cerca de 50.000 km² do Rio

Grande do Sul, no qual sua espessura máxima alcança 400 metros na porção central da escarpa meridional, de acordo com (ROISENBERG & VIERO, 2000)

Bellieni *et al* (1986) fez uma subdivisão dos vulcanitos ácidos da Bacia do Paraná no que se refere à geoquímica: Chapecó, localizada no norte e centro da bacia é mais enriquecido em TiO_2 , P_2O_3 , Zr, Ba e Sr se comparado ao tipo Palmas, que se concentra na parte sul da Bacia do Paraná, possuindo baixos conteúdos de elementos compatíveis (UMANN *et al*, 2001).

Nardy *et al* (1995) indicaram a inclusão de outras duas unidades litoestratigráficas chamadas de Membro Chapecó, caracterizada pela presença de rochas ácidas do “tipo Chapecó”, e Membro Palmas, caracterizada por possuir rochas ácidas do “tipo Palmas” à Formação Serra Geral. Isso ocorreu com intuito de melhorar o mapeamento geológico das rochas vulcânicas da parte central da Bacia do Paraná, pois assim era possível respeitar a hierarquia estratigráfica mantendo o nome “Formação Serra Geral” para os derrames basálticos. Esses derrames correspondem à quase totalidade das rochas vulcânicas expostas na Bacia do Paraná de acordo com Nardy *et al* (2002).

Com isso, foi possível a elaboração de um mapa litoestratigráfico da Formação Serra Geral (NARDY *et al*, 2002), visualizado na figura 5. Esse mapa leva em consideração cinco unidades estratigráficas, na qual podemos destacar a Unidade Ácida do Membro Palmas onde o município de Cambará do Sul está inserido em sua totalidade.

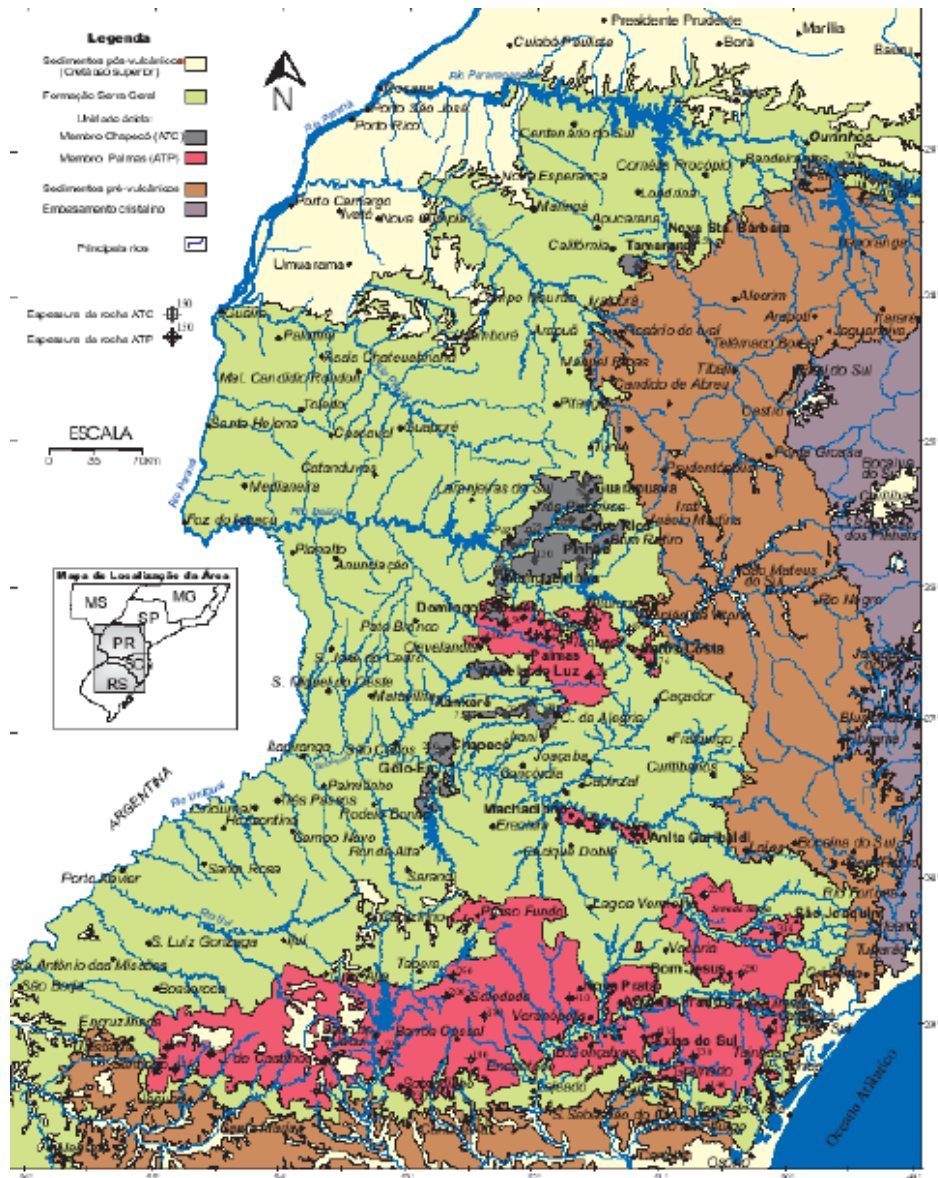


Figura 5 - Mapa Litoestratigráfico da Formação Serra Geral. Fonte: Nardy *et al* (2002).

Segundo Nardy *et al* (2002) o Membro Palmas localiza-se a partir do rio Iguaçu em direção ao sul, cobrindo uma área total de 57.000 Km². Próximo ao topo e à base da sequência de rochas ácidas do tipo Palmas é possível encontrar numerosas intercalações de rochas de natureza intermediária, como os andesitos toleíticos. Três níveis diferenciados foram identificados para as sequências de rochas vulcânicas do tipo Palmas, como pode ser visto na figura 6.

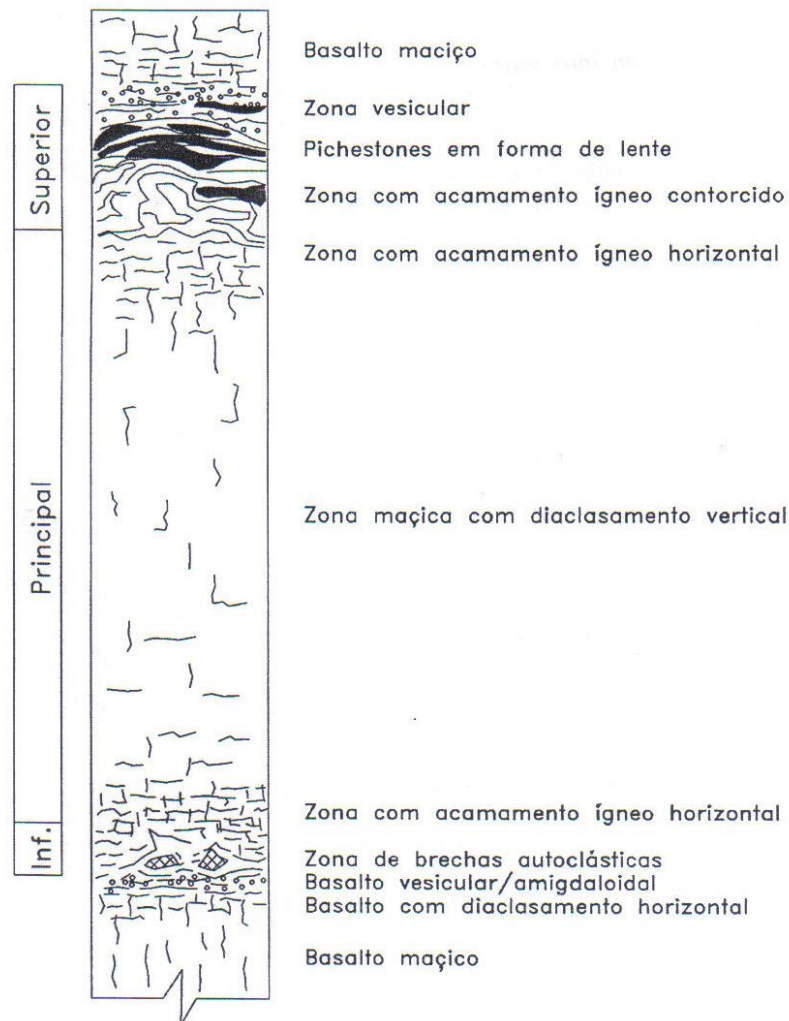


Figura 6 - Representação esquemática de uma seqüência completa de rochas ácidas do tipo Palmas (Membro Palmas). Fonte: Nardy *et al* (2002).

A porção superior é composta por corpos lenticulares ou tabulares a variedades hipohialinas e afíricas, podendo atingir até 10 metros de espessura e é onde geralmente se finaliza a seqüência de natureza ácida. Esta composição litológica possui composição parecida aos hipo-hialinos, mas nesse é percebido um enriquecimento mais acentuado em SiO_2 (entorno de 72% de peso). A aparência de derrames basálticos é comum sobrepondo-se à seqüência ácida, podendo chegar até 20 metros (NARDY *et al*, 2002).

A porção central é a mais expressiva, representando pelo menos 80 % do total de seqüências vulcânicas deste tipo de rocha. Essa é a porção mais bem preservada e geralmente a mais visível nos platôs de rochas do tipo Palmas. Mais

próximo ao topo, o acabamento ígneo vai sucessivamente se tornando mais fino chegando a no máximo 20 cm de espessura, como por exemplo o que ocorre na zona próxima do contato com a porção basal, começando a assumir um padrão ondulado, formando em escala de afloramento verdadeiros sinclinais e anticlinais.

Por último, a porção basal representa uma seção sem expressividade de brechas autocláticas com até 5m de espessura. Nesta parte podem ser vistos clastos angulosos, maciços ou fortemente vesiculados soldados por material vítreo também de composição ácida. Essa amostra é raramente observada, sendo que ela se encontra no contato com os basaltos da unidade básica inferior. Quando ela é observada, geralmente está em estágio adiantado de alteração. A sequência de rochas do tipo Palmas é completada por veios ou cavidades com até 10 cm de largura ou diâmetro preenchida por quartzo, zeólitas ou calcitas.

3.4. Morfoescultura do Planalto Meridional

O Planalto Meridional perpassa diversos estados brasileiros, entre eles: Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sua extensão é de mais de 1 milhão de quilômetros quadrados, possuindo uma vasta série de capas efusivas que se sobrepuseram aos paleorelevos sedimentares mesozoicos e paleozoicos da Bacia do Paraná. Existiram diversas extrusões de magma com espaçamento, muitas vezes, prolongados entre esses episódios eruptivos. Sua origem se deu através de um vulcanismo de fissura com corridas de lavas em extensos lençóis que se encaixaram às estruturas pré-existentes. De acordo com Müller Filho (1970) os derrames, ao se acomodarem à paleotopografia, escoaram em direção ao eixo da Bacia, coincidente com a posição atual dos rios baixo-Uruguai e Paraná. Essas ocorrências, se relacionadas com os soerguimentos sofridos pelo conjunto, servem como justificativa para a inclinação dominante do Planalto Meridional indo para o alto curso do rio Paraná no setor norte e indo para o lado oeste no restante do território.

Leinz (1949) verificou a natureza radial dos derrames basálticos na direção

nordeste do Rio Grande do Sul e leste-sudeste de Santa Catarina. A ideia de plataforma estrutural relaciona uma relativa concordância entre a superfície topográfica do platô e o ângulo médio dos mergulhos, evidenciados pelas direções dos derrames do planalto divergirem para oeste, noroeste, sudoeste e sul.

Uma escarpa de origem de falhamento está presente e sua face está voltada para leste. Segundo Suertegaray & Fujimoto (2004)

“A face esculpida pelo então entalhamento sucessivo das camadas rochosas pelos cursos d’água apresenta-se, mais particularmente no Rio Grande do Sul, na sua porção com sentido leste-oeste e sudoeste. A partir de sua inclinação para o oeste, esta perde a altitude gradativamente configurando-se no seu extremo sudoeste uma região de Cuesta”

É possível observar uma preservação deste planalto e isso pode estar relacionado com a sua drenagem, que durante muito tempo era consequente, muito alongada e pouco encaixada. Durante o Paleogeno e Neogeno, com fases rápidas e sucessivas ascensões epirogênicas, os rios de planalto se encaixaram fundo juntamente com uma adaptação às deformações sofridas pelo platô. O soerguimento ocorreu em fases rápidas e importantes se opondo ao rebaixamento dos interflúvios que foi lento e insignificante.

De acordo com Ab’Saber (1969) o entalhamento vertical, realizado através da erosão do talvegue, foi superior em potência aos processos morfoclimáticos de abertura de vertentes, que se fizeram no dorso maciço e resistente da gigantesca pilha de lavas.

Zaions (1989) citou que a geomorfologia regional está dividida em dois compartimentos distintos: a Escarpa ou Encosta do Planalto e as Coxilhas da Superfície do Planalto. As Coxilhas da Superfície do Planalto caracterizam-se por possuir uma forma de relevo de dissecação diferencial, podendo ser vista nos profundos entalhes fluviais que se mostram nas linhas estruturais com diversas orientações. Já, a Escarpa ou Encosta do Planalto pertencente à Unidade Geomorfológica Serra Geral é formada por terminais escarpados do Planalto dos Campos Gerais nas bordas do mesmo.

De acordo com a fisionomia geomorfológica regional, estando situada em um dos pontos mais elevados do sul do Brasil, a região abriga inúmeras nascentes de rios. Em função do esculpimento do relevo, foram formados grandes blocos de serras com relevo ondulado a forte-ondulado e coxilhas mais aplainadas, com estreitas chapadas nas bordas dos Cânions (foto 5), recoberto por campos limpos, com florestas com araucárias nos vales e no entorno das principais nascentes.



Foto 5 – Cânion Itaimbezinho localizado em Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2010).

3.5. Caracterização regional do clima e vegetação

A região sul do Brasil, devido a diversos fatores como influência da estrutura topográfica, variações de latitude e longitude e por ser local de passagem de sistemas de massa de ar e de formação de frente meteorológicas, é considerada a de maior variabilidade nos elementos meteorológicos durante o ano (DINIZ *et al*, 2003; MACHADO *et al*, 2010).

O clima regional é classificado no sistema de Köppen como Cfb, clima temperado úmido conforme Mota (1950). A temperatura média anual oscila entre 14°

e 16° C; a temperatura média máxima é inferior a 22° C e a temperatura média mínima varia entre 9° e 11° C. A precipitação anual é distribuída uniformemente ao longo do ano, sendo que a média anual varia de 1500 a 2100 mm. A umidade relativa do ar oscila entre 75 e 85% (RIO GRANDE DO SUL, 1994). Os invernos são rigorosos com ocorrência de geadas e a formação de densos nevoeiros.

As condições climáticas dos Campos de Cima da Serra foram descritas por Pereira *et al* (2009) de acordo com uma série meteorológica de 60 anos. Tendências de diminuição da temperatura máxima e de aumentos na temperatura mínima e no número de dias de chuva foram observadas a partir desta série. Os totais mensais médios de precipitação pluvial oscilam entre 101 mm e 174 mm estando de acordo com as características de região chuvosa, podendo ser vista nos trabalhos realizados por Ipagro (1969), Berlato *et al* (1995) e Ávila *et al* (1996).

Uma das principais atividades econômicas do Rio Grande do Sul é a agropecuária e esta é fortemente influenciada pelas condições climáticas. Assim, o estudo da variabilidade climática é de suma importância para avaliar o seu impacto sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas na região dos Campos de Cima da Serra.

Na análise dos ambientes a caracterização climática deve ser entendida, dando ênfase aos dados de precipitação e temperatura. Segundo Ross (1994) é mencionado que um tipo de análise neste âmbito é mais necessária quando a área apresenta variações climáticas notáveis, como é o caso de Cambará do Sul, que possui invernos muito rigorosos e verões amenos.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o qual possui dados atualizados para o município de Cambará do Sul dos últimos 14 anos e as suas médias podem ser observadas no quadro 7.

Quadro 7 – Dados Climatológicos do período de 1998 a 2011, mensais e anual.

Meses	Umidade Relativa do ar (%)	Temperatura Média °C	Precipitação Pluviométrica (mm)
Janeiro	84	19,4	182,7
Fevereiro	85	19,5	158,8
Março	85	18,5	168,4
Abril	86,2	16,1	121,6
Mai	87	12,2	127,6
Junho	88	12,6	117
Julho	88	11,8	147,9
Agosto	83	12	132,3
Setembro	85,5	12,8	196,3
Outubro	84,5	15,4	152,3
Novembro	78,2	16,6	158,9
Dezembro	80	18,1	131,2
Média Anual	85	15,7	1891,80

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, acesso em 5 de novembro de 2012)

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

A umidade relativa do ar de Cambará do Sul varia de 78,2% a 88% no que diz respeito a sua média mensal. A média anual de umidade relativa do ar é de 85%. Os meses que possuem umidade relativa mais elevada são junho e julho e o mês que possui umidade relativa mais baixa é novembro.

O município de Cambará do Sul possui temperatura média anual de 15,7°C, variando de 11,8°C no mês de julho à 19,5°C no mês de fevereiro. Os meses mais frios são de maio a setembro e os meses mais quentes são de novembro a abril. As médias mensais de temperatura são melhor visualizadas no Gráfico 1.

Uma característica que está relacionada às temperaturas é que nos meses mais frios os solos são afetados quanto à sua formação e isso dificulta a agricultura e a pecuária em Cambará do Sul, que está situada na zona mais fria do Estado do Rio Grande do Sul.

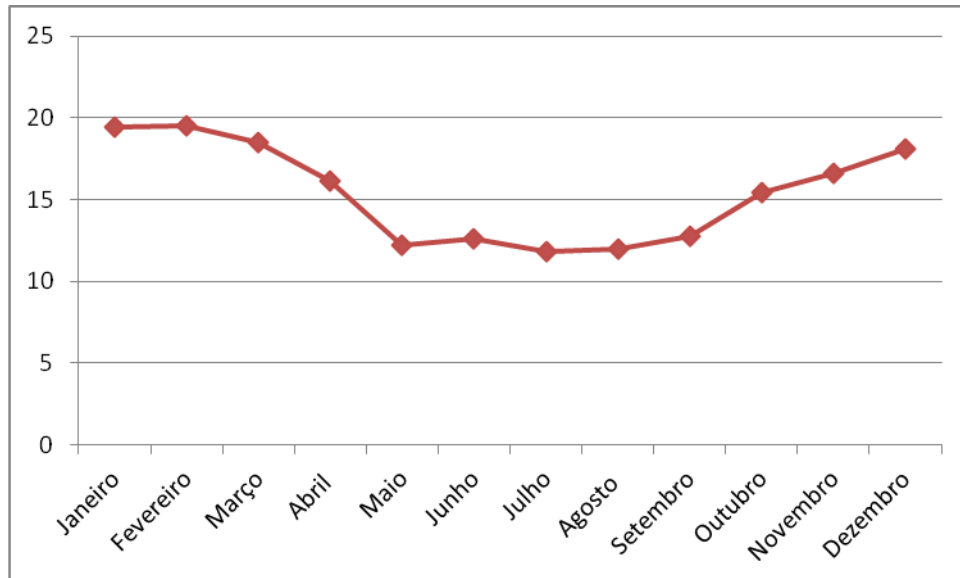


Gráfico 1 - Variação das temperaturas médias mensais (período de 1998 a 2011). Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

No que se refere à precipitação pluviométrica a média mensal é de 150,1 mm, sendo o mês mais chuvoso setembro com média de 196,3 mm. Já o mês que possui a menor média de precipitação é junho, atingindo apenas 117 mm de média. A média anual desses últimos anos é de 1891,80 mm. A precipitação influencia diretamente na vegetação da região, pois é ela, associada aos solos que determinam o crescimento ou não da mesma. Os dados de precipitação são dados em mm e podem ser observados no Gráfico 2.

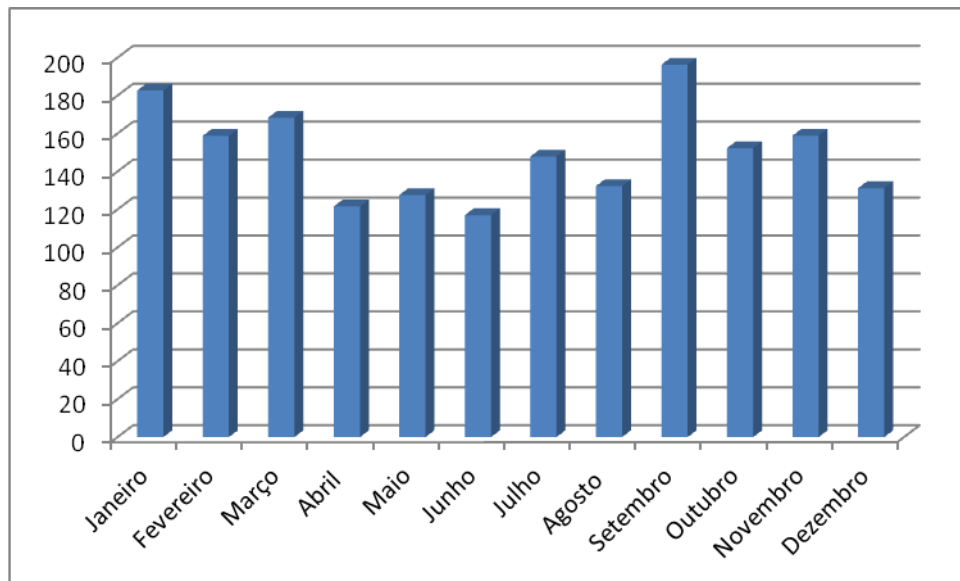


Gráfico 2 – Médias mensais de pluviosidade em Cambará do Sul (período 1998 a 2011). Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

A precipitação pode ser relacionada a fatores erosivos, principalmente em locais onde a mata nativa não está tão presente. A mata nativa protege o solo da precipitação e onde ela não ocorre, o solo fica mais exposto e assim a fragilidade ambiental pode ser mais alta. Portanto, a precipitação influencia diretamente na erosão do solo, pois quanto maior a precipitação maior será o escoamento. Áreas com maiores declividades tendem a possuir uma maior erosão, pois estão mais suscetíveis à ação da precipitação.

A vegetação que predomina na região é a de campos, mas existe uma participação significativa da vegetação arbórea. Na região existe uma mata de araucária caracterizada pela presença do pinheiro brasileiro (*Araucária angustifolia*). Essa mata pode ser dividida em dois estratos, um inferior bem diversificado, composto por árvores mais baixas e muito ramificadas, e um superior onde predomina a araucária e o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*) (RAMBO, 1956).

De acordo com Boldrini (1997) gramíneas cespitosas dominam a vegetação campestre e os campos são, geralmente, compostos por gramíneas grosseiras, cespitosas e de crescimento estival. Um manejo feito da forma correta favorece a vegetação existente, às vezes realizado com o uso do fogo nos campos, pois o

mesmo pode contribuir para a manutenção dos campos, beneficiando este tipo de composição florística.

Assim, pode-se ressaltar que a vegetação natural da área de estudo, segundo o Mapa de Distribuição da Vegetação do Brasil (IBGE 2004 – Escala 1:1.000.000; MMA, 2007)

“pertence, em sua maioria, à região fitogeográfica da Estepe Gramíneo-lenhosa (campos sulinos naturais) e da Floresta ombrófila Mista (floresta de araucárias), Montana e Alto-Montana.”

Onde ocorre o Estepe Gramíneo-lenhosa podem ser vistas as “florestas de galerias” que possuem porte baixo bordeando algumas drenagens. A Floresta Ombrófila Mista ocorre geralmente em altitudes elevadas e é um ecossistema do Bioma Mata Atlântica, com araucárias de grande porte, podendo chegar a 50 metros de altura e até 700 anos de idade.

O que pode ser percebido na área de estudo é que está sujeita a sazonalidade da produção, por ser caracterizado como campos de altitude. Em função dessa vegetação, principalmente onde não há ocorrência da mesma o solo fica exposto a maiores fragilidades, como ocasionado pela criação do gado (foto 6).



Foto 6 – Caminho do gado deixando o solo exposto e mais suscetível aos processos erosivos. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Esses conjuntos fisionômicos, em função da predominância de formas de relevo ondulado, dos solos rasos e afloramentos de rocha foram explorados unicamente para a extração seletiva de madeira, principalmente da espécie pinheiro-brasileiro e para a criação extensiva de bovinos e caprinos nas áreas de campos naturais, historicamente.

Há alguns anos, ocorreu a proibição da exploração das florestas nativas e assim a vegetação começou a ser recuperar em muitos locais apresentando uma proximidade com o que ocorria originalmente nessa região. Assim existe um mosaico de formações na paisagem onde são vistas matas com araucárias, campos naturais, florestas ciliares e vegetação rupestre sobre os muitos afloramentos de rocha.

Entretanto, mais recentemente, o uso do solo na região tem sido alterado significativamente para agricultura intensiva devido ao avanço da tecnologia e do sistema de plantio direto sobre palha. Isso possibilitou a utilização de áreas de solos mais raros, muito comuns na região (Ministério do Meio Ambiente, 2007).

Essas atividades agrícolas ocasionam a supressão da vegetação natural, o que empobrece a biodiversidade da fauna e da flora. Como agravante principal é a recente expansão de monocultivos de *Pinus* spp (foto 7) sobre extensas áreas de campos naturais acarretando uma nova ameaça aos ecossistemas campestres, pois tiram o lugar das espécies naturais e alteram a paisagem por suas sementes serem de fácil espalhamento. As áreas do entorno são postas em risco pela agressividade e pelo caráter contaminante da espécie florestal.



Foto 7 – Plantio de Pinus em Área de Preservação Permanente. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Neste contexto, pode ser observado que as Áreas de Preservação Permanente não são respeitadas pelos plantios de *Pinus spp* (foto 7), pois são realizadas drenagens de banhados e desmatamentos para os plantios. Fica evidenciada a importância de estudos que relacionem esse novo tipo de plantio e o uso e ocupação do solo, pois existe o risco da paisagem e da biodiversidade serem alteradas drasticamente.

4. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DO MUNICÍPIO DE CAMBARÁ DO SUL E USO DO SOLO

4.1. Caracterização populacional e socioeconômica dos Campos de Cima da Serra

A colonização da região dos Campos de Cima da Serra teve início no século XVIII pelo Movimento dos Tropeiros, que era por onde o gado era conduzido para estados mais ao norte e assim, clareiras para pernoite da tropa começaram a se desenvolver na região. Essas clareiras aos poucos foram aumentando tornando-se pequenos centros de comércio com a presença de agricultura de subsistência (KOCH, 2002). Já, no século XIX algumas poucas cidades haviam se desenvolvido baseadas na sociedade latifundiária. Na segunda metade deste mesmo século o movimento de colonização foi intensificado com o intuito da ocupação e fixação da terra.

Na região dos Campos de Cima da Serra a pecuária se expandiu de forma extensiva utilizando-se do método da queimada das pastagens para a sua renovação. Outra atividade realizada ligada à pecuária era a utilização da mata densa das proximidades como internada, ou seja, matas que protegem o gado do vento.

A caracterização socioeconômica de Cambará do Sul perpassa por sua história e por seus índices atuais. O município não possui porte grande quanto à sua população e seus índices são típicos daquela região do estado do Rio Grande do Sul.

A partir da década de 1990 os órgãos federais e estaduais começaram a tratar das questões regionais com intuito de elencar diversas variáveis socioeconômicas, que juntas, permitissem a avaliação de diferentes unidades territoriais através de índices, tais como o Índice de Desenvolvimento Socioeconômico do Rio Grande do Sul (IDESE). Atualmente, a Fundação de Economia e Estatística (FEE) é responsável pela divulgação anual deste índice e ele

é abordado da mesma maneira que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ou seja, de forma sintética.

O índice está de acordo com uma série de indicadores divididos em quatro grandes grupos: Educação, Renda, Saneamento e Domicílios e Saúde. É possível classificar o desenvolvimento em três categorias, baixo desenvolvimento (de zero até 0,499), médio desenvolvimento (entre 0,500 e 0,799) e alto desenvolvimento (acima de 0,800 até 1,000).

A área de estudo em que o município de Cambará do Sul está inserida aparece de acordo com a FEE (2011) com um IDESE de 0,700 a 0,799, representando assim uma região de médio desenvolvimento (Figura 7).

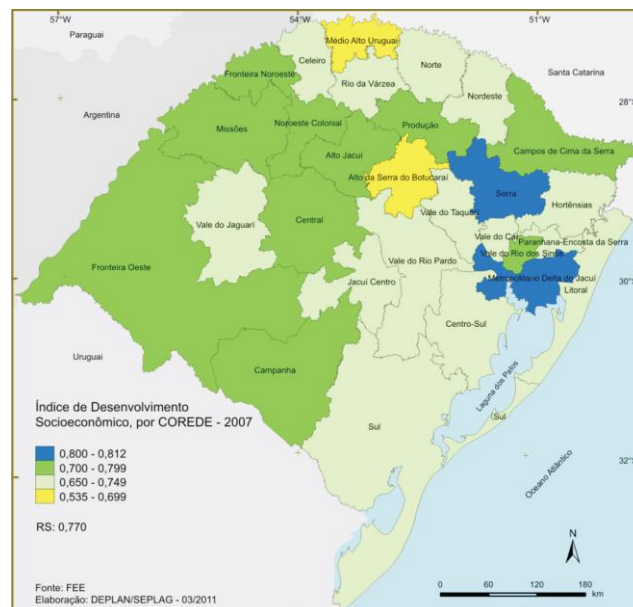


Figura 7 - Mapa do Desenvolvimento Socioeconômico do RS por COREDE. Fonte: FEE.

De acordo com a FEE, o Rio Grande do Sul é subdividido em regiões funcionais, sendo que o município estudado se encontra na Região Funcional 3, a qual pertencem os Coredes Serra, Hortênsias e Campos de Cima da Serra. Os Coredes são arranjos institucionais que atuam na promoção do desenvolvimento e constituem-se em espaços públicos potenciais para a prática da cidadania deliberativa (ALLEBRANDT *et al*, 2011).

Os Coredes em estudo constituem-se em áreas de transição metropolitana, possuem o turismo como destaque, sendo este relacionado à boa parte dos

empregos, acesso a universidades e centros de pesquisa, migrações e acesso à saúde. Essa Região Funcional possui uma base econômica diversificada e assim é possível atender a um amplo e heterogêneo mercado. A região pode ser melhor visualizada na figura 8 na qual é destacada a sua localização.

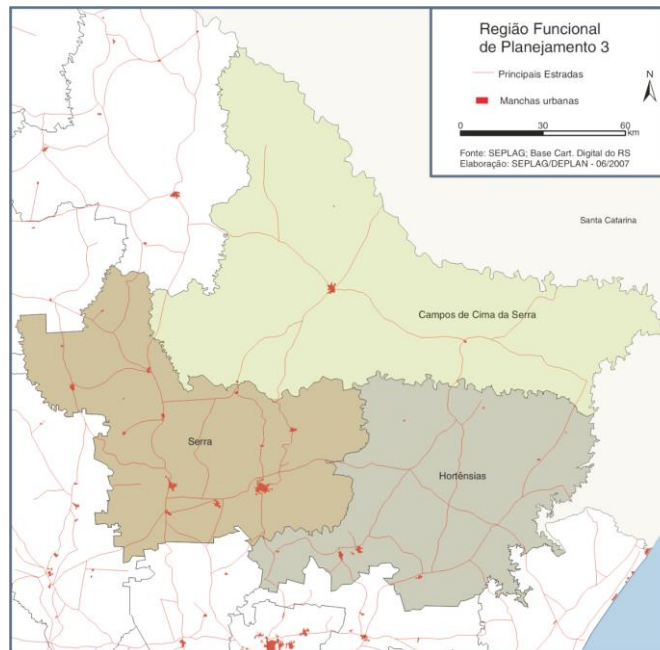


Figura 8 – Região Funcional de Planejamento 3 - COREDES. Fonte: SEPLAG/DEPLAN.

A área onde Cambará do Sul está inserida é a do Corede Hortências. Na Região é possível verificar uma integração entre alguns segmentos como a produção e processamento de grãos, produção de leite e de carnes, aves, suínos, fruticultura, etc. Apresenta um dos setores turísticos mais estruturados do Brasil, com grande quantidade de atrativos locais como as belezas naturais e as produções artesanais feitas pela população local.

A região em que Cambará do Sul está inserida concentra cerca de 10% da população do Rio Grande do Sul e 12,9% do PIB estadual, mas possui algumas restrições ambientais e um potencial médio e baixo para o uso agrícola, principalmente devido à qualidade do seu solo (Ministério do Meio Ambiente, 2007).

Algumas iniciativas promissoras para a Região podem ser destacadas, tais como: o aprimoramento competitivo dos Arranjos Produtivos Locais que visam uma maior integração das cadeias produtivas; a intensificação de atividades primárias

como silvicultura, aves e suínos, carnes especiais, vinhos e sucos, frutas de clima temperado e hortigranjeiro; ampliação das atividades turísticas que visam à expansão do turismo de lazer, do eco-turismo, do turismo de aventura, do turismo de negócios/eventos/compras além do turismo cultural e histórico.

Nesta região se sobressaem questões que merecem atenção como demandas de saneamento e habitação, as quais não suprem as necessidades turísticas da região. Além disso, outro ponto de relevância é a questão da fragilidade ambiental, destacada pelo desenvolvimento de atividades intensivas nos diferentes setores e que futuramente devem possuir legislações específicas e restrições, além de uma atenção mais acentuada, para que a área evolua preservando o ambiente ao máximo.

Existe uma Associação dos Municípios de Turismo da Serra, no Rio Grande do Sul, formada por alguns municípios no qual Cambará do Sul está inserida. Um quadro com a evolução das populações destes municípios pode ser vista a baixo (quadro 8).

Quadro 8 – Evolução da população dos municípios da Associação dos mesmos no Turismo da Serra

Municípios	2000	2004	2010
Cambará do Sul	6.832	6.711	6.542
Canela	33.717	38.152	39.229
Gramado	27.516	31.927	32.273
Jaquirana	4.704	5.204	4.177
Nova Petrópolis	17.096	18.711	19.045
Picada Café	4.397	5.267	5.182
Santa Maria do Herval	5.970	6.297	6.053
São Francisco de Paula	18.355	19.968	20.537
São José dos Ausentes	3.169	3.207	3.290

Fonte: IBGE (Senso 2010).

É percebido que cada município evolui no que diz respeito a sua população de uma maneira. Cambará do Sul e Jaquirana tiveram um decréscimo nas suas

populações nos últimos dez anos. Já, todos os outros municípios tiveram um incremento nas suas populações recebendo destaque Canela e Gramado que já são mais tradicionais no que diz respeito às práticas do turismo.

Nos últimos anos atividades de reflorestamento de *Pinus sp* ganharam força na região além desta ser utilizada como pastagem, agricultura de subsistência, fruticultura e extração madeireira. Essa expansão do *Pinus sp* tem gerado investida de órgãos ambientais competentes visando barrar esse processo e no mínimo se adequar às leis existentes atualmente, como das áreas de proteção ambiental no entorno de cursos d'água.

As plantações de pinus devem possuir um plano de manejo e licenciamento, pois ele é uma espécie exótica, com tecnologia importada e características genéticas de alta produtividade. Assim, ele se adaptou muito bem no Brasil tornando-se uma espécie invasora por ter facilidade em se desenvolver nos solos pedregosos e rasos da região de estudo e também no clima característicos dos Campos de Cima da Serra. Com isso, ele torna-se dominante, descaracterizando a paisagem e o ambiente. O plantio de Pinus que transgride a legislação vigente é comum, podendo ser visto com uma simples saída de campo nos municípios.

Já, quanto à criação de gado de forma extensiva, muito presente na região, pode ser considerada de certa forma sustentável com o Bioma Mata Atlântica e os Campos Naturais. A utilização de “queimadas” é corriqueira como justificativa para “recuperar” o pasto.

Cambará do Sul e os municípios que fazem divisa com este possuem uma população total de 34.546 habitantes. Já, a área total desses municípios é de 6.563,52 km², ou seja, sua densidade demográfica total é de 4,77 hab/km². Esses dados podem ser melhor visualizados e compreendidos no quadro 9.

Quadro 9 - Densidade demográfica e população – ano 2010.

	ÁREA (km²)	POPULAÇÃO - 2010	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/km²)
Total Rio Grande do Sul	281.748,54	10.693.929	37,76
Cambará do Sul	1.208,65	6.542	5,41
São José dos Ausentes	1.173,95	3.290	2,80
Jaquirana	907,94	4.177	4,60
São Francisco de Paula	3.272,98	20.537	6,27

Fonte: IBGE, Censo 2010.

Com os dados populacionais e socioeconômicos da região é possível compreender melhor os dados específicos para o município de Cambará do Sul e como ele é influenciado possuindo características muito parecidas com o seu entorno.

4.2. Caracterização populacional e socioeconômica do município de Cambará do Sul

A região onde se encontra Cambará do Sul foi povoada a partir da doação por Dona Úrsula Maria da Conceição de 20 hectares de terras à Igreja. Isso ocorreu no ano de 1864 devido ao pagamento de uma promessa ao padroeiro São José. Cambará em tupi-guarani significa “Folha de Casca Rugosa”, sendo esta uma árvore preciosa por sua beleza ornamental, madeira de muito cerne e folhas medicinais.

Cambará do Sul primeiramente se tornou um Distrito pela Lei Municipal nº 134 de 1950, sendo este pertencente anteriormente ao Distrito de Tainhas. Os dois pertenciam ao município de São Francisco de Paula. Em 1963 Cambará do Sul foi elevado à categoria de município se desmembrando totalmente do município de São Francisco de Paula e de Tainhas. Já no ano de 1968 o município possuía três

distritos denominados Cambará do Sul, Bom Retiro e Osvaldo Kroeff (Confederação Nacional dos Municípios, 2012).

A população do município sofreu um decréscimo nos últimos anos, o que pode ser compreendido por uma maior procura da população jovem pelos grandes centros urbanos. A evolução da população em Cambará do Sul pode ser vista no gráfico 3.

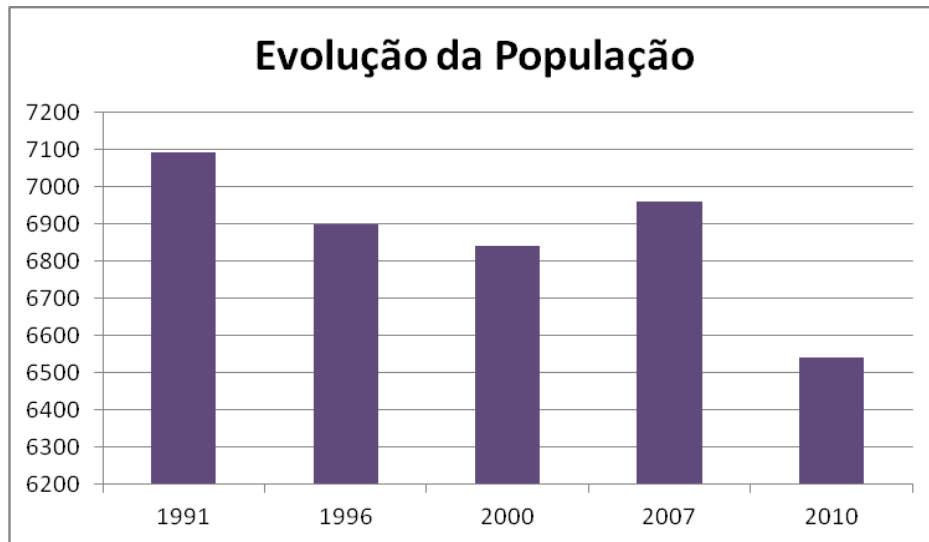


Gráfico 3 – Evolução da população em Cambará do Sul. Fonte: IBGE

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Para uma análise mais elaborada é interessante comparar essa evolução populacional com a evolução do estado do Rio Grande do Sul e do Brasil. Essa evolução é vista nos gráficos 4 e 5.

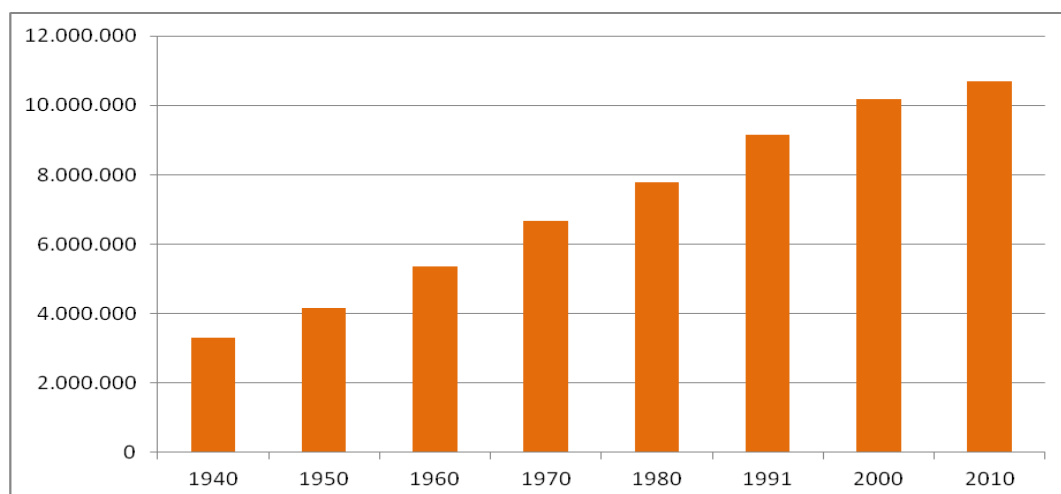


Gráfico 4 – Evolução da população no Rio Grande do Sul. Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul.

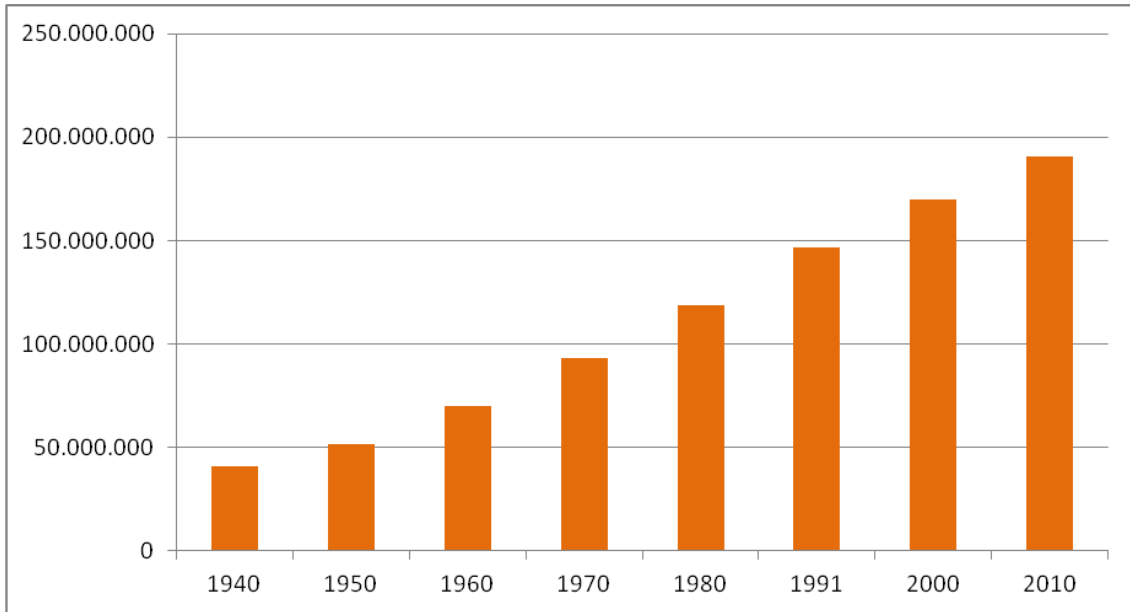


Gráfico 5 – Evolução da população brasileira (em milhões de habitantes). Fonte: IBGE

Esses gráficos representam que o Rio Grande do Sul e o Brasil continuam crescendo populacionalmente, e o município em estudo não. Em Cambará do Sul uma diminuição da população residente é percebida causada possivelmente pelo êxodo rural. A pirâmide etária da população do município representa uma típica pirâmide da atualidade brasileira (Gráfico 6).

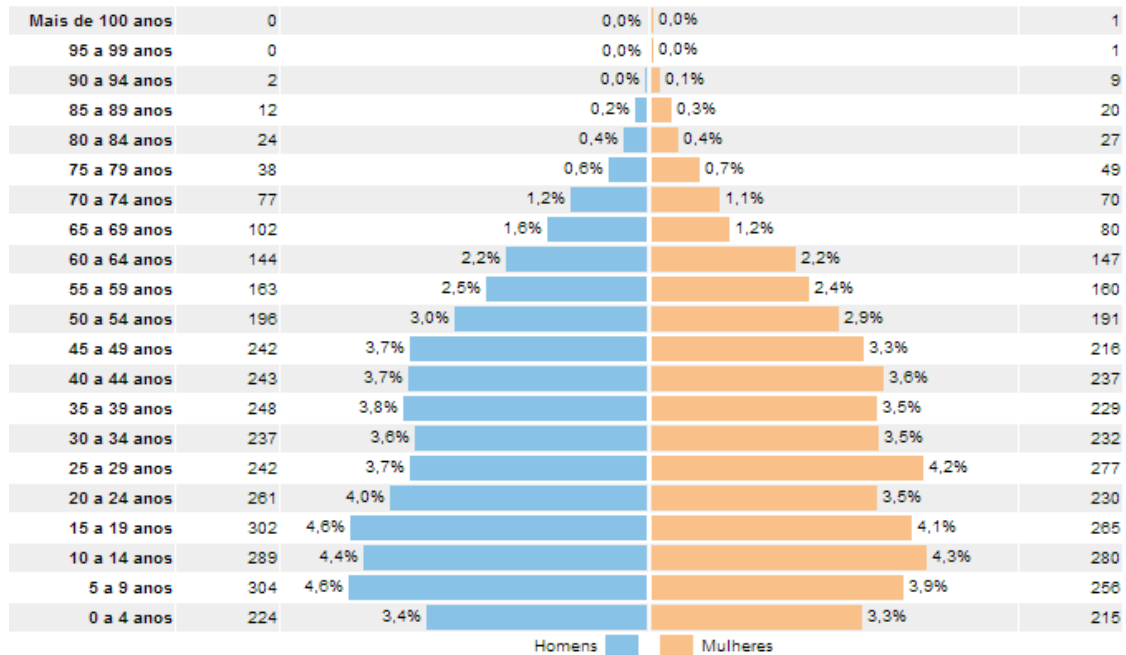


Gráfico 6 - Distribuição da população por sexo segundo os grupos de idade, Cambará do Sul (RS)
Fonte: Censo 2010, IBGE.

A base da pirâmide menor representa uma menor taxa de natalidade, pois hoje as pessoas estão tendo cada vez menos filhos. A população atualmente se concentra nas faixas de idade adulta e o topo desta pirâmide está começando a se expandir devido ao aumento da expectativa de vida. Isso representa que no futuro com o aumento do topo da pirâmide e a diminuição da base é de que a população se torne cada vez mais idosa, podendo isto ser observado tanto no município de Cambará do Sul como, de forma geral, no restante do Brasil. Segundo a FEE a expectativa de vida ao nascer no município de Cambará do Sul, no ano de 2010, era de 68,9 anos de idade.

O entendimento das atividades socioeconômicas se dá através de dados como o PIB (produto Interno Bruto), o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), que já foi destacado anteriormente, além das principais atividades econômicas e os setores responsáveis pela economia em Cambará do Sul.

Por Cambará do Sul ser um município predominantemente rural, possui suas principais atividades econômicas voltadas para a pecuária, silvicultura e agricultura. Não podendo deixar de destacar o setor de serviços que como no estado do Rio Grande do Sul ele é destaque. Assim, é possível perceber que o setor primário é quem recebe destaque além do setor terciário na economia do município (Gráfico 7).

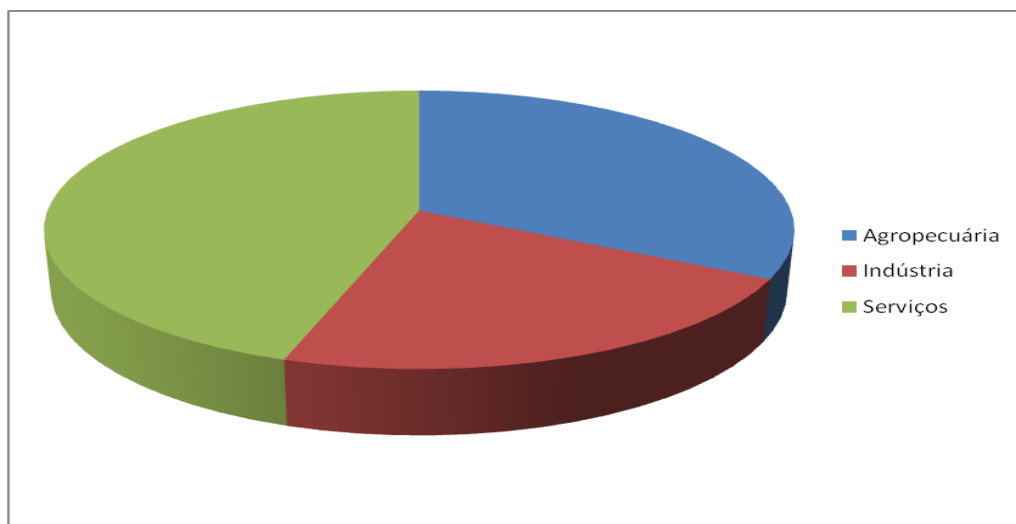


Gráfico 7 - Produto Interno Bruto (Valor Adicionado) – Cambará do Sul. Fonte: IBGE.

O PIB per capita do município no ano de 2010 foi de R\$ 17.604,00 estando acima da média registrada no mesmo ano para os municípios do Rio Grande do Sul que foi de R\$ 17.122,00. O PIB total de Cambará do Sul representa 0,05% do PIB do Estado.

As principais atividades agrícolas no município são a batata inglesa, o feijão, o milho em grãos e a couve. Esta última ainda não quantificada pelo IBGE, mas que foi percebida no trabalho de campo (Quadro 10). Outras atividades de destaque são a produção de mel de abelha e de lã, cujas produções totalizaram 291.612 kg/ano e 3.952 kg/ano respectivamente no ano de 2006.

Quadro 10 – Produção agrícola em Cambará do Sul

Produto	Produção (t)	Área plantada (ha)	Valor da produção	Rendimento médio
Batata Inglesa	2.000	80	R\$ 100.000,00	25.000 kg/ha
Feijão	90	110	R\$ 135.000,00	818 kg/ha
Milho (em grão)	1260	350	R\$ 577.000,00	3.600 kg/ha

Fonte: IBGE, Senso Agropecuário 2006.

A produção agrícola da batata inglesa não possui uma área plantada tão elevada, mas sua produção em toneladas consegue ser superior ao feijão e ao milho em grãos e seu rendimento médio em kg/ha é superior aos mesmos. O milho em grãos possui um valor de produção mais elevado apenas por ter uma área plantada aproximadamente quatro vezes maior que a da plantação de batata inglesa.

A produção de madeira tem destaque no município, representada principalmente pela Silvicultura (Quadro 11).

Quadro 11 – Produção de Madeira e Silvicultura, 2010.

	Produto	Quantidade Produzida (m³)	Valor da produção
	Madeira (Lenha)	3.526	R\$ 67.000,00
Produtos da Silvicultura	Lenha	87.170	R\$ 2.136,00
	Madeira em Tora	718.431	R\$ 26.431,00
	Madeira em Tora papel e celulose	178.226	R\$ 3.743,00
	Madeira em Tora para outras finalidades	540.205	R\$ 22.689,00

Fonte: IBGE, 2010.

A maior quantidade produzida por metro cúbico é a madeira em tora vinda da silvicultura. Já, o maior valor de produção pertence à madeira para Lenha, não vinda da Silvicultura.

Outra parte da economia com destacada importância em Cambará do Sul é a pecuária, representada por uma grande diversidade de animais criados, vistos no quadro 12.

Quadro 12 – Pecuária em Cambará do Sul

Produto	Efetivo de rebanho
Bovinos	26.677 cabeças
Equinos	1.111 cabeças
Bubalinos	419 cabeças
Suínos	868 cabeças
Caprinos	33 cabeças
Ovinos	1.622 cabeças
Galos, frangas, frangos e pintos	3.633 cabeças
Galinhas	2.245 cabeças
Coelhos	8 cabeças
Vacas ordenhadas	382 cabeças
Ovinos tosquiados	1.313 cabeças
Leite de vaca	724.000 Litros
Ovos de Galinha	40.000 dúzias

Fonte: IBGE, 2011.

Na pecuária a criação de maior destaque é o gado bovino, podendo ser verificado em quantidade expressiva se comparada às outras criações. Essa relação fica melhor compreendida no Gráfico 8.

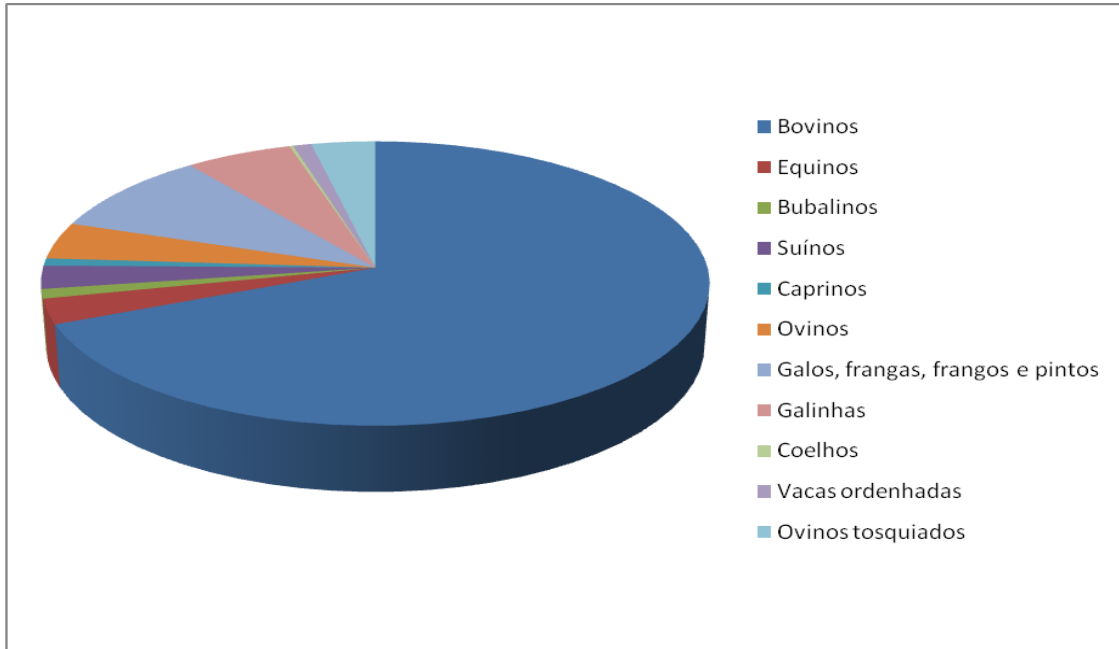


Gráfico 8 – Pecuária de Cambará do Sul. Fonte: IBGE, 2011.

Portanto, a economia do município de Cambará do Sul é representada, principalmente pelos componentes: agricultura, silvicultura, pecuária e serviços. No último componente o turismo está inserido, sendo evidente nos últimos anos a sua diversificação, através de incentivos recebidos visando seu melhor desenvolvimento.

4.3. Análise e mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo

A cobertura dos solos é um dos principais agentes da fragilidade ambiental, pois representa como o homem o ocupa sendo essa avaliação relevante para possíveis conclusões se está ocorrendo uma ocupação de forma correta além desta ser positiva ou negativa para o ambiente (DAMASCENO, 2011).

Para um melhor entendimento da organização do espaço é necessário que ocorra um levantamento de uso do solo, pois este raramente permanece inalterado,

estando sempre em transformação. Assim sendo, é necessário que um registro contínuo desta transformação seja feito para que seja possível ser sempre realizada uma análise correta (KLEINPAUL, 2005).

No mapeamento de uso e ocupação do solo buscou-se dar atenção às áreas de plantios de árvores exóticas, áreas agrícolas, campos e pastagens, mata nativa, queimadas, corpos d'água além das áreas construídas gerando assim, subsídios importantes para avaliar a relação entre os usos da terra e o estado de conservação ambiental.

O mapa de uso e ocupação do solo foi feito baseado na classificação da imagem de satélite. De acordo com Fitz (2008)

“A classificação de uma imagem nada mais é do que a identificação de determinados elementos nelas presentes pela associação de cada um de seus pixels a uma determinada classe já preestabelecida.”

No mapeamento de uso e cobertura do solo de Cambará do Sul (figura 9) foram estabelecidas as seguintes classes temáticas:

- Mata Nativa
- Campos e Pastagens
- Silvicultura
- Área construída
- Agricultura
- Queimadas
- Corpos D'água

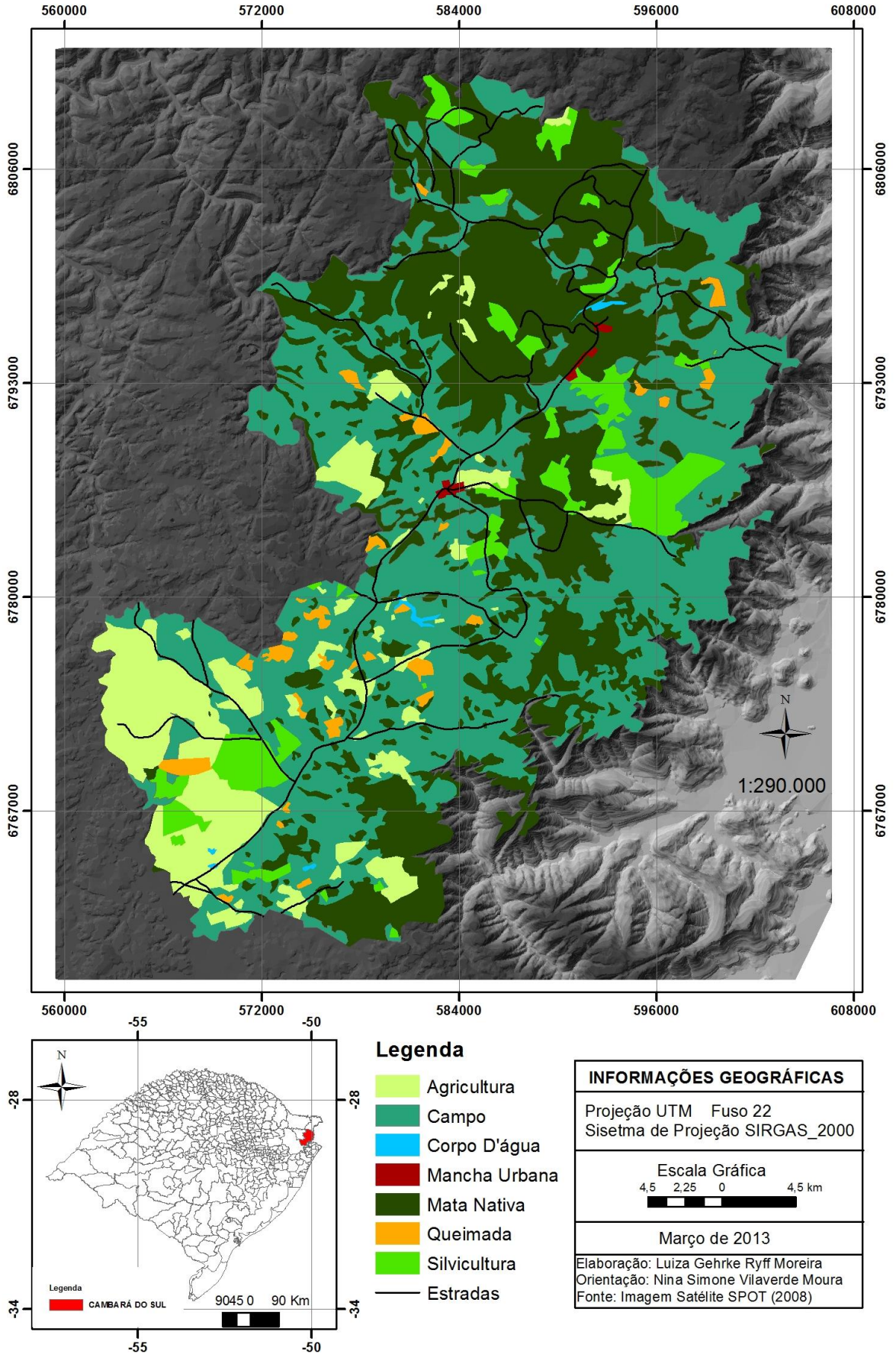


Figura 9 - Mapa de Uso, Ocupação do solo e Cobertura Vegetal de Cambará do Sul

Quadro 13 – Classes referentes ao uso do solo e vegetação e áreas respectivas do município de Cambará do Sul, 2012.

Classes	Área (Km²)	Área (%)
Agricultura	124,74	10,32
Campos e Pastagens	557,58	46,13
Corpo D'água	2,01	0,17
Área Construída	2,3	0,19
Mata Nativa	429,81	35,56
Queimadas	17,58	1,46
Silvicultura	74,63	6,17

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

A que representa as áreas de campos e pastagens é a classe mais representativa do município de Cambará do Sul (Foto 8). Essa área é utilizada principalmente para a pecuária além de em muitas partes não poder ser utilizada por possuir um solo raso. Campos e pastagens foi a denominação atribuída aos campos naturais e artificiais, onde ocorre a criação de animais: em geral bovinos, mas também caprinos e bubalinos (Foto 9). Os campos naturais têm forte relação com a forma como se deu a ocupação da região, sendo a criação extensiva de bovinos umas das primeiras atividades econômicas implementadas na região e fortemente atrelada à cultura regional.



Foto 8 – Campos e pastagens em Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).



Foto 9 – Criação de bovinos nos campos de Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

De acordo com Ministério do Meio Ambiente (2007), os campos naturais de altitude (estepe gramíneo-lenhosa) são caracterizados como áreas de vegetação herbácea/arbustiva, típica de ambientes montano e alto-montano. A flora campestre é caracterizada por muitos endemismos, caracterizando os campos como refúgios vegetacionais.

A classe correspondente aos corpos d'água tem pouca representatividade, por possuir apenas alguns pequenos corpos. A área em estudo não é caracterizada pela acumulação de água e sim por ser uma área de nascentes, dessa forma destacam-se na rede de drenagem os cursos d'água, representados apenas no mapa da hidrografia.

A classe que representa as áreas de agricultura no município sendo está baseada na batata, no feijão e no milho, além da maçã e da couve em pouca quantidade. Essas áreas são encontradas em maior quantidade ao sul do município, mas ainda assim representam num total apenas de 8,89% da área de Cambará do Sul.

Outras classes que possui pouca representatividade é a classe que representa a parte de área construída no município. Essa pouca representatividade se dá pelo fato de Cambará do Sul ser um município extremamente rural com poucas áreas construídas. As que podem ser identificadas são onde se localiza a sede do município e um pequeno distrito mais ao norte conhecido como Ouro Verde. Excluindo essas áreas o município é composto principalmente por fazendas, chácaras, áreas de campos e áreas de plantio.

A segunda classe com maior representatividade é a classe que representa a área de mata nativa do município, ou seja, a área que ainda possui uma vegetação preservada e com pouca ou nenhuma influência antrópica. Essas áreas se espalham por todo o município, mas têm sua maior concentração no norte do mesmo, provavelmente pela morfologia da área apresentando partes mais íngremes e pela dificuldade de acesso. Foi considerada a vegetação remanescente de porte arbóreo, ciliar ou não. Esta vegetação, definida como floresta ombrófila mista, é composta em grande parte por mata de araucárias (*Araucaria angustifolia*). A semente da araucária é o pinhão, iguaria muito apreciada na culinária regional.

A Região dos Campos de Cima da Serra é conhecida desde a sua história pela prática de queimadas nos campos para renovação do pasto para o gado. Essa prática diminuiu com o decorrer dos anos, mas ainda pode ser percebida em algumas épocas do ano com maior representatividade. Queimada (manejo agropecuário), foi o nome atribuído a áreas de campo onde, através da imagem, pode-se identificar sinais de queimada. A queimada, segundo Jacques (2003) é

realizada nos campos do nordeste gaúcho para que ocorra a eliminação do material vegetal crestado pelas geadas durante o inverno, cujo excesso, segundo os produtores, prejudicaria a rebrota na primavera. Outra razão equivocada é de que os animais (ruminantes e equinos) não consumiriam o pasto seco envelhecido e atingido pelas geadas e assim seria necessário renová-lo.

Segundo o mesmo autor, a queima das pastagens naturais, na região de altitude dos campos sul brasileiros, deve ser evitada como prática de manejo rotineira, pois deteriora as características do solo e reduz o potencial produtivo da vegetação nativa. Como alternativa pode ser feita a roçada e a sobressemeadura de espécies de estação fria, deveriam ser adotadas, pois causam menos danos ao solo e às pastagens.

A última classe encontrada no mapeamento e não menos de destaque foram as áreas de Silvicultura, principalmente pela plantação do *Pinus*. Portanto, Silvicultura (Si) foi a legenda atribuída aos cultivos com espécies exóticas, neste caso, principalmente do gênero *Pinus sp.* Segundo estudo do BRDE, na região Sul, quase todos os plantios são das espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. O *Pinus taeda* apresenta maior crescimento e produtividade nas regiões de planalto, em solos bem drenados, suportando bem a ocorrência de geada. (BRDE, 2003).

A área ocupada atualmente pela silvicultura, no Rio Grande do Sul, corresponde a 400.000ha (4.000 km²), podendo chegar a 1.000.000ha (10.000 km²) nos próximos anos (AGEF, 2008). Segundo o Inventário Florestal de 2001 do Estado do Rio Grande do Sul, houve acréscimo da base florestal plantada com essências exóticas de 100.352ha (1003,52km²) nos últimos 18 anos no Estado (crescimento de 57,4%) e as espécies mais utilizadas para florestamento são: *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Acacia mearnsi*. O *Pinus* é a matéria-prima mais consumida na fabricação de móveis; o eucalipto na produção de celulose, enquanto a acácia é fornecida para produção de carvão e tanino. (BRDE, 2003).

Sabe-se que essas áreas estão crescendo e um estudo mais aprofundado sobre a sua evolução seria importante para uma melhor avaliação. Mas, em saídas de campo com diferença de aproximadamente 5 anos, ou seja, uma no ano de 2007

e outra em 2012 pôde ser percebido o aumento considerável das áreas de plantações de *Pinus*, geralmente utilizado pela indústria de celulose.

Segundo o texto “Porque respeitar o Zoneamento” (Buckup *et al.* 2007), a silvicultura pode causar vários problemas ambientais. A alopatia, que constitui a produção, pela planta, de substâncias que influenciam o desenvolvimento ou sobrevivência de outras plantas, pode ser observada principalmente nas espécies do gênero *Eucalipytus*. A interação de plantas deste gênero mostrou haver efeitos aleleopáticos prejudiciais a leguminosas e hortaliças (Paulino *et al.*, 1987 *apud* Buckup *et al.*, 2007; Goetze & Thomé; 2004 *apud* Buckup *et al.*, 2007). Estas restrições chamam a atenção para a necessidade de que seja mantida uma distância entre os cultivos de silvicultura e da mata nativa ou atividades agropastoris. Outro problema ambiental é relacionado á disponibilidade hídrica dos locais de cultivo de silvicultura, visto que espécies como o *Pinus* e o Eucalipto consomem grande quantidade de água e possuem elevada evapotranspiração.

Segundo Scott e Lesch (1997) houve a redução do volume fluvial após cultivo em paisagens de campo com *Eucalyptus grandis* e *Pinus patula* em áreas experimentais na África do Sul. O cultivo de *Eucalyptus* causou um decréscimo significativo da descarga fluvial no terceiro ano após o plantio e no nono ano, o rio secou completamente. Os eucaliptos foram derrubados após 16 anos, mas o retorno pleno da descarga fluvial ainda não havia ocorrido no quinto ano subsequente. Cultivos com *Pinus* resultaram em decréscimo da descarga fluvial a partir do quarto ano e o rio secou inteiramente no décimo segundo ano após o plantio. Outro problema associado à monocultura é a degradação do solo, mais propenso à erosão devido à ausência de diferentes extratos arbóreos e ao menor volume de cobertura vegetal. Podem ocorrer, com a degradação, escorregamentos de terra, deslizamentos de encostas, ravinamentos e voçorocamentos.

A partir da figura 10 e do gráfico 9 podem ser observadas as classes encontradas no município de Cambará do Sul para o ano de 2012. As classes presentes são: agricultura, campos e pastagens, corpos d’água, áreas construídas, mata nativa, queimadas e silvicultura.

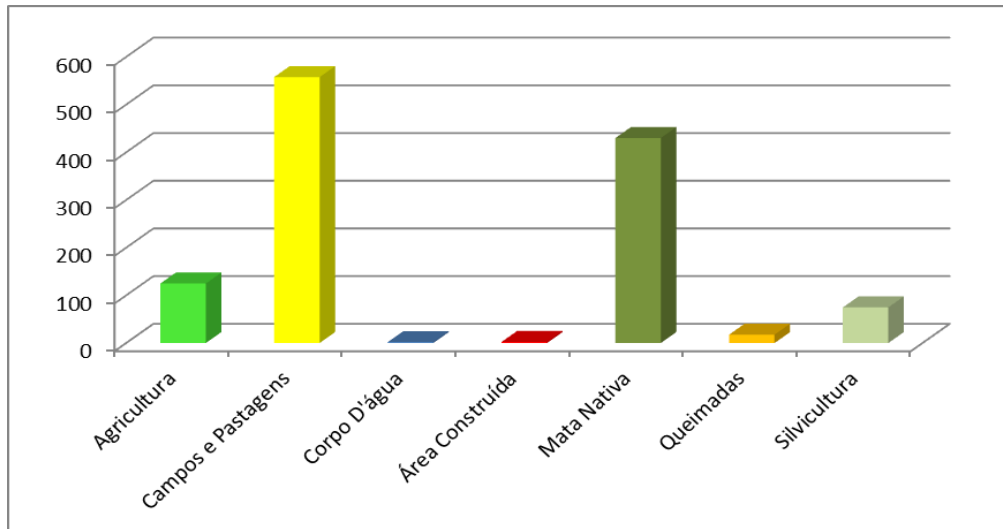


Gráfico 9 – Uso e ocupação do solo e cobertura vegetal do município de Cambará do Sul – RS(%).
Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

A silvicultura está presente no município, podendo ser explicada pela baixa declividade que o relevo apresenta em sua maior parte. O relevo com baixas declividades apresentam mais vantagens para a implementação de cultivos de monocultura com grande extensão do que os relevos mais dissecados. A silvicultura, portanto, passa a ocupar ou alterar as áreas predominantemente de campos pastagens, e não de mata nativa. Soares (2007) ressalta que a legislação que define como Área de Preservação Permanente (APP) uma área de 30 metros em torno dos cursos d'água está sendo desrespeitada pelos silvicultores (Foto 10).



Foto 10 – Silvicultura em Área de Preservação Permanente. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

Em relação à disponibilidade hídrica, Buckup *et al* (2007) observa que nem todas as infestações com plantas exóticas usam mais água do que a vegetação natural que substituíram, porém, como regra geral, as árvores utilizam mais água do que gramíneas e arbustos. O maior impacto ocorre quando a vegetação periodicamente dormente é substituída por plantas sempre-verdes. Assim, nas regiões onde a paisagem herbácea ou arbustiva é invadida por espécies exógenas, como é o caso de Cambará do Sul, a utilização geral da água pela vegetação cresce, deixando menos água para os rios. Sérios problemas ambientais podem ser causados pela substituição dos campos pela silvicultura. Os campos, pertencentes ao bioma Mata Atlântica, estão ameaçados por este tipo de cultivo, juntamente com a identidade regional, fortemente atrelada à criação extensiva de gado.

Pode ser percebido que na parte norte do município onde se encontra a maior parte da vegetação original é onde se localiza os vales mêntricos encaixados e essa é a área menos alterada antropicamente (Foto 11). O relevo desta parte é mais dissecado o que permite que, nas encostas, se desenvolva abundante a mata nativa. Já, o campo predomina nas áreas com menor declividade. A criação de gado justifica o uso de queimadas, pois esta prática é aplicada regionalmente como forma de estimular a brotação do campo.



Foto 11 – Vegetação original próxima aos vales dos rios. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

O mapa de cobertura vegetal e uso da terra demonstra que a silvicultura, cultivo polêmico e muito questionado devido suas desvantagens ecológicas, está se expandindo para a área anteriormente ocupada pelos campos e pastagens. As pastagens constituem importantes redutos ecológicos, abrigando espécies endêmicas e grande diversidade floral. Além disso, estão relacionadas ao processo de ocupação da chamada região dos campos de cima da serra e atreladas à cultura regional.

As matas tendem a ser preservadas no processo de avanço da silvicultura. No entanto, a expansão deste tipo de cultivo, que muitas vezes desrespeita a legislação ambiental, é preocupante. É premente a necessidade de se avaliar formas de conservação das belezas naturais da área de estudo, tanto pelo patrimônio natural que constituem como pelo elevado potencial turístico que detêm.

As classes de fragilidade referentes ao uso e ocupação do solo foram determinadas de acordo com Ross (1994) (Quadro 14), sendo apenas adaptada para a área de estudo em questão.

Quadro 14 – Grau de Proteção e Fragilidade das Classes de uso do solo e cobertura vegetal.

Grau de Proteção e Fragilidade das Classes de Uso do Solo e Cobertura do solo	
Fragilidade	Uso e Cobertura do solo
1 - Muito Fraca	Florestas com matas naturais ou cultivadas com biodiversidade.
2 - Fraca	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso; Formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa); Mata homogênea de Pinus densa; Pastagens Cultivadas sem pisoteio do gado; Cultivo de ciclos longos.
3 - Média	Cultura de ciclo longo em curva de nível, terraceamento com café, laranja com forrageiras entre as ruas; pastagens com baixo pisoteio; silvicultura de Eucaliptos com sub-bosques de nativas.
4 - Forte	Cultura de ciclo longo de baixa densidade, com solo exposto entre ruas, culturas de ciclo curto com cultivo em curvas de nível.
5 - Muito Forte ou Nula	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto por caminhos, estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Ross (1994)

Portanto, para a área em questão foram atribuídos pesos de fragilidade referentes ao uso e ocupação do solo, visto no quadro 15.

Quadro 15 - Fragilidade no Uso e Ocupação do solo.

Uso do solo	Peso na Fragilidade
Agricultura	4 - Forte
Campos e Pastagens	3 - Média
Silvicultura	5 – Muito Forte
Mata Nativa	1 – Muito fraca
Queimadas	3 – Média

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

Quase todas as classes de fragilidade estão presentes no que se refere ao uso e ocupação do solo, desde a mais fraca representada onde se encontra a mata nativa, por essa dar uma estabilidade para o solo e não permitir grandes alterações no mesmo até a mais elevada que é a fragilidade considerada muito forte, principalmente onde se encontram as plantações de silvicultura por essa ter alterado as áreas que antes eram de campos e pastagens e assim terem modificado profundamente o uso e ocupação além das características do solo da região. Portanto, essas áreas são consideradas as mais frágeis no que diz respeito ao uso e ocupação do solo.

As áreas construídas e os corpos d'água não são considerados nesta classificação, pois a mesma dá ênfase às áreas rurais e assim esses tipos de uso não se encaixam a um tipo de fragilidade. As áreas de corpos d'água são geralmente estáveis e, portanto também não serão consideradas na classificação da fragilidade ambiental.

As áreas de queimadas serão consideradas no mapeamento da fragilidade juntamente com as áreas de campos e pastagens, por elas serem feitas nessa classe e estarem em constante modificação de local. Assim, essa classe recebe grau de fragilidade 3, ou seja, médio, o mesmo que os campos e pastagens

Para a análise da fragilidade ambiental foi necessária a confecção do mapa da cobertura vegetal e uso do solo, pois ele é um dos mapas básicos que será posteriormente utilizado na combinação de informações para a futura geração do mapa de fragilidade ambiental. Neste mapeamento foram destacadas tanto as áreas

que são mais utilizadas pelo homem no município quanto às áreas que ainda são mais preservadas com vegetações e morfologias originais.

5. ANÁLISE E MAPEAMENTO DOS ELEMENTOS DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO DE CAMBARÁ DO SUL

Este capítulo tem como intuito apresentar alguns resultados obtidos através dos mapeamentos e das análises que foram realizadas baseadas nos mesmos. Possui como objetivo principal a obtenção de informações sobre os aspectos do meio físico da área de estudo e que foram a base para o desenvolvimento do mapa de fragilidade ambiental do município de Cambará do Sul. Aqui são apresentados todos os mapeamentos realizados que são fundamentais para a atribuição dos graus de fragilidade ambiental assim como as características do meio físico da área de estudo. Sobre esses mapeamentos é feita uma análise e discussão de seus resultados.

5.1. Características das formações Geológicas de Cambará do Sul

O planejamento e ordenamento do território, no que diz respeito aos aspectos da superfície terrestre, são influenciados pelos processos e fenômenos naturais que aí ocorrem e que o tendem a modelar. Conhecimentos específicos de todos os aspectos da superfície terrestre que influenciam as atividades humanas ou que possam ser afetados ou alterados por estas são primordiais para o ordenamento do território e para a planificação ambiental. Os aspectos da superfície terrestre dependendo da sua origem e dos processos envolvidos que podem ter caráter estático ou caráter dinâmico.

O grau de resistência das rochas, o tipo litológico, a presença ou não de descontinuidades e suas características, entre outros, são fatores que interferem nos processos superficiais e subsuperficiais como intemperismo, erosão e movimentos de massa. Portanto, quanto maior o grau de alteração da rocha provocada pelo intemperismo mais suscetível esta será à erosão e outros processos correlatos.

A região onde está situada Cambará do Sul se caracteriza pela existência de uma unidade morfoestrutural principal. Esta unidade morfoestrutural é a Bacia Sedimentar do Paraná, que segundo Guerra & Guerra (2006) a estrutura de locais com bacias sedimentares é geralmente composta de estratos concordantes ou quase concordantes, que mergulham normalmente da periferia para o centro da bacia. Ainda é neste tipo de estrutura que se encontram os exemplos de *cuesta*, como é o caso da Bacia Sedimentar do Paraná. De acordo com esses autores

“nas bacias sedimentares o empilhamento das aluviões dá uma estrutura diferente da observada nas áreas de rochas cristalinas e cristalofílicas. Há uma relação estrita entre a natureza e a estrutura das rochas e as formas de relevo”.

Os principais litotipos da área de estudo são as rochas vulcânicas de formação Serra Geral (White, 1908). Essa área é caracterizada por uma sequência vulcânica básica e ácida, onde os principais litotipos são basaltos toleíticos, andesitos, riolitos, dacitos e riodacitos (Radam/Brasil, 1986; Roisenberg, 1990). A região de estudo foi condicionada por um forte controle tectônico marcado por falhas e fraturas com direções preferenciais N70 - 75E, N35 - 40E e N20 - 30W (Magna, 1997). Esse controle também é observado pela disposição da rede de drenagem, encaixada nos principais lineamentos estruturais e mais suavizadas nas áreas mais planas.

De acordo com os dados geocronológicos, com as variações composicionais, com as características texturais e com o arranjo entre derrames e intrusivas na bacia, foi possível a divisão quanto ao magmatismo na Formação Serra Geral. Oito fácies foram caracterizadas, cinco relacionadas ao magmatismo máfico sendo estas fácies Gramado, fácies Paranapanema, fácies Pitanga, fácies Esmeralda, fácies Campo Erê e fácies Lomba Grande. Já, quanto ao magmatismo intermediário a félsico puderam ser caracterizadas três fácies, sendo estas a fácies Chapecó, a fácies Várzea e a fácies Palmas, na qual esta última é onde o município de Cambará do Sul se encontra inserido. Portanto, o município está em sua totalidade na Unidade Ácida do Membro Palmas (CPRM, 2004).

De acordo com o mapa geológico do Rio Grande do Sul da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) o município de Cambará do Sul possui duas principais unidades geológicas, a unidade Caxias e a unidade Várzea do Cedro (figura 10).

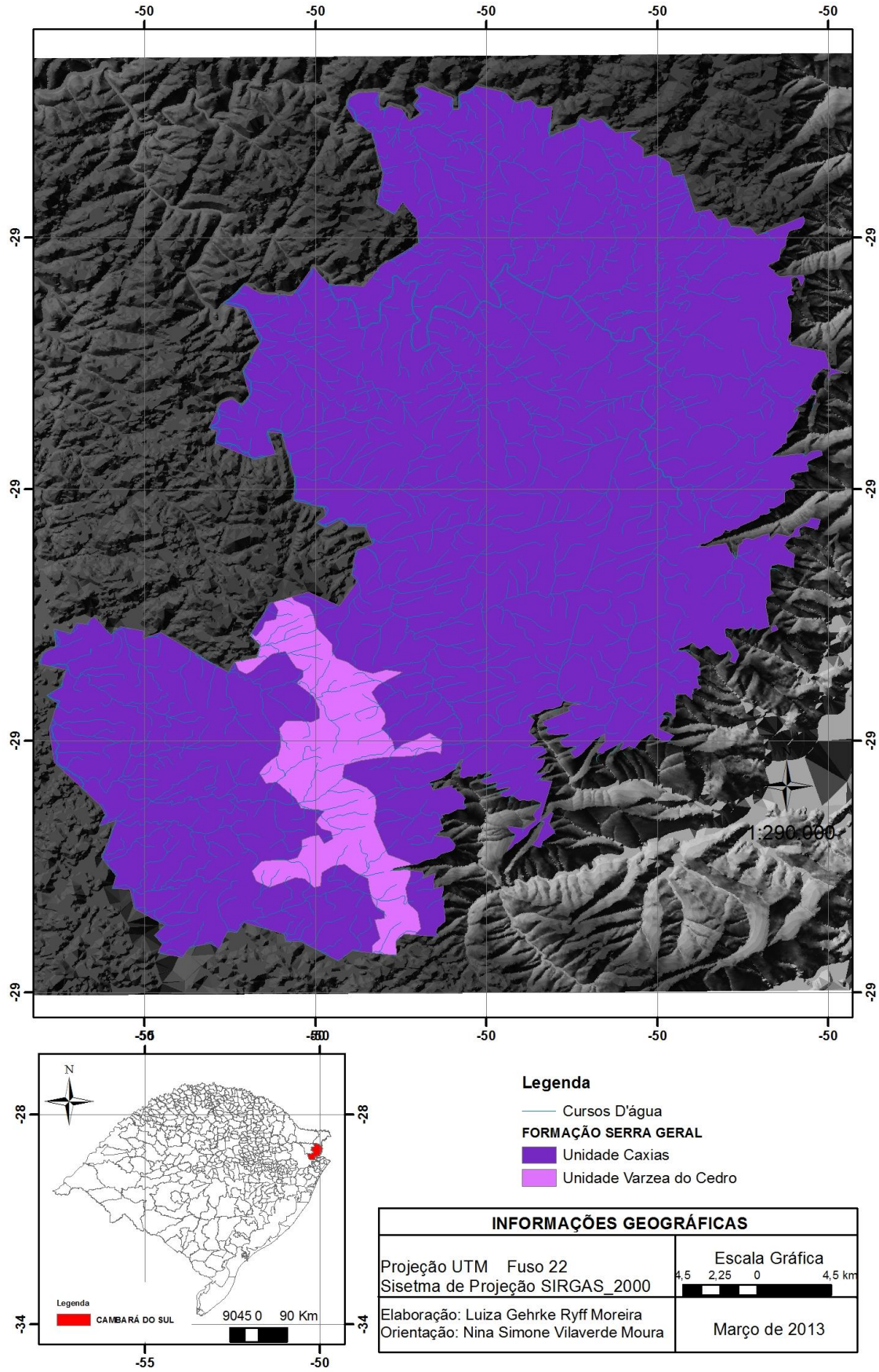


Figura 10 - Mapa das Unidades Geológicas de Cambará do Sul

O mapa geológico da área de estudo foi elaborado a partir de trabalhos de CPRM (2000,2004) e RADAMBRASIL (IBGE, 1986). Neste foram identificadas as Unidades Caxias e Várzea do Cedro.

A fácies Caxias pertence à unidade ácida do membro Palmas e é caracterizada por possuir derrames de composição intermediária à ácida, riocitos e riolitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofíricos, textura esferulítica comum (tipo carijó), forte disjunção tabular no topo dos derrames e maciço na porção central, dobras de fluxo e autobrechas frequentes, vesículas preenchidas predominantemente por calcedônia e ágata, fonte das mineralizações da região (CPRM, 2004). Essa fácies representa quase que a maior parte do município, ou seja, 93,25%.

A fácies Caxias ainda apresenta características distintivas marcantes, apresentando os derrames mais espessos de todo o conjunto vulcânico Serra Geral, podendo alcançar espessuras de 80 metros por derrame. Apresenta um contato basal com disjunção tabular incipiente e irregular, uma porção central bem desenvolvida e maciça com disjunção colunar difusa, e uma porção de topo espessa e com disjunção tabular extremamente bem desenvolvida. Os derrames são de composição predominantemente ácida (riocitos), compondo rochas mesocráticas cinza claro a esbranquiçado, microfaneríticas, com dominância de uma matriz vítrea onde se encontram imersos cristálitos de feldspatos e clinopiroxênio. Processos de devitrificação geram arranjos esferulíticos que emprestam um aspecto mosqueado às rochas, conhecido como textura *sal-e-pimenta*, típica desta fácies (CPRM, 2004).

Já, a fácies Várzea do Cedro representa apenas 6,75% da área total do município. Esta Unidade Várzea do Cedro é caracterizada por derrames vitrofíricos pretos tipo *pitchston*, texturas de fluxo e autobrechas frequentes, fino fraturamente perlítico (CPRM, 2004).

Esta fácies caracteriza-se por derrames finos, de pequena extensão, compostos essencialmente por lavas vítreas, de cor preta, brilho graxo, aspecto resinoso, característicos de um pitchstone, designados como Várzea do Cedro. Em campo, destacam-se por desenvolver solos muito pobres, pedregosos, formando alinhamentos de cristas com aspecto ruiforme.

Litologicamente, destacam-se as características relacionadas às rochas vítreas, como o fraturamento conchoidal formando textura perlítica, por vezes nucleada em arranjos microglomeroporfíricos de feldspatos, clinopiroxênios do tipo pigeonita e opacos. As zonas vesiculares são pouco desenvolvidas, normalmente contendo geodos centimétricos com formas elípticas, preenchidos por quartzo leitoso e/ou ágata zonada. Quimicamente correspondem aos termos mais ácidos do vulcanismo, assim como a Fácies Palmas, caracterizando um magma de mais baixa temperatura, maior viscosidade, o que leva ao desenvolvimento de texturas de fluxo laminar heterogêneo e autobrechas, próprios de um sistema *quench* de cristalização (CPRM, 2004).

Essas classes representam a geologia de Cambará do Sul e a análise das mesmas é fundamental para a compreensão do mapeamento geomorfológico e do mapeamento de solos. O mapeamento geológico é um subsídio de auxílio para o mapa de fragilidade ambiental mesmo sabendo-se que a escala dele não é a mesma por não existirem mapas geológicos específicos sobre a área de estudo.

5.2. Características dos Solos de Cambará do Sul

As condições climáticas da região dos Campos de Cima da Serra fazem com que a predominância dos solos seja normalmente ácida, correspondendo às classes Cambissolos Húmicos Alumínicos típicos (U. Bom Jesus), Cambissolo Háplicos Alumínicos organossólicos (U. Rocinha), Neossolos Regolíticos Húmicos lépticos e Nossolos Litólicos Húmicos típicos (U. Silveiras), além de inclusões de Gleissolos Melânicos e Organossolos Háplicos de acordo com Streck *et al* (2008).

De forma geral, os solos da região são rasos, sendo muito comuns os afloramentos do material de origem e existindo ainda diversas inclusões de solos orgânico-hidromórficos junto às inúmeras nascentes e várzeas existentes. Alguns solos, um pouco mais profundos com horizontes B incipientes ocorrem em locais onde o aplainamento é mais intenso. Nos locais com estreitos espraiamentos dos

rios e córregos ocorrem os solos flúvio-hidromórficos (Ministério do Meio Ambiente, 2007).

Os solos presentes na região apresentam algumas limitações para a utilização agrícola devido, principalmente, às reduzidas profundidades efetivas. Todos os solos apresentam altos conteúdos de matéria orgânica nos horizontes superficiais, baixa quantidade de cálcio, magnésio e potássio, pH baixo e altos níveis de alumínio trocável. Essas características ocorrem em função do clima frio e úmido predominante na região, que favorece o acúmulo de matéria orgânica, mas ao mesmo tempo induz a uma alta taxa de lixiviação, tornando esses solos pobres em nutrientes. Segundo Ministério do Meio Ambiente (2007)

“Essa pobreza química é um dos fatores limitantes ao estabelecimento de florestas nesta área, com favorecimento ao desenvolvimento do campo. Nas áreas de relevo mais acidentado, tais como nas encostas e fundo dos vales estreitos, os solos geralmente se desenvolvem sobre o basalto. Tais características, somadas aos efeitos de proteção climática exercida pelos vales, provavelmente sejam os fatores que expliquem o maior desenvolvimento das espécies florestais nessas áreas, em detrimento das formações campestres”

Os solos da região de estudo foram caracterizados por Streck *et al* (2002) a partir do Mapa de Solos do Rio Grande do Sul. Os solos foram classificados de acordo com o novo sistema da EMBRAPA de 1999. Os solos presentes na área pertencem a duas unidades e mapeamentos: Rocinha, que é um Cambissolo Típico, em um relevo fortemente ondulado e de substrato Basalto; e Silveiras, sendo este um Neossolos Litólico característico de relevo ondulado e substrato Basalto.

A Unidade Rocinha possui baixa fertilidade natural e uma limitação do relevo. Os solos que predominam são os profundos moderados drenados, pouco porosos, escuros em toda a extensão do perfil. São solos fortemente ácidos, com teores elevados de alumínio trocável e com baixa saturação de bases (BRASIL, 1973).

Já, na unidade de mapeamento Silveiras existe uma baixa fertilidade natural e pouca profundidade dos solos. Os solos predominantes são rasos litólicos com horizonte “A” de coloração negra, possuindo elevados teores de alumínio trocável e baixa saturação de bases. A distribuição dos solos no município pode ser

visualizada na figura 11. Os solos foram mapeados de acordo com Streck *et al* (2008) e de acordo com os dados visto em campo.

Uma predominância dos Cambissolos pode ser vista nas unidades de vertentes côncavas e de declividades relativamente menores. Já, os Neossolos aparecem em setores de topo de colinas e morros e de unidades de vertentes retilíneas com declividades relativamente maiores.

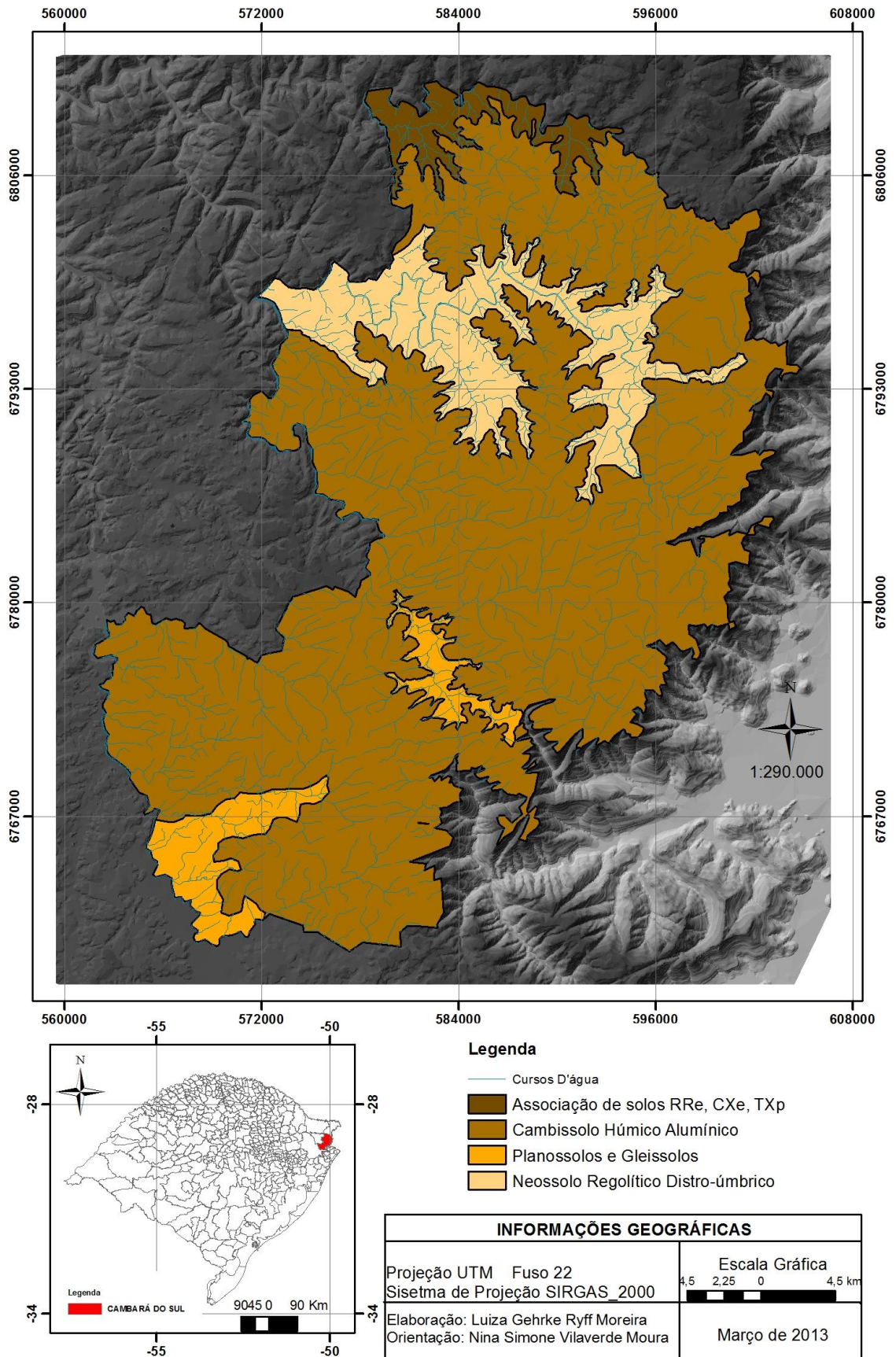


Figura 11 - Mapa de Solos de Cambará do Sul

A descrição apresentada a seguir representa os tipos de solos encontrados e suas características assim como pode ser melhor visualizado no gráfico 10 as porcentagens de ocorrência dos mesmos.

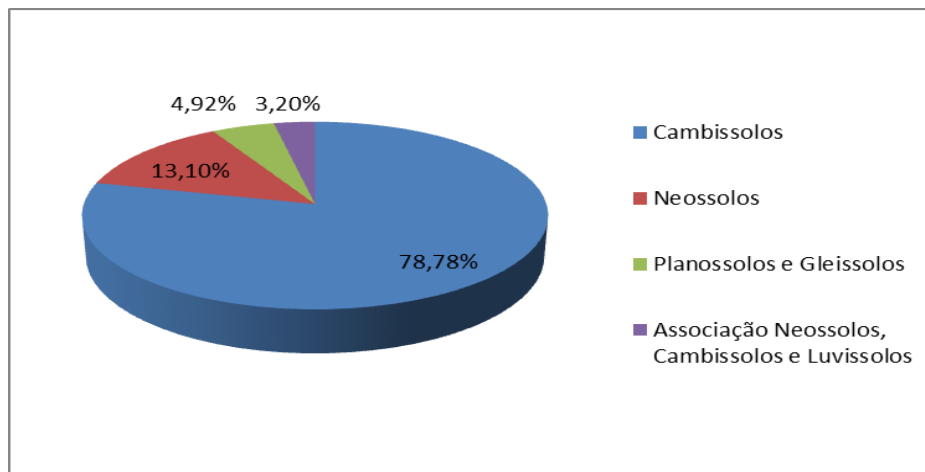


Gráfico 10 – Distribuição das classes dos solos no município de Cambará do Sul. Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

Em Cambará do Sul foram encontrados quatro tipos de solos, sendo esses: Cambissolos, Neossolos, Associação de Planossolos e Gleissolos e a Associação de solos Rre, Cxe e TXp. Essa ultima associação de solos são locais onde são encontrados Cambissolos, Neossolos e Luvisolos juntos e por isso é considerada uma agregação dos mesmos.

5.2.1 Cambissolos

Os Cambissolos (foto 12) são solos rasos a profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bi-C ou O-A-Bi-C, onde o horizonte B é do tipo incipiente. As condições de drenagem desse tipo de solo dependem da posição que ocupam na paisagem, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados (STRECK *et al*, 2008).

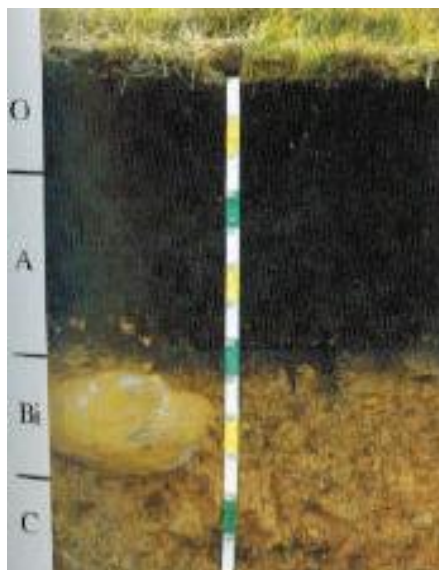


Foto 12 – Solo do tipo Cambissolo. Fonte: STRECK *et al*, 2008.

Os Cambissolos não podem ser enquadrados em outras classes de solos mais desenvolvidos por estarem em processos de transformação. Na área de estudo os Cambissolos podem ser diferenciados de acordo com a acumulação de matéria orgânica no horizonte superficial, ocorrendo o Cambissolo Hístico Alumínico e Cambissolo Húmico Alumínico. O Cambissolo Hístico Alumínico possui um horizonte superficial mais rico em matéria orgânica se comparado ao Cambissolo Húmico Alumínico.

Cambissolos Líticos ocorrem em áreas de maiores altitudes e apresentam condições climáticas críticas como a geada e a baixa insolação possuindo como alternativa o cultivo de pastagens nativas e silvicultura. Os Cambissolos Húmicos são encontrados nos Campos de Cima da Serra, local onde Cambará do Sul está situado, pelas limitações climáticas possuem aptidão restrita para culturas de verão e possuem melhores condições para o desenvolvimento de fruticultura de clima temperado e silvicultura. Por se apresentarem em áreas de relevo dissecado, com forte acidez e poucos nutrientes, o uso desse solo deve ser feito com a aplicação de elevados níveis de corretivos e fertilizantes. Já, os Cambissolos Háplicos devem ser analisados caso a caso, pois se encontram em condições variadas de relevo.

Os solos do tipo Cambissolo estão presentes na maior parte do município, sendo o solo de maior expressividade no que se refere à área ocupada, estando

presente em 78,78% da área total de Cambará do Sul.

5.2.2 Neossolo Rigolítico

Os Neossolos Rigolíticos (foto 13) são solos rasos ou profundos, onde o horizonte A ou O está assentado sobre a rocha parcialmente alterada (horizonte C) ou a rocha inalterada (camada R). Esses são solos pouco desenvolvidos, de formação muito recente e encontrados nas mais diversas condições de relevo e drenagem. Quando os Neossolos Litólicos apresentam saturação por bases abaixo de 50% eles são chamados de Neossolos Litólicos distróficos (STRECK *et al*, 2008).

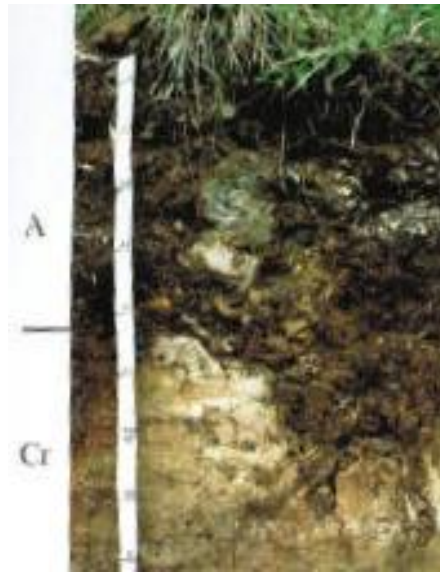


Foto 13 – Solo do tipo Neossolo Rigolítico. Fonte: STRECK *et al*, 2008.

Esse tipo de solo se concentra mais na porção central do município por estar associado à morfologia da área de estudo na qual este se encontra. Ele está associado a uma área de declividades altas e de um relevo com vales meândricos encaixados.

5.2.3. Luvisolos

Os Luvisolos (foto 14) geralmente são solos pouco profundos, que variam de bem a imperfeitamente drenados. Possuem uma acumulação subsuperficial de argila e apresentam no perfil uma sequência de horizontes A-Bt-C, onde o horizonte Bt é do tipo B textural (horizonte com incremento de argila) (STRECK *et al*, 2008).



Foto 14 – Solo do tipo Luvisolo Háplico Pálico. Fonte: STRECK *et al*, 2008.

Os Luvisolos estão presentes na associação de três tipos de solos, de acordo com Streck *et al* (2008). Ele se encontra juntamente com cambissolos e neossolos, já caracterizados anteriormente. Essas associações de solos apresentam-se mal a imperfeitamente drenados, novos em sua formação, podendo apresentar-se moderadamente rasos. Esses são encontrados na porção norte de Cambará do Sul e apresentam pouca representatividade.

5.2.4. Planossolos

Os Planossolos em Cambará do Sul ocorrem juntamente com os Gleissolos. São encontrados em áreas mais planas, com baixas declividades e nas mais baixas altitudes do município. Essas áreas pertencem ao compartimento geomorfológico da Planície Fluvial.

Esse tipo de solos possui como características principais ser imperfeitamente ou mal drenados, encontrados em áreas de várzea com relevo plano a suave ondulado. A sequência dos perfis é A-E-Bt-C, com horizonte A geralmente de cor escura e horizonte E de cor clara, ambos de textura mais arenosa, com mudança súbita para o horizonte Bt que é mais argiloso, de cor cinzenta com ou sem pigmentos vermelhos e/ou amarelos. Esse tipo de solo é frequentemente encontrado em áreas de várzeas de rios e lagoas aptos para o cultivo de arroz irrigado, milho, soja e pastagens, caso no qual se encontra a área de estudo (STRECK *et al*, 2008) (foto 15).

Esse tipo de solo se encontra geralmente associado a algum outro tipo, como é o caso em Cambará do Sul, ocorrendo juntamente com solos do tipo Gleissolos. Essas áreas onde ocorrem esses tipos de solos no município são áreas mais suscetíveis à inundação.

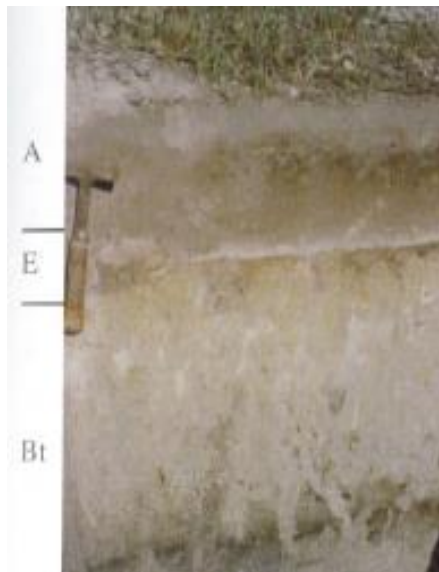


Foto 15 – Solo do tipo Planossolos. Fonte: STECK *et al*, 2008.

5.2.5. Gleissolos

Os Gleissolos (foto 16) (BOLDRINI, 2009) são solos hidromórficos com a presença de material mineral apresentando horizonte glei dentro de 150cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Esse tipo de solos não apresenta textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes dentro dos primeiros 150cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico ou horizonte B textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. (JACOMINE, 2008 e 2009).



Foto 16 – Solo do tipo Gleissolos típico. Fonte: STECK *et al*, 2008.

Portanto, esse tipo de solo ocorre no município nas áreas próximas à cursos-d'água mais planos, ou seja, as áreas de planícies fluviais. São em sua maioria hidromórficos que, por sua vez, são caracterizados por se formarem em presença de água. Nessa qualidade ocorre a formação de um horizonte superficial escuro e rico em matéria orgânica sobre uma camada acinzentada. (Wilding & Rehage, 1985).

De acordo com o exposto chega-se a conclusão que o potencial de utilização agro-econômica da área de estudo é limitada, motivo pelo qual, até poucos anos, só havia sido utilizada pela extração madeireira seletiva e para a pecuária extensiva. Recentemente alguns proprietários têm investido na implementação de reflorestamento com *Pinus Spp*, que é uma espécie florestal exótica, invasora e extremamente agressiva, possuindo capacidade de desenvolvimento razoável, mesmo sobre áreas de solos rasos.

O grau de fragilidade dos solos está ligado à erodibilidade face ao escoamento superficial das águas pluviais e são classificados segundo Ross (1994) (Quadro 16).

Quadro 16 – Graus de Fragilidade quanto à erodibilidade dos tipos de solos face ao escoamento superficial das águas pluviais.

Classes de Fragilidade dos Tipos de Solos	
1 - Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho Amarelo, textura argilosa.
2 - Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo, textura média/argilosa.
3 - Média	Latossolo Vermelho amarelo, Nitossolos, Aluvissolos, Neossolos textura média/argilosa.
4 - Forte	Neossolos, Cambissolos, textura média/arenosa, Cambissolos.
5 - Muito Forte	Neossolos com cascalho, litólicos e Neossolos Quartzarenicos.

Fonte: Ross (1994)

Essa classificação feita por Ross (1994) ainda levava em consideração a nomenclatura antiga dos tipos de solos. Para os solos presentes em Cambará do Sul eles se encaixam na seguinte classificação:

- ✓ Cambissolos – Grau de fragilidade forte;
- ✓ Neossolos – Grau de fragilidade muito forte;
- ✓ Associação de solos Cambissolos, Neossolos e Luvisolos – Grau de fragilidade forte;
- ✓ Planossolos e Gleissolos – Grau de fragilidade muito baixo.

Os Cambissolos e os Neossolos receberam grau de fragilidade forte e muito forte, respectivamente, por serem solos rasos e relativamente novos. A associação de solos Cambissolos, Neossolos e Luvisolos também recebeu grau de fragilidade forte. Já os Planossolos e Gleissolos receberam grau de fragilidade muito baixo por serem solos mais estáveis e estarem localizados em áreas mais planas menos suscetíveis às ações erosivas do ambiente.

Portanto, Cambará do Sul possui grau de fragilidade forte no que diz respeito aos solos na maior parte do seu município. A distribuição dos graus de fragilidades podem ser melhor visualizados no quadro 17.

Quadro 17 – Graus de fragilidade dos solos e suas respectivas áreas.

Tipo de solo	Área (km²)	Porcentagem	Grau de fragilidade
Neossolo	158,31	13,10%	5
Associação de solos Rre, Cxe, TXp	38,71	3,20%	4
Cambissolos	952,16	78,78%	4
Planossolos e Gleissolos	59,47	4,92%	1

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

O grau de fragilidade forte está presente em 81,98 % do município, ou seja, são solos mais susceptíveis à erosão e assim estão mais sujeitos às alterações do ambiente. E ainda aparece o grau de fragilidade muito forte presente em 13,10% da área total em Cambará do Sul.

5.3. Características da Hidrografia de Cambará do Sul

O município de Cambará do Sul possui uma rede hidrográfica densa. De acordo com a linha geral do escoamento dos cursos d'água em relação à inclinação principal das camadas, o município possui rios consequentes e rios subsequentes, além de diversos pontos de nascentes. Christofolletti (1980) destaca que os rios consequentes são aqueles cujo curso foi determinado pela declividade da superfície terrestre e, em geral, coincide com a direção da inclinação do mergulho das camadas. Na área de estudo, os principais rios consequentes são: Rio Garrafa, Rio Santana, Rio Camisas, Rio Tainhas, Rio das Antas e Rio Reserva.

Já, os rios subsequentes são aqueles cuja direção do fluxo é controlada pela estrutura rochosa, sempre passando na zona de fraqueza, como uma falha, junta, camada rochosa delgada ou facilmente erodível. Nessas áreas, segundo Christofolletti (1980), correm perpendiculares à inclinação principal das camadas.

No município é possível verificar formas de relevo de dissecação diferencial, verificadas por entalhamentos fluviais que se apresentam encravados em linhas estruturais.

O padrão de drenagem do município, de acordo com a classificação de Christofolletti (1980) é do tipo treliça (figura 12). Essa drenagem é caracterizada por possuir rios principais consequentes, correndo paralelamente, recebendo afluentes, os subsequentes e fluem em direção perpendicular aos primeiros. Esse padrão é geralmente encontrado em estruturas sedimentares homoclinais.

Foi realizada a hierarquia fluvial dos cursos d'água do município e os cálculos segundo Christofolletti (1980) sobre geomorfologia fluvial. Baseado nisto alguns cálculos morfométricos foram realizados através do software ArcGis como a área do município que é 1208,65 km² e o seu perímetro que é 311,67 km. Existem cursos de 1ª a 5ª ordem, tendo esses um comprimento total de 1.713,97 km. O canal principal tem diferentes nomes em sua extensão, sendo eles Rio Garrafa, Rio Reserva e Rio Santana e esses possuem 56,69 km de extensão dentro do município de Cambará do Sul. A densidade da drenagem foi de 1,42, o que pode considerar o município como uma área bem drenada (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

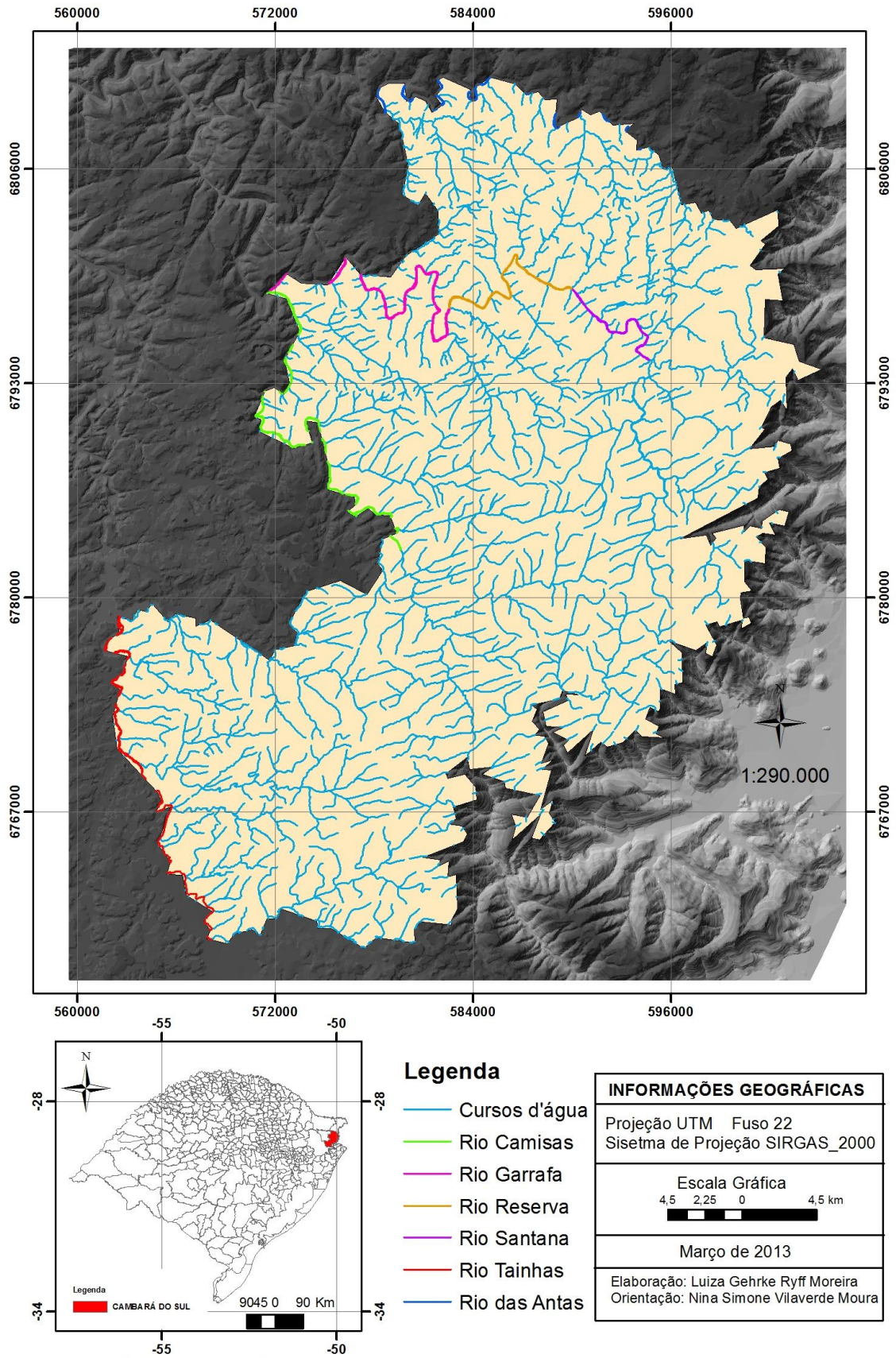


Figura 12 - Mapa Hidrográfico de Cambará do Sul

O principal curso da água de Cambará do Sul é o único rio que chega à quinta ordem na hierarquia fluvial, sendo este o Rio Garrafa (foto 17), o qual possui a maior vazão do município. O Rio Garrafa possui comprimento de 24,26 km dentro do município de Cambará do Sul correndo no sentido leste-oeste.



Foto 17 – Curso médio do Rio Garrafa. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

No município existem alguns cursos d'água localizados nas áreas de vale das regiões que possuem maiores declividades. Esses cursos (foto 18) são considerados encaixados nos vales e possuem uma forma meandrante, ou seja, são sinuosos com locais de agradação e degradação de sedimentos. Suas margens são assimétricas sempre apresentando maiores declividades de apenas um de seus lados.



Foto 18 – Curso d'água meândrico. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Já, em outras áreas do município existem cursos d'água em áreas mais planas com uma declividade menos acentuada. Esses rios (foto 19) são rasos e localizam-se em faixas de planície fluvial encontradas em Cambará do Sul.



Foto 19 – Curso d'água em planície fluvial. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Além desses cursos d'água podem ser vistas diversas áreas de nascentes e outros canais, já que o município possui uma drenagem bastante densa. A hidrografia é outra condicionante natural que mereceu ser estudada separadamente

para ser associada aos outros fatores físicos principalmente pela sua importância no auxílio da definição das formas de relevo e das áreas de fragilidade ambiental.

5.4. Características das Unidades de Relevo de Cambará do Sul

O mapa geomorfológico do município de Cambará do Sul foi elaborado a partir de técnicas de geoprocessamento e trabalhos de campo. Seguindo a proposta taxonômica de Ross (1992) foi possível realizar a descrição da compartimentação das formas de relevo. Quanto à morfoestrutura, o município está presente na Bacia Sedimentar do Paraná, a qual de acordo com a sua geologia, foi caracterizada no anteriormente neste estudo. A morfoescultura presente pertencente a esta morfoestrutura é o Planalto Meridional que também foi caracterizado anteriormente. Utilizou-se do MNT (modelo numérico do terreno), do modelo de declividades e de saídas de campo para realizar o mapa de geomorfologia com os padrões e tipos de formas de relevo. Além desses levou-se em consideração o ordenamento da hidrografia e suas características. Com isso foram gerados primeiramente os mapas hipsométrico e clinográfico de Cambará do Sul.

O mapeamento hipsométrico permitiu uma identificação dos setores de maiores e menores altitudes da área de estudo. Assim, ele forneceu uma noção do relevo e é considerado um tipo de mapeamento importante para diversos tipos de estudo e aqui foi fundamental para a caracterização das unidades de relevo de Cambará do Sul.

De acordo com De Biasi (1992) o Mapa Hipsométrico é uma representação gráfica do relevo que é analisado pela variação das diferentes altitudes do terreno com referência do nível médio do mar. Esta representação é feita a partir das curvas de nível da área que está sendo mapeada, ou seja, linhas que em intervalos iguais ligam pontos de igual altitude ou cota.

O Mapa Hipsométrico pode ser considerado um produto cartográfico que relaciona diversas informações como o tipo de solos, a geologia e o clima, e assim um uso adequado do ambiente é possibilitado gerando um auxílio na organização do

espaço. Portanto, estudos socioambientais são beneficiados pelo Mapa Hipsométrico, pois o mesmo fornece informações sobre o relevo que exerce grande influência do âmbito natural ao âmbito cultural de uma determinada região (Queiroz, 2003).

Baseado no modelo de elevação do terreno, que foi realizado com curvas de nível equidistantes em 20 metros puderam ser calculadas as áreas respectivas para cada classe de altitude conforme estabelecido no município (figura 13). O quadro 18 mostra a distribuição das altitudes do relevo em Cambará do Sul, sendo que as áreas foram somadas para apresentar os valores de 100 em 100 metros.

Quadro 18 – Distribuição das altitudes da área total do município de Cambará do Sul.

Classes Hipsométricas	Área (km²)	Área (Percentual)
700 - 800	10,9	0,90%
800 - 900	146,34	12,11%
900 - 1000	573,47	47,45%
1000 - 1100	426,78	35,31%
1100 - 1200	51,08	4,23%
>1200	0,08	0,01%

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

O município de Cambará do Sul possui altitudes compreendidas entre 700 e 1300 metros, tendo uma amplitude altimétrica máxima de aproximadamente 600 metros. O município encontra-se, em sua maior parte, entre as altitudes 900 a 1000 metros. As porções leste e norte apresentam as maiores elevações do município e, conseqüentemente, as principais nascentes dos cursos d'água, pois esses correm, predominantemente, no sentido leste-oeste. Com isso, as porções oeste e sul possuem as menores elevações do município. Os pontos de maiores altitudes se encontram ao norte do Rio Santana, próximo à estrada ERS-020, tendo esses uma altitude maior de 1200 metros.

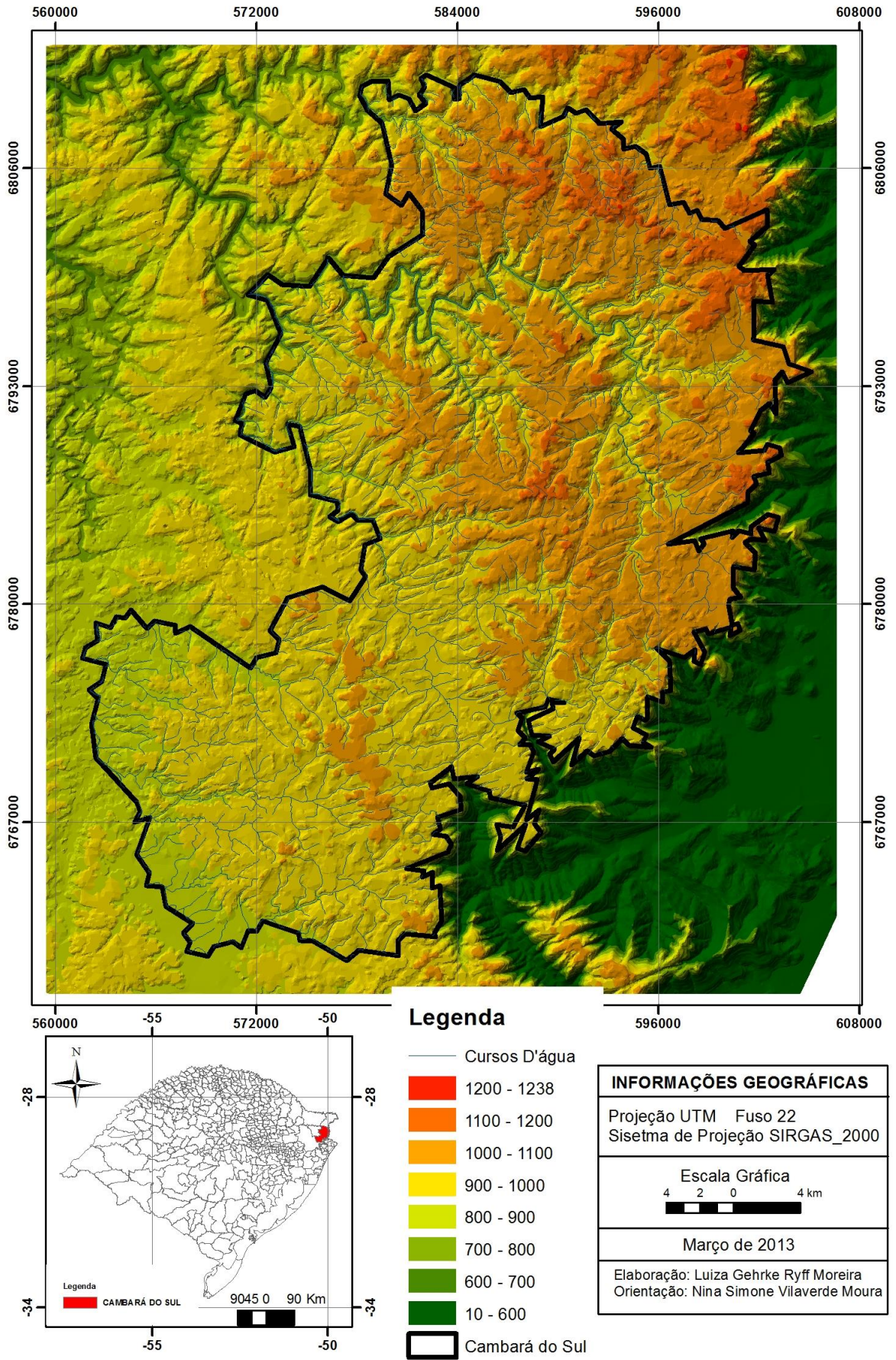


Figura 13 - Mapa Hipsométrico de Cambará do Sul

Cartas clinográficas são consideradas um instrumento importante de apoio a estudos de potencialidade de uso e ocupação do solo de uma determinada área de estudo, podendo esta área ser urbana ou agrícola, e para isso são associadas a outros tipos de fenômenos geográficos inerentes à topografia. Segundo Brito & Rosa (2003) estudos baseados nas cartas clinográficas são empregados a fim de prover informações sobre a praticabilidade de emprego de equipamentos agrícolas e para obtenção de informações sobre a susceptibilidade dos solos à erosão, bem como de expansão agrícola.

Ainda segundo os autores, é ressaltado que essas cartas são consideradas documentos básicos para planejamentos regionais, além de serem muito utilizadas nos estudos de estrutura agrária e de geomorfologia, pois possibilitam uma melhor visualização das declividades das vertentes e dos locais com declividades homogêneas. Graus de declividade de vertentes podem ser associados aos extensos comprimentos de rampa e assim apresentam maiores velocidades de escoamento superficial tendo como consequência a maior fragilidade quanto aos processos erosivos.

Segundo Cunha (1995) uma encosta com baixa declividade e comprimento de rampa pode ser vulnerável aos processos erosivos quanto estiver sob ação de uma grande vazão de escoamento de águas superficiais. Este fator pode ocorrer ou não e depende das características de uso do solo da área em estudo.

A velocidade do escoamento superficial depende da declividade do terreno, ou seja, quanto mais acentuado for o declive mais acelerado será o escoamento, podendo assim definir a quantidade de material transportado das encostas, afetando os solos desprotegidos e depositando grandes quantidades de materiais na rede hidrográfica. Isso ocorre, pois o relevo exerce grande influência sobre os fatores climáticos e hidrológicos.

O Mapa Clinográfico (figura 14) do município de Cambará do Sul pôde ser elaborado a partir do modelo de elevação do terreno. A área foi classificada em cinco classes de fragilidade de acordo com a sua declividade, pois assim poderiam auxiliar na definição dos tipos de relevo de acordo com as porcentagens de declividade (quadro 19).

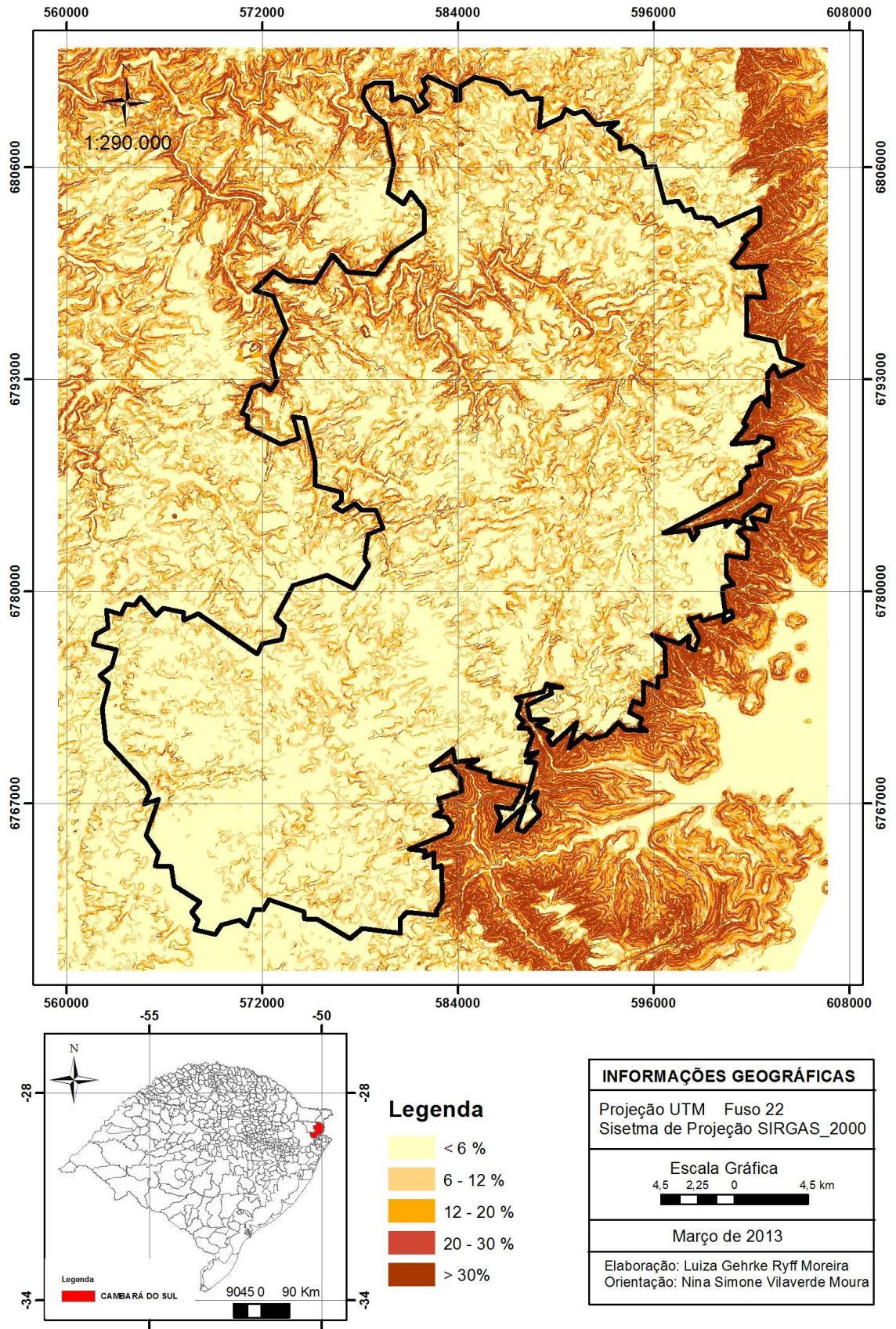


Figura 14 - Mapa Clinográfico de Cambará do Sul

Quadro 19 – Relação das classes de declividade e respectivas áreas ocupadas no município de Cambará do Sul

Classe de declividade	Área (km ²)	Área (Percentual)
<6%	949,55	78,56%
6 a 12%	207,51	17,17%
12 a 20%	40,25	3,33%
20 a 30%	8,09	0,67%
>30%	3,25	0,27%

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

A maior parte do município (78,56%) apresenta declividades menores que 6% e estão espalhadas por quase toda a área, mas ocorrem em maiores concentrações na parte sul correspondendo às áreas de planície fluvial e de padrão em colinas. Apenas 17,17% da área estão inseridas entre 6 – 12% de declividade. Os declives entre 12 – 20% e 20 – 30% têm pouca representatividade, 3,33% e 0,67%, respectivamente. As áreas que apresentam essas declividades estão localizadas na porção centro-norte do município. As maiores declividades podem ser vistas próximas ao maior curso d'água, na porção centro-norte do município. Apenas uma pequena porção (0,27%) apresenta declividades acima de 30%. As classes da tabela correspondem às classes existentes na legenda do Mapa Clinográfico. O gráfico 11 mostra melhor a distribuição das classes de declividades.

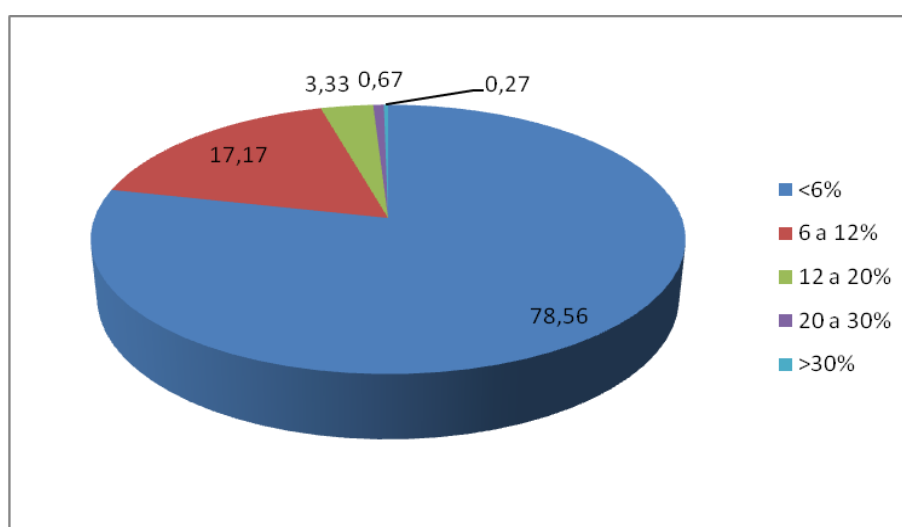


Gráfico 11 – Distribuição das classes de declividade de Cambará do Sul. Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

A declividade também pode ser classificada em classes de fragilidade, sendo estas: Muito fraca (menor que 6%), fraca (de 6 a 12%), média (de 12 a 20%), forte (de 20 a 30%) e muito forte (acima de 30%) (ROSS, 1994).

No que se refere aos padrões e tipos de forma de relevo, o mapa geomorfológico foi classificado em cinco compartimentos (quadro 20) sendo que todas estão inseridas na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e na morfoescultura do Planalto Meridional.

Quadro 20 – Geomorfologia de Cambará do Sul

Morfoestrutura	Morfoescultura	Padrões e formas de relevo
Bacia Sedimentar do Paraná	Planalto Meridional	Padrão em Patamares Planos
		Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos
		Padrão em forma de morros com vales meândricos encaixados
		Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos
		Padrão em forma de planície fluvial

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

As formas de relevo do município de Cambará do Sul são bastante homogêneas. Baseada numa análise morfométrica, de cobertura vegetal e de drenagem, foi possível fazer essa divisão em cinco padrões de formas de relevo que aparecem no Mapa Geomorfológico (figura 15).

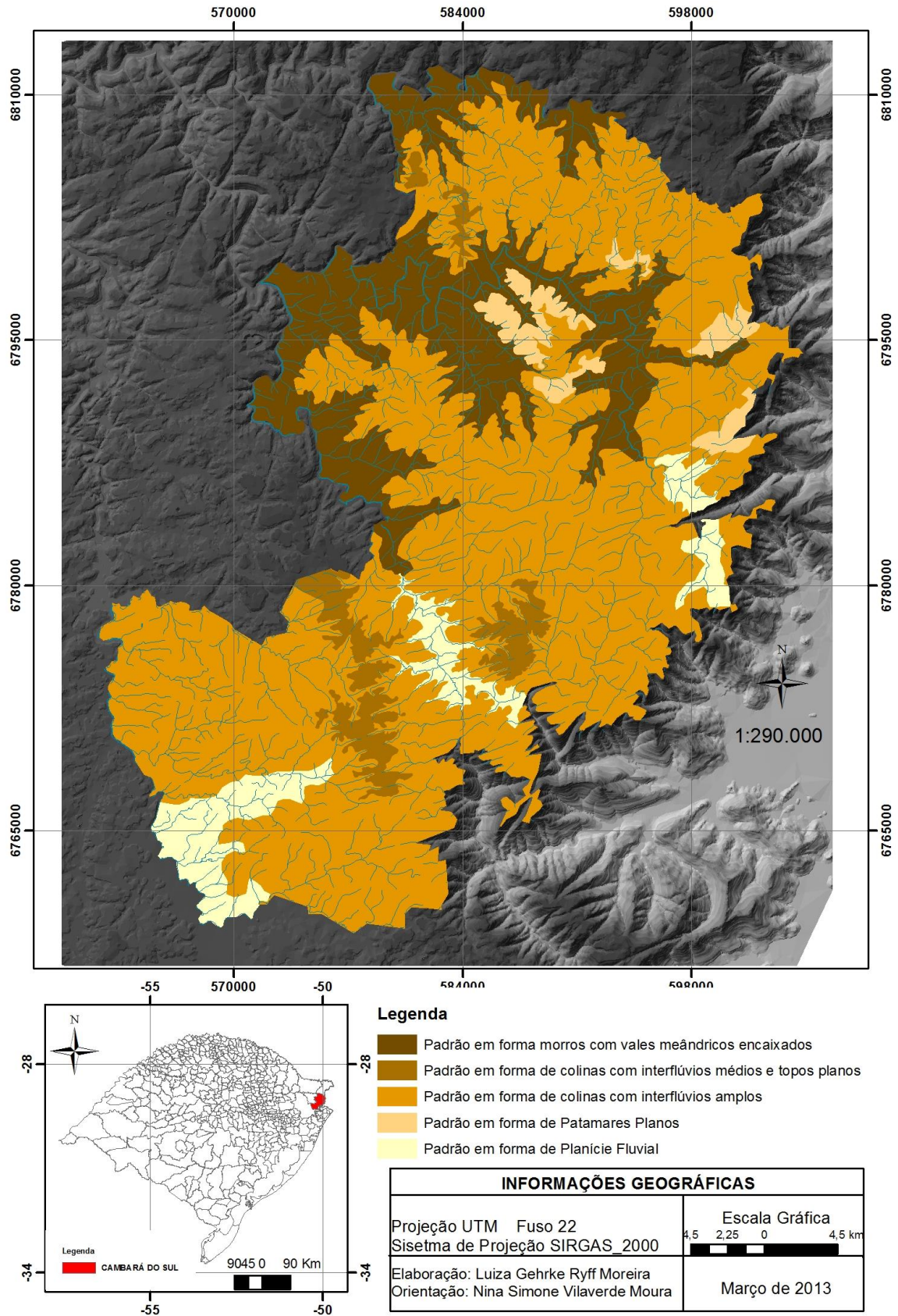


Figura 15 - Mapa Geomorfológico de Cambará do Sul

O gráfico 12 apresenta as porcentagens de ocorrência dos padrões de relevo. Nele pode ser visto que a maioria do município de Cambará do Sul possui o Padrão em Colinas com interflúvios amplos, sendo representado em 66,55% da área de estudo. O segundo padrão com maior representatividade é o Padrão de morros com vales meândricos encaixados, sendo este presente em 19,80% do município e localizado mais na porção centro-norte do mesmo. Os outros padrões possuem menor representatividade, mas também se fazem presentes em Cambará do Sul.

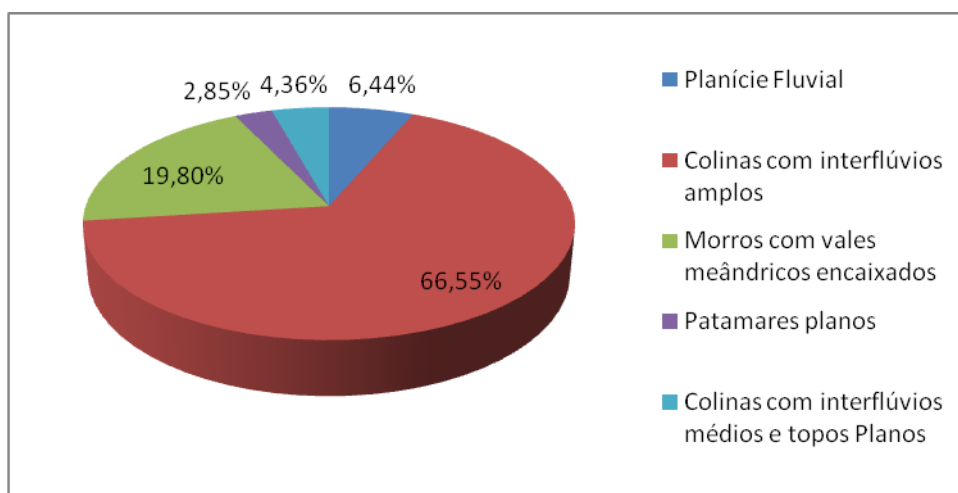


Gráfico 12 – Distribuição dos padrões e formas de relevo de Cambará do Sul. Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

5.4.1. Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos

Esse compartimento é o maior de Cambará do Sul e corresponde a uma área de relevo colinoso (foto 20) com interflúvios amplos existindo nesta, morros isolados (foto 21). Neste compartimento os topos das formas de colina apresentam-se como convexos e devido à baixa declividade o terreno apresenta-se suavemente ondulado.



Foto 20 – Área com relevo colinoso. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).



Foto 21 – Morro isolado no compartimento de colinas com interflúvios amplos. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Esta unidade de relevo é verificada em 804,45 km² de área e está espalhada por todo o município. As declividades desta área são baixas, predominantemente inferiores a 6%. É possível também verificar declividades em todos os intervalos das mesmas possuindo declividades desde menores que 6% até maiores que 30%. Nesse compartimento que as declividades maiores que 30% aparecem assim como

no compartimento que apresenta vales meândricos encaixados. Os solos predominantes nesse compartimento são os Cambissolos.

Quanto à cobertura vegetal desta área ela é predominantemente de campos e pastagens, com alguns capões de vegetação original. Essa paisagem de campos vem sofrendo alterações com as plantações de *Pinus* que estão presentes em diversas áreas deste compartimento, incluindo áreas ao longo de cursos d'água nos quais estão descumprindo a legislação que define como Área de Preservação Permanente (APP) uma área de 30 metros em torno de cursos d'água.

5.4.2. Padrão em forma morros com vales meândricos encaixados

Esse compartimento é o segundo compartimento mais representativo do município sendo representado em 239,38 km². Nele, se encontra um relevo mais ondulado e está localizado mais para o centro e norte do município.

As declividades deste compartimento são mais bem distribuídas em duas classes sendo que aproximadamente 45% da área está localizada em declividades menores que 6% e aproximadamente 42% está localizada em declividades que variam de 6 a 12%. O restante dessas áreas se encontra distribuído entre as declividades de 12 a 20% e de 20 a 30%. Declividades maiores que 30% são percebidas apenas em uma pequena porção.

Pequenas quedas d'água ocorrem nos principais cursos d'água deste compartimento (foto 22) Os vales desta área apresentam-se de forma assimétrica (foto 23), ou seja, uma vertente mais íngreme que a outra.



Foto 22 – Queda d'água no Rio Camisas. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).



Foto 23 – Rio Garrafa localizado no norte de Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

Nos cursos d'água existem corredeiras e quedas d'água, com alguns desníveis acentuados como no rio Camisas. Essas quedas são relacionadas à estrutura e a um sistema de falhamento de acordo com o lineamento tectônico que é observado neste setor. Como consequência deste sistema de falhamento o relevo possui alguns grandes desníveis.

A principal característica deste compartimento é a presença de meandros encaixados ao longo dos rios Garrafa e rio das Antas, sendo que este último é a

divisa do município ao norte. Os meandros encaixados aparecem em um curso d'água considerado meândrico como o seu vale, conservando a mesma escala (CHRISTOFOLETTI, 1980). As áreas que possuem vales encaixados são áreas modeladas pela incisão vertical da rede de drenagem em planos de falhas e fraturas. Os solos predominantes nesse compartimento são os do tipo Neossolos.

Quanto à cobertura vegetal é representada principalmente pela mata nativa do local, ou seja, a floresta ombrófila mista, principalmente nas vertentes e ao longo dos cursos d'água (foto 24).



Foto 24 – Mata nativa ao longo de cursos d'água. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012)

5.4.3. Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos

Esse compartimento aparece apenas em uma pequena parte do município, estando presente em apenas 52,41 km² do mesmo. Quanto a sua declividade ela se concentra nas menores classes, estando aproximadamente 97% do compartimento localizado em declividades menores que 6% e por isso ele ganha esta dominação de topos planos. Em compensação, possui altitudes elevadas na sua maior parte estando essas entre 900 e 1100 metros.

É caracterizado por possuir um padrão em forma de colinas, como a maior parte de Cambará do Sul, mas se diferencia por ter interflúvios médios e os topos planos (foto 25). A cobertura vegetal é de campos em sua maior parte ocorrendo nesses topos planos das colinas. É possível verificar a ocorrência de uma pequena porção de mata nativa nas áreas um pouco mais íngremes e próximas aos cursos d'água. Os topos planos estão dispostos em variadas orientações geográficas, sendo estes topos representados por setores planos e convexos. Os solos predominantes nessas áreas são os do tipo Cambissolos.



Foto 25 – Topos planos no norte de Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira (2012).

5.4.4. Padrão em forma de planície fluvial

Esse compartimento está localizado mais ao sul do município e também é encontrado na porção leste representado em quatro áreas no entorno de cursos d'água. Essas áreas são caracterizadas por serem áreas planas (foto 26), vales abertos no interior das colinas e declividades médias inferiores a 6%, sendo essa declividade apresentada em 98% do compartimento.



Foto 26 – Área de planície fluvial localizada no sul de Cambará do Sul. Autora: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

Essas áreas estão situadas no entorno dos arroios Camisas, Rio Tainhas e arroio sem nome. Neste padrão em forma de planície a classe de solos predominante são os Planossolos e Gleissolos que se desenvolveram sobre relevo plano de depósitos fluviais. Estes solos estão relacionados às zonas que apresentam má drenagem (permeabilidade) favorecendo processos de hidromorfismo (JUNGBLUT, 1194).

Essas áreas estão sujeitas a cheias sazonais e o seu entorno se torna impróprio para ocupação. As áreas são aplainadas resultantes da acumulação, sendo ela periódica ou permanentemente alagada. Esse padrão é apresentado em 78km² de área no município de Cambará do Sul, sendo o terceiro mais expressivo. Possui características de deposição sedimentar devido à dinâmica dos arroios. Foi verificado que a deposição de sedimentos é pequena. A altitude predominante destas áreas variam, mas são áreas com declividades muito baixas.

Essas áreas ocorrem no entorno de rios não meândricos que possuem o fundo chato com rocha resistente a pouca capacidade erosiva. No entorno destes é visto mata de araucária e plantações de pinus incluindo áreas de preservação permanente.

5.4.5. Padrão em forma de Patamares Planos

Esse compartimento é o de menor expressão no município, sendo este presente em apenas 34,40km² de área. Este relevo está localizado próximo às áreas mais elevadas e ele se encontra rebaixado e plano. Está localizado principalmente na porção leste do município, próximo às bordas dos Cânions e da linha de divisa de Cambará do Sul.

Essas áreas possuem baixas declividades, menores que 6% em sua maior parte e se encontram encaixadas entre áreas de relevo mais elevado, sendo que essa declividade aparece em aproximadamente 84% deste compartimento. Já, a altitude predominante está entre 900 e 1100 metros, mas existem pequenas porções de áreas com altitudes maiores que 1100 metros. São considerados patamares planos.

Portanto, no que se refere à análise do relevo, a área é destacada por possuir formas mamelonares, conhecidas regionalmente por coxilhas e, por alguns cerros testemunhos de forma tabular. De acordo com Ab'Saber (1969), as coxilhas são expressão de grande significação morfoclimática, pois traduz os efeitos mamelonares dos processos subtropicais úmidos que, por último, agiram na fisionomia do relevo regional.

Na área de estudo a presença de morros e colinas é característica com a presença de solos rasos com afloramentos rochosos devido à existência de uma estrutura físico-química de desagregação e decomposição desenvolvendo formas esferoidais nos matacões e nos afloramentos rochosos (ROSS, 1998). A silvicultura está presente em diversas áreas de Cambará do Sul, sendo mais presente no Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos e no Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos. Essa atividade econômica pode causar erosão no solo, principalmente devido às queimadas feitas do terreno após o corte do Pinus, deixando o solo exposto e susceptível à erosão.

O turismo também entra como um fator importante no diz respeito à erosão do solo, por essa ser uma atividade econômica com grande potencial na região. Nos locais próximos aos canyons localizados na borda leste do município a erosão já

pode ser visualizada, ocasionada principalmente por automóveis que possuem liberação para transitar em alguns locais até a borda dos canyons. Nos últimos anos a atividade econômica turística aumentou e aliada a ela a preocupação na preservação ambiental teve um grande crescimento. Já existem trilhas ecológicas até a borda dos canyons, mas será necessário a expansão da implantação das mesmas e o desenvolvimento de atividades de baixo impacto que não agridam o ambiente. Isso poderá ser feito com a criação de maiores áreas de preservação e uma maior fiscalização em Cambará do Sul.

Este capítulo apresentou mapeamentos e análises referentes aos aspectos do meio físico do município de Cambará do Sul que serão importantes para a avaliação da fragilidade ambiental da área de estudo, pois os mesmos refletem a fragilidade potencial do ambiente. As características geológicas são importantes para definir os passos metodológicos para a confecção do mapa de fragilidade ambiental. Os mapas de hidrografia, solos e geomorfologia são fundamentais para a avaliação dos graus de fragilidade ambiental no Planalto Meridional, especificamente na área estudo.

6. ANÁLISE E MAPEAMENTO DAS FRAGILIDADES DO AMBIENTE

O mapa de fragilidade ambiental é o produto final deste trabalho, sendo este um documento de síntese que resulta da análise integrada e de todo o levantamento realizado no município de Cambará do Sul. Este mapa permite avaliar as potencialidades do ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições. Para se chegar ao resultado deste trabalho foi realizada uma combinação de informações dos mapas temáticos, pela álgebra de mapas e a partir da classificação de cada uma de suas feições, de acordo com os graus de fragilidade para cada mapeamento e dos aspectos físicos e socioeconômicos do município.

A fragilidade do solo ou erodibilidade corresponde à suscetibilidade do solo à erosão. As diferenças nos atributos físicos e químicos explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros, mesmo estando expostos a uma mesma condição no ambiente. Outro elemento que interfere no processo erosivo é o tipo de uso dos solos e a cobertura vegetal. Além de proteger os solos contra a perda de material, o uso adequado e a cobertura vegetal o protege direta e indiretamente contra os efeitos modificadores das formas de relevo. O uso do solo indevido intensifica a fragilidade dos tipos de solos. As informações de geologia e clima são utilizadas em conjunto com as demais cartas com informações adicionais, podendo ser incorporadas na análise síntese.

Ross (1994) ressalta que na avaliação da fragilidade ambiental devem ser consideradas a Fragilidade Potencial dos ambientes (unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial) e a Fragilidade Emergente (unidades ecodinâmicas de fragilidade emergente). A fragilidade ambiental está relacionada aos processos erosivos que se verificam nas áreas de agradação, que é o caso do Planalto Meridional e assim os principais fatores considerados na análise da fragilidade ambiental são a geomorfologia, os tipos de solos, as declividades e o uso do solo e cobertura vegetal.

Portanto, a fragilidade ambiental é vislumbrada a partir de duas situações distintas: a fragilidade ambiental chamada de potencial – que se caracteriza pela

fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, a partir do tipo de solo, declividade do relevo, índice de pluviosidade, entre outros, este local poderá ou não apresentar um equilíbrio natural. Sendo assim, ao se analisar determinadas áreas sobre o prisma da fragilidade potencial, se consideram apenas aspectos naturais. E a fragilidade ambiental emergente, que representa a fragilidade que estão emergindo no ambiente natural devido ao uso e ocupação do solo. Ela resulta da combinação da fragilidade ambiental potencial com o mapa de uso e cobertura do solo da área de estudo.

As classes de declividades foram mapeadas e caracterizadas quanto a sua fragilidade. Essas classes variaram de muito fraca a muito forte (quadro 2). As classes de fragilidade quanto à declividade predominante no município é a definida como muito fraca, representada em 78,56% da área total. Já a classe que menos aparece é definida como muito forte, estando presente em apenas 0,27% de Cambará do Sul. Essas classes de fragilidade quanto a declividade caracterizam um relevo em sua maior parte suavemente ondulado, com pequenas declividades.

Quadro 21 – Graus de fragilidade das classes de declividade em Cambará do Sul e áreas ocupadas em km²

Fragilidade (Declividades)	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	949,55	78,56
Fraca	207,51	17,17
Média	40,25	3,33
Forte	8,09	0,67
Muito Forte	3,25	0,27

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

Quanto aos tipos de solos, a sua fragilidade foi descrita no capítulo anterior como Ross (1994) a classificou. Para Cambará do Sul essas classes variam de muito fraca à muito forte, excluindo-se a fragilidade fraca e média (quadro 22). São quatro os tipos de solos encontrados em Cambará do Sul, sendo eles: associação de solos entre Luvisolos, Neossolos e Cambissolos, Associação de Planossolos e Gleissolos, Cambissolos e Neossolos. Essa associação possui grau de fragilidade

forte, os Cambissolos possuem grau de fragilidade forte, os Planossolos e Gleissolos possuem grau de fragilidade muito fraco e os Neossolos apresentam grau de fragilidade muito forte. Os Neossolos possuem grau de fragilidade muito forte por estarem em constante alteração por serem solos mais novos que os demais.

Quadro 22 – Graus de fragilidade das classes de solos em Cambará do Sul e áreas ocupadas em km²

Fragilidade (Solos)	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	59,47	4,92
Fraca	-	-
Média	-	-
Forte	990,87	81,98
Muito Forte	158,31	13,10

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

Quanto à geomorfologia, seus compartimentos também foram classificados quanto à sua fragilidade. O Padrão em forma de Planície Fluvial possui fragilidade muito fraca, por se encontrar em áreas agradacionais. O Padrão em Patamares Planos recebeu classificação quanto a sua fragilidade de fraca, pois está localizado em áreas nas quais apresentam declividades muito baixas e assim é mais estável. Já, o Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos e o Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos receberam grau de fragilidade muito forte de acordo com suas características geomorfológicas. O compartimento chamado de Padrão em forma de morros com vales meândricos encaixados recebeu grau de fragilidade muito forte, principalmente por possuir as maiores declividades e assim ser um compartimento mais suscetível às ações ambientais e antrópicas. As porcentagens dos graus de fragilidade quanto à geomorfologia podem ser visualizados no quadro 23.

Quadro 23 - Graus de fragilidade referentes à Geomorfologia de Cambará do Sul e áreas ocupadas em km²

Fragilidade (Geomorfologia)	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	78,01	6,44
Fraca	34,40	2,85
Média	856,46	70,91
Forte	-	-
Muito Forte	239,38	19,80

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

No que se refere ao mapa de uso e cobertura dos solos foram detectadas quatro classes de fragilidade, sendo estas: muito fraca, média, forte e muito forte (quadro 24). Essas classes foram descritas no capítulo 4 deste trabalho. A classe que possui mais representatividade é a média, pois nela estão presentes os campos e pastagens que ocupam a maior parte do município. A classe muito fraca representa 35,56% da área total e é representada pela vegetação nativa que é preservada. A classe de fragilidade forte está presente em 10,32% e é vista nas áreas de agricultura e de solo exposto. E a classe muito forte aparece justamente onde existe a produção de silvicultura, sendo que anteriormente essas áreas eram compostas por campos e pastagens.

Quadro 24 – Graus de fragilidade para uso e ocupação do solo em Cambará do Sul e áreas ocupadas em km²

Fragilidade (Uso e ocupação do solo)	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	429,81	35,56
Fraca	-	-
Média	575,16	47,59
Forte	124,74	10,32
Muito Forte	74,63	6,53

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

A Fragilidade Potencial (figura 16) é detectada pela combinação dos dados de classes de fragilidade de declividade, geomorfologia e solos. Assim, foi gerado o mapa de que indica a fragilidade naturalmente imposta ao município de Cambará do Sul pelo ambiente que a compõe.

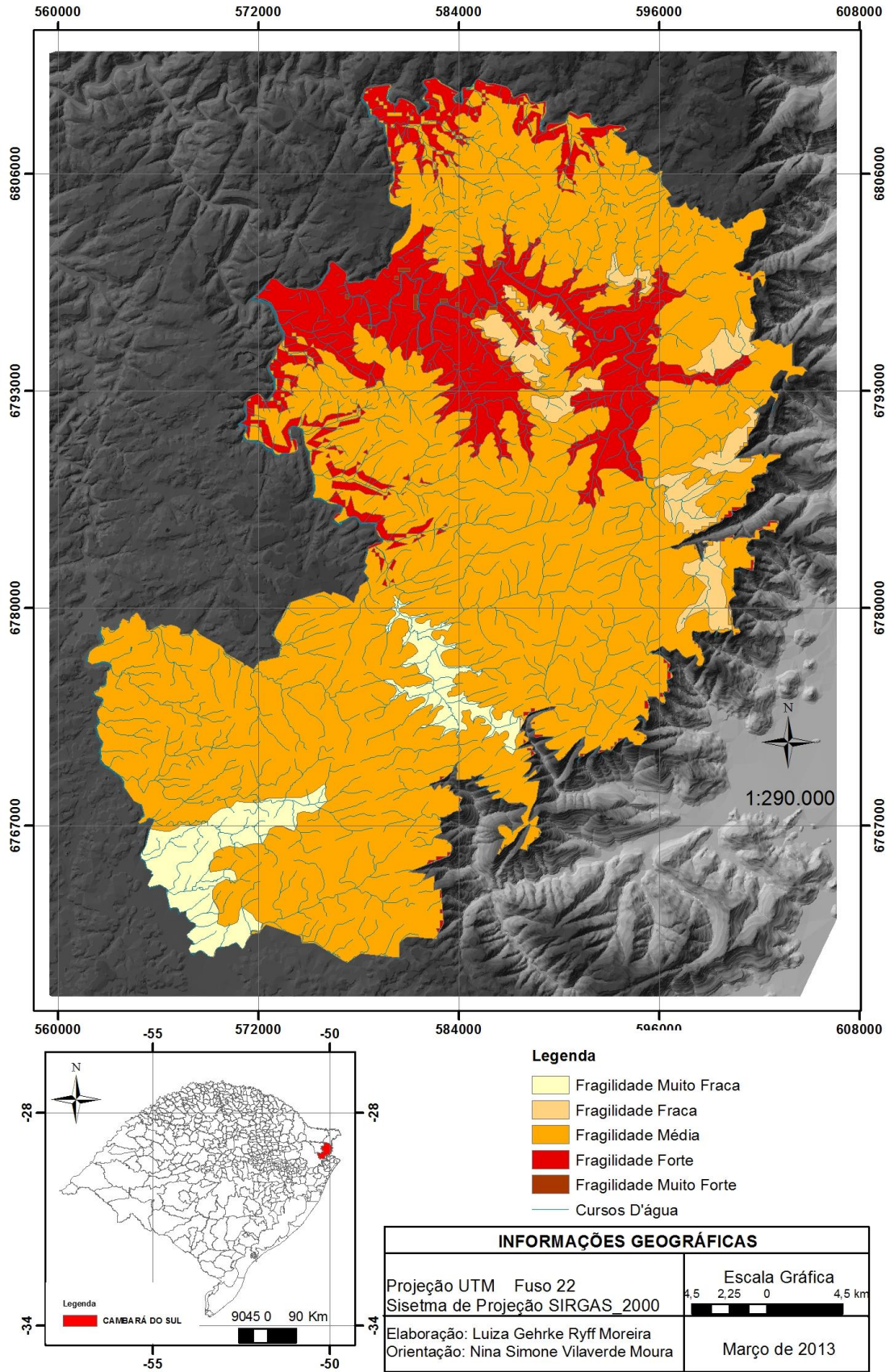


Figura 16 - Mapa de Fragilidade Potencial de Cambará do Sul

Quanto à fragilidade potencial foram geradas cinco classes de fragilidade no município de Cambará do Sul. Foi verificado que a fragilidade se mantém alta nas áreas onde existem as maiores declividades, próximo ao padrão em forma de morros com vales meândricos encaixados. Essa área possui grau de fragilidade variando de médio a muito forte. O predomínio em Cambará do Sul, quanto à fragilidade potencial, se dá numa fragilidade média, que atinge grande parte do município. A fragilidade muito fraca é encontrada nas áreas de planície fluvial, por possuírem menores declividades e um tipo de solo diferenciado, estando menos suscetível à erosão. O grau de fragilidade fraco é encontrado principalmente nas áreas que apresentam topos planos.

As classes de fragilidade potencial obtidas foram: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte (quadro 25). Elas são destacadas no gráfico 13 onde pode ser percebido que a classe que mais se destaca é a média.

Quadro 25 – Medida das classes de fragilidade ambiental potencial de Cambará do Sul

Fragilidade Potencial	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	59,36	4,91
Fraca	43,89	3,63
Média	912,85	75,53
Forte	191,47	15,84
Muito Forte	1,08	0,09

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

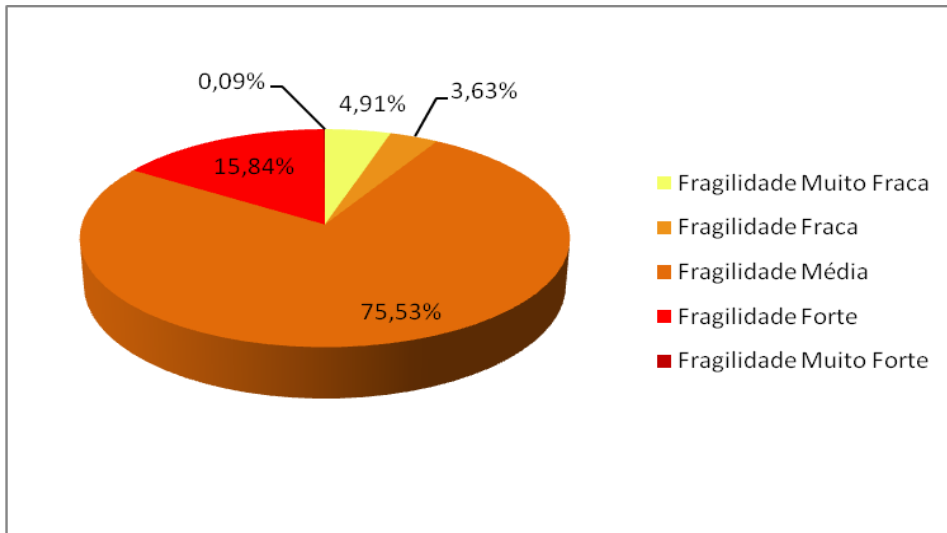


Gráfico 13 – Distribuição das classes de Fragilidade Potencial. Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

A Fragilidade Emergente resulta da combinação do mapa de Fragilidade Potencial (elementos do meio físico) com o mapa de uso, ocupação do solo e cobertura vegetal para a área de estudo. Este mapa (figura 17) mostra as classes de fragilidade ambiental e se torna no mapa síntese deste estudo. A fragilidade emergente, além de considerar os elementos naturais já constantes na fragilidade potencial, tipo de solo, declividade e compartimentos geomorfológicos, acrescenta o elemento humano, que se caracteriza pela maneira como o solo é ocupado, ou seja, de que forma ele é utilizado.

Saídas de campo contribuíram na confirmação dos dados, auxiliando na escolha das variáveis que melhor representam o mapa de fragilidade ambiental emergente.

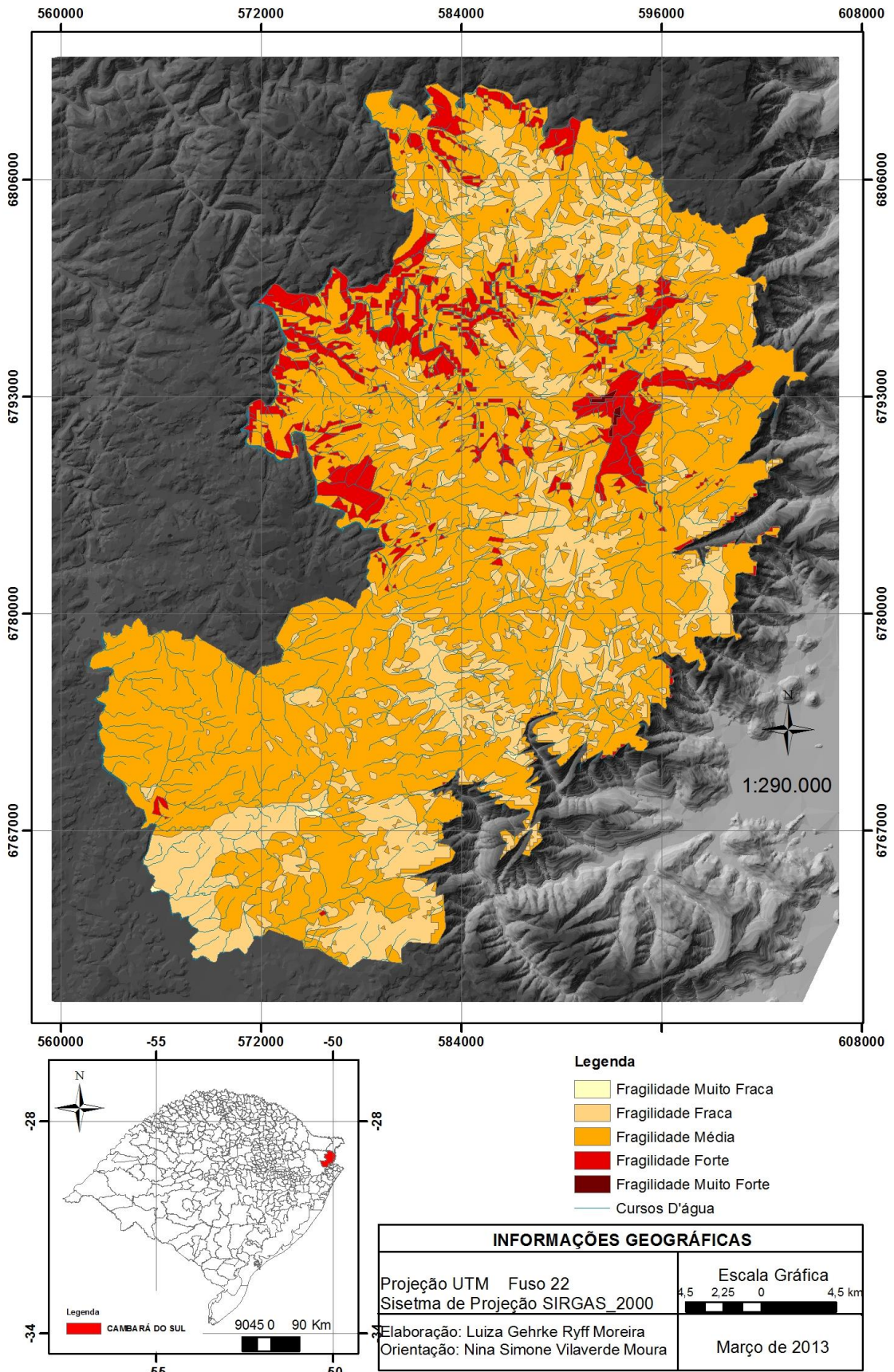


Figura 17 - Mapa de Fragilidade Emergente de Cambará do Sul

Esse mapa expressa cinco classes de fragilidade emergente, sendo elas: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte e suas respectivas áreas podem ser vistas no quadro 26.

Quadro 26 – Classes de fragilidade ambiental emergente de Cambará do Sul

Fragilidade Emergente	Área (km²)	Área (%)
Muito Fraca	1,11	0,92
Fraca	284,72	23,57
Média	814,28	66,53
Forte	107,62	8,9
Muito Forte	0,92	0,08

Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira

A ocorrência da fragilidade muito fraca é muito pequena, ocupando menos que 1% da área total do município de Cambará do Sul. Essa fragilidade muito fraca é encontrada em áreas que possuem uma declividade muito baixa, menor que 6% podendo ser vista num dos compartimentos que foi definido como planície fluvial no que se refere à geomorfologia. Essa área possui em sua maior parte solos do tipo Planossolos e Gleissolos, que por sua vez possuem um grau de fragilidade baixo também.

A classe de fragilidade fraca é segunda maior em área, estando presente em 23,57% do mesmo. Essa classe de fragilidade ocorre em todos os compartimentos de relevo anteriormente classificados, estando relacionado às classes de fragilidade mais baixas e ao uso e ocupação do solo predominante em Cambará do Sul, os campos e pastagens. Essas classes de declividade baixas, compartimentos geomorfológicos como planície fluvial e padrão de patamares com topos planos, juntamente com os tipos de solos e com uso e ocupação do solo geraram essa e todas as outras classes de declividade.

A classe de declividade média é a de maior relevância no município, aparecendo em 814,28 km², ou seja, 66,53% da área total. Na classificação, esta classe está relacionada principalmente com os padrões geomorfológicos relacionados à presença de colinas e aos solos do tipo Cambissolos. Além disso, a

fragilidade média é encontrada em diversos locais que são utilizados para agricultura e possuem solo exposto, estando mais susceptíveis aos agentes externos. Essa classe é encontrada espalhada por toda a área do município.

As classes de fragilidade forte e muito forte estão presentes em 8,9% e 0,08%, respectivamente, no que se refere à área total do município. Esses graus de fragilidades mais elevados são encontrados, principalmente, em locais onde ocorre a Silvicultura, prática prejudicial às características ambientais em Cambará do Sul. A Silvicultura foi classificada como possuindo um grau de fragilidade muito alto e é por isso que na combinação de tipos de solos, declividades, compartimentos geomorfológicos e uso e ocupação do solo ela atingiu grau de fragilidade alto e muito alto. Além dessas áreas as fragilidades forte e muito forte são percebidas onde as declividades são mais elevadas e no compartimento de padrão de morros em vales meândricos encaixados.

Portanto, a fragilidade ambiental incluindo os processos relacionados à erosão dos solos e também aqueles processos de fragilidade potencial dos ambientes foram destacadas as suas classes abaixo. O gráfico 14 ilustra as classes de fragilidade ambiental de Cambará do Sul.

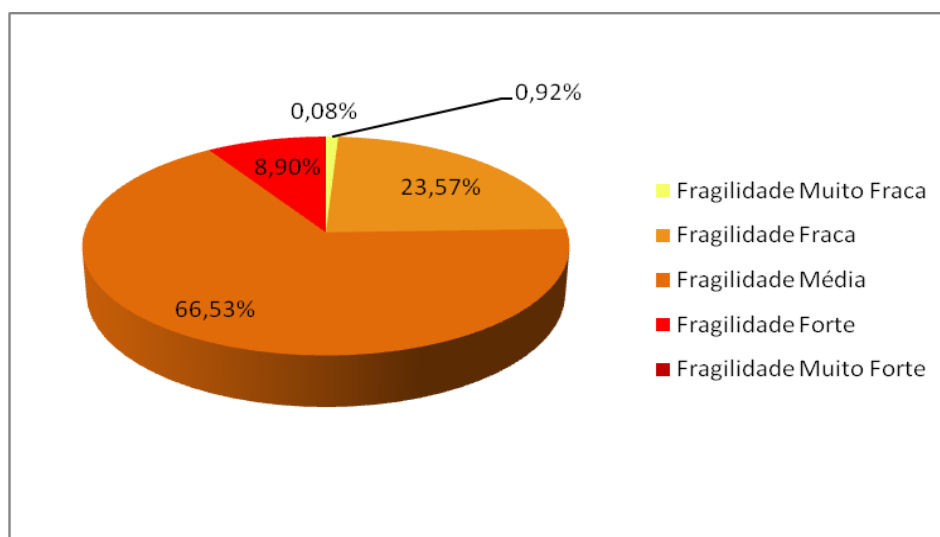


Gráfico 14 – Distribuição das classes de fragilidade ambiental emergente em Cambará do Sul. Elaboração: Luiza Gehrke Ryff Moreira.

A fragilidade que se refere os mapeamentos é a fragilidade de acordo com a erosão. As áreas que possuem fragilidade muito fraca quanto à erosão possivelmente, em outro estudo, poderiam apresentar características que tornassem essas áreas de fragilidade mais acentuada no que se refere a inundações, por serem áreas mais planas, com baixas declividades e baixa altitude.

O mapa de fragilidade ambiental de Cambará do Sul permitiu a visualização das diferentes classes ou graus de fragilidade dos compartimentos do município, possibilitando uma avaliação dos seus aspectos físicos e socioeconômicos.

Portanto, essa análise e mapeamento da fragilidade ambiental do município de Cambará do Sul poderão ser utilizados como instrumento para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas no local. A partir da carta de fragilidade ambiental poderá ser estruturado ordenamento territorial do município, atingindo assim, um manejo adequado para todas às áreas relacionadas aos seus graus de fragilidade. Com isso será possível manter ou buscar o equilíbrio dinâmico do ambiente, explorando potencialidades e sempre permanecendo atentos às fragilidades do município em estudo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O histórico de ocupação da região dos Campos de Cima da Serra, onde o município de Cambará está inserido, se deu no início do século XVIII pelo movimento dos tropeiros, pois o gado era transportado por essa região para os estados ao norte do Rio Grande do Sul. Com isso, se formaram primeiros pequenos locais de passagem que aos poucos foram se transformando em pequenos povoados e posteriormente no que são hoje, pequenas cidades.

Baseado nos mapeamentos realizados neste trabalho foi possível visualizar, localizar e caracterizar os aspectos físicos e socioeconômicos na área de estudo. Com auxílio do SIG foi possível à realização de todos os mapeamentos e posteriormente pôde ser feita a quantificação das áreas referentes às suas diversas classes. Através de uma base cartográfica digital em um sistema de informações geográficas foram elaborados diversos mapas temáticos utilizados no cruzamento de informações para a geração do mapa de fragilidade ambiental final do município de Cambará do Sul.

A hidrografia de Cambará do Sul, de acordo com a hierarquia fluvial realizada, possui cursos d'água que vão de primeira à quinta ordem, sendo apenas um curso d'água de quinta ordem, este mesmo representado pelos rios Rio Garrafa, Rio Reserva e Rio Santana, tendo esses uma extensão de 56,69 km no total. A vegetação que predomina na região é a de campos, mas existe uma participação significativa da vegetação arbórea, sendo esta representada pela mata nativa e pela presença do pinheiro brasileiro (*Araucária angustifolia*).

O clima regional é classificado no sistema de Koppen como Cfb, clima temperado úmido. Em uma análise de 1998 à 2011, a umidade relativa do ar de Cambará do Sul varia de 78,2% a 88% no que diz respeito a sua média mensal. Quanto à temperatura, Cambará do Sul possui temperatura média anual de 15,7°C, sendo os meses mais frios de maio a setembro e os meses mais quentes de novembro a abril. Nos meses mais frios os solos são afetados quanto à sua formação e isso dificulta a agricultura e a pecuária da região. No que se refere à precipitação pluviométrica a média mensal é de 150,1 mm, sendo o mês mais

chuvoso setembro com média de 196,3 mm. A precipitação influencia diretamente na vegetação da região, pois é ela, associada aos solos que determinam o crescimento ou não da mesma e assim influencia diretamente na erosão do solo, pois quanto maior a precipitação maior será o escoamento.

A pecuária se tornou a principal atividade econômica da região na época de início de formação do povoado, mas hoje diversas atividades se desenvolvem no município como a agricultura, a silvicultura, o turismo e ainda há a permanência da pecuária. No que se refere aos usos e ocupações do solo algumas classes foram detectadas, baseadas no mapeamento de uso e ocupação do solo de acordo com a Imagem do Satélite SPOT de 2008, como mata nativa, silvicultura, áreas construídas, áreas de queimadas, campos e pastagens, áreas destinadas à agricultura e áreas com a presença de corpos d'água. As áreas de campos e pastagens são a de maior representatividade no município, estando presente em 46,13% da área total. As segunda e terceira classes de maior representatividade são a mata nativa que está em 35,56% e a agricultura em 10,32% da área total, respectivamente. As outras classes silvicultura, queimadas, áreas construídas e corpos d'água apresentam-se em 6,17%, 1,46%, 0,19% e 0,17% da área total de Cambará do Sul.

Os solos da área de estudo foram classificados em quatro tipos, sendo eles: Neossolos, Associação de Planossolos e Gleissolos, Cambissolos e Associação de de Luvisolos, Neossolos e Cambissolos. O tipo de solos que predomina em Cambará do Sul são os Cambissolos, estando presentes em 78,78% da área total. O segundo solo de maior representatividade são os Neossolos (13,10%) localizados bem no centro do município. Os Planossolos e Gleissolos estão localizados na parte sul do município em áreas mais planas e representam 4,92% da área total de Cambará do Sul. Por último, a associação de Cambissolos, Neossolos e Luvisolos localizada ao norte do município representa 3,20% da área total.

Foram classificados cinco padrões de formas de relevo no município de Cambará do Sul, sendo esses: Planície Fluvial, Padrão em forma de patamares planos, Padrão em forma de colinas com interflúvios amplos, Padrão em forma de morros com vales meândricos encaixados e Padrão em forma de colinas com interflúvios médios e topos planos. Esses padrões de formas de relevo estão

situados na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná e na morfoescultura do Planalto Meridional. O padrão de forma de relevo que possui maior ocorrência no município é o padrão em forma de colinas com interflúvios amplos, estando presente em 66,55% da área total. O padrão de morros com vales meândricos encaixados aparece em 19,8%, o padrão de patamares planos em 2,85%, o padrão de Colinas com interflúvios médios e topos planos em 4,36% e o padrão de Planície Fluvial em 6,44% todos referentes à área total do município.

Segundo Ross (1994), os graus de fragilidade ambiental são considerados em relação aos processos erosivos e, portanto, para o autor, as áreas de maior fragilidade são aquelas com altas declividades, solos suscetíveis à erosão e pelos tipos de uso do solo e cobertura vegetal. Baseado nisto foi realizado o mapeamento da fragilidade para que fosse possível realizar a caracterização da mesma.

Com análise da fragilidade ambiental de Cambará do Sul obteve-se dois mapas, uma contendo as fragilidades potenciais e outro contendo as fragilidades emergentes. Nos dois mapas foram encontrados cinco graus de fragilidade ambiental, sendo que o predominante foi o grau de fragilidade média encontrado em quase todo o município.

No mapa de fragilidade ambiental potencial foram encontrados os graus de fragilidade muito fraca, fraca, média, forte e muito forte. O grau de fragilidade muito fraca aparece em 4,91%, o de fragilidade fraca em 3,63%, o de fragilidade média em 75,53%, o de fragilidade forte em 15,84% e o grau de fragilidade muito forte em 0,09%, todos se referindo à área total do município. Os graus de fragilidade ambiental potencial estão principalmente relacionados às declividades, aos tipos de solos e aos compartimentos geomorfológicos encontradas no município.

O mapa de fragilidade ambiental emergente relaciona, além da fragilidade ambiental potencial, as classes de uso e ocupação do solo. As classes de fragilidade são muito fraca, fraca, média, forte e muito forte e ocupam, respectivamente, 0,92%, 23,57%, 66,53%, 8,9% e 0,08% da área total de Cambará do Sul.

Fundamentado na análise integrada dos aspectos físicos e humanos realizados através de ferramentas de geoprocessamento foi possível realizar esse trabalho com um produto síntese, que é o mapa de fragilidade ambiental o qual mostra os graus de fragilidade do ambiente no município de Cambará do Sul. Esse

trabalho constitui-se em importante subsídio para um futuro planejamento territorial do município, pois baseado no mapa de fragilidade poder-se-á fazer um zoneamento dando mais atenção para as áreas que apresentaram média e forte fragilidade e ficar atento às áreas que apresentaram muito fraca e fraca fragilidade ambiental. Nestas áreas de fragilidade fraca e muito fraca deve-se procurar o uso racional dos recursos naturais e manejo do solo adequado para que os graus de fragilidade não aumentem. Nas áreas de fragilidade média e forte deve-se ficar atento para que medidas mitigadoras sejam utilizadas e mais estudos detalhados possam ser realizados, para uma possível adequação dos tipos de uso solo.

De acordo com o que foi exposto, o controle e preservação dos recursos naturais podem conviver com processos racionais de manejo do solo, ou seja, o uso que se faça dele seja compatível com os graus de fragilidade dos aspectos físico como declividade do terreno, tipo de solos e modelado do relevo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. A. **A Teoria Geomorfológica e sua edificação: análise crítica.** Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 4, nº 2, 2003.

AB'SABER, A. N. O relevo brasileiro e seus problemas. In: **O Brasil: a terra e o homem.** Cia Editora Nacional, São Paulo, 1964.

AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia, 18. São Paulo: IGEOG USP, 1969.

AGEF. **Zoneamento Ambiental da Silvicultura no RS – Carta aberta a sociedade riograndense.** XIV Fórum Permanente da Engenharia Florestal. Porto Alegre, 2008. Disponível em <HTTP://www.sbs.org.br/>. Acesso em dezembro de 2012.

ALIATA, F. & SILVESTRI, G. **El paisaje em El arte y las ciencias humanas.** Buenos Aires: Centro Editor de America Latina S. A., 1994.

ALLEBRANDT, S. L.; SIEDENBERG, D. R.; SAUSEN, J. O. & DECKERT C. T. **Gestão social e cidadania deliberativa: uma análise da experiência dos Coredes no Rio Grande do Sul, 1990-2010.** Cad. EBAPE.BR, v. 9, nº 3, artigo 11, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cebape/v9n3/a12v9n3.pdf>. Acesso em janeiro de 2013.

AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno. **A formação do conceito de paisagem geográfica: os fundamentos clássicos.** In: Encontro Interdisciplinar sobre o estudo da paisagem. Rio Claro, 11-13 maio 1998. *Cadernos paisagem*, paisagens 3. Rio Claro: UNESP, 1998.

ANDRADE, M. C. Formação territorial do Brasil. In: BECKER, B. K.; CHRISTOFOLETTI, A.; DAVIDOVICH, F. R. & GEIGER, P. P. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil.** São Paulo: Editora HUCITEC, 1998.

ASSAD. E. D. & SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** Brasília: Editora da Embrapa: Empraba SPI/ Embrapa-CPAS, 1998.

Atlas Socioeconômico do estado do Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/>. Acesso em dezembro de 2012.

ÁVILA, A. M. H.; BERLATO, M. A.; SILVA, J. B. da; FONTANA, D. C. **Probabilidade de ocorrência de precipitação mensal igual ou maior que a evapotranspiração para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no estado do Rio Grande do Sul.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 2, n. 2, 1996.

BACKES, P. & IRGANG, B. **Mata atlântica: as árvores e a paisagem.** Porto Alegre: paisagem do sul, 2004.

BALLY, A.W. & SNELSON, S. (1980) Realms of subsidence. In: MIAL, A.D. (ed.). **Facts and principles of world petroleum occurrence.** Calgary, Canadian Society

of Petroleum Geologists, p.1-94. (Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 6).

BELLIENI G., COMIN-CHUARAMONTI P., MARQUES L.S., MELFI A.J., NARDY, A.J.R., PAPTRECHAS C., PICCIRILLO E.M., ROISENVERG A., STOLFA D. **Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná plateau (Brazil): mineralogical and petrochemical relationships.** *J Petrol*, 1986.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. **Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 3, n. 3, 2003.

BERNARDES, J. A. & FERREIRA, F. P. M. Sociedade e Natureza. In CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

BERTÊ, A. M. A. Problemas ambientais no Rio Grande do Sul: uma tentativa de aproximação. In VERDUM, R.; BASSO, L. A. & SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs). **Rio Grande do Sul: Paisagens e Territórios em Transformação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

Bertrand, G. **Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique.** *Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest*, v. 39, fasc. 3, 1968.

BEZZI, M. L.; MARAFON, G. **Manual didático sobre a evolução do pensamento geográfico.** Santa Maria: UFSM, CCNE, Departamento de Geociências, Curso de Geografia, 1992.

BOLDRINI, I (Org). **Biodiversidade dos campos do planalto de Araucárias.** MMA, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2009.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: **Caracterização Fisionômica e Problemática Ocupacional.** Boletim do Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

BOLDRIN, I. I. PILLAR, V.; BUCKUP, G. B. **Porque respeitar o Zoneamento.** Porto Alegre, 2007. Disponível em [HTTP://ingá.org.br/?page_id=13](http://ingá.org.br/?page_id=13). Acesso em dezembro de 2012. BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife: Departamento nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa pedagógica, 1973.

BRDE – Banco regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Florestamento **na Região Sul do Brasil: uma análise econômica.** 2003. Disponível em [HTTP://www.brde.com.br/estudos_interna.asp?categoria=estudos](http://www.brde.com.br/estudos_interna.asp?categoria=estudos). Acesso em dezembro de 2012.

BRITO, J. L. S. & ROSA, R. **Elaboração do mapa de solos da bacia do Rio Aranguari na escala 1:500.000.** In: II Simpósio Regional de Geografia, 2002. Uberlândia. Meio digital.

BUCKUP, L.; SUERTEGARAY, D.; NABINGER, C.; BRACK, P.; BOLDRIN, I.I.; LANNA, A.E.; PILLAR, V.P.; BUCKUP, G.B. **Por que respeitar o zoneamento.** Porto Alegre: UFRS, 2007.

CAMBARÁ S. A. < <http://www.cambarasa.com.br/empresa.htm> > Acesso em novembro de 2012.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia.** Goiânia: Ed. UFG, 2001.

CIRILO, José A. & MENDES, C. A.; **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: BECKER, B. K.; CHRISTOFOLETTI, A.; DAVIDOVICH, F. R. & GEIGER, P. P. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil.** São Paulo: Editora HUCITEC, 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher, Ed. Da USP, 1980.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. Disponível em <http://www.cnm.org.br/>. Acesso em dezembro de 2012.

CORDANI, U.G.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAS FILHO, A.; CUNHA, F.M.B. Estudo preliminar da integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. **Ciência-Técnica-Petróleo Seção Exploração de Petróleo**, 1984.

CPRM. **Excursão Virtual aos Aparados da Serra – RS/SC – Aspectos geológicos e turísticos – Caniós Itaimbezinho e Fortaleza.** 2004. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/Aparados/imagens/aparados.pdf>. Acesso em dezembro de 2012.

CUNHA, J. A. **A gestão municipal através de tecnologias de geoprocessamento e cadastro urbano: gerenciamento de dados físicos e sócio-econômicos do município de Serra Negra do Norte-RN.** Dissertação de Mestrado – PPGeo. UFRN, 2001.

DAMASCENO, M. P. **Análise comparativa da fragilidade na bacia hidrográfica dos arroios Juá e Caracol – Bacia Hidrográfica do Rio Caí/RS.** Dissertação (Mestrado em geografia. UFRGS, Porto Alegre, 2011.

DE BIASI, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção.** Revista do Departamento de Geografia, v. 6. São Paulo: USP, 1992.

DINIZ, G.; BERLATO, M. A.; CLARKE, R. FONTANA, D. C. **Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, v. 11, n. 2, 2003.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. & SUGAMOSTO, M. L. **Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG.** In Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 8. Campina Grande, 2005.

ENOMOTE, C. F.; MINE, M. R. M. **Método para elaboração de mapas de inundação: estudo de caso na bacia do Rio Palmital, Paraná.** Dissertação de mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. Disponível em < <http://hdl.handle.net/1884/645> >. Acesso em: 25 maio de 2010.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** FLORENZANO, T. G. (org). São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GALVÃO, M. C. C. **Reflexão sobre a questão ambiental.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, vol. 13, 1990.

GONÇALVES, C. W. P. Formação sócio-espacial e questão ambiental no Brasil. In: BECKER, B. K.; CHRISTOFOLETTI, A.; DAVIDOVICH, F. R. & GEIGER, P. P. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil.** São Paulo: Editora HUCITEC, 1998.

GONÇALVES, G. G. G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A. C. T.; PEREIRA, H. H. G. & ARAI, F. K. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas – o caso da bacia do Rio Dourados – MS.** Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 2009.

GREGORY, K. J. **The Nature of Physical Geography.** Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil S. A., 1992.

GRIGORIEV, A. A. The theoretical fundaments of modern physical geography. In: GRIGORIEV, A. A. **The Interaction of science in the earth.** Moscou, 1968.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, A. J. T. & MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

HIRT, C. **Impacto dos novos monocultivos arbóreos na paisagem e nas atividades relacionadas ao turismo em São Francisco de Paula/RS.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS. Porto Alegre, 2009.

HOFF, R.; VACCARO, S.; KROB, A. J. D. **Aplicação de geotecnologias – detecção remota e geoprocessamento – para a gestão ambiental dos recursos hídricos superficiais em Cambará do Sul, RS, Brasil.** Tékhne: Revista de Estudos Politécnicos, Vol VI, número 10, 2008. Disponível em [www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/tek/n10/n10a07.pdf], acesso em 20 de setembro de 2010.

IBGE. **Levantamento de recursos naturais do projeto Radam-Brasil**. Rio de Janeiro : IBGE, 1986.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Senso 2010. Disponível em <http://censo2010.ibge.gov.br/> . Acesso em dezembro de 2012.

IPAGRO – **Instituto de Pesquisa Agropecuário**. **Atlas agroclimático do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989.

JACOMINE, P. K. T. **A nova classificação brasileira de solos**. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**. Vol. 5 e 6. Recife, 2008 e 2009.

JACQUES; A. V. A. **A queima das pastagens naturais - efeitos sobre o solo e a vegetação**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.1, jan-fev, p.177-181, 2003.

JOHNSTON, R. J. **Geografia e Geógrafos: a geografia humana anglo-americana desde 1945**. Tradução de Oswaldo Bueno Amorim Filho. São Paulo: DIFEL, 1986.

JOLY, F. A. **A Cartografia**. Tradução de Tânica Pelegrini. Campinas: papyrus, 1990.

JUNGBLUT, M. **Pedologia da Bacia do Rio Gravataí – RS**. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN, 1994.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHIARI, A. & ROSS, J. L. S. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento**. Anais XII Simpósio de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005.

KLEINPAUL, J.J. **Análise multitemporal da cobertura florestal da microbacia do arroio grande, Santa Maria, RS**. 2005. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). UFSM-RG. Santa Maria, 2005.

KOCH, Z. **A Araucária: A Floresta do Brasil Meridional**. Editora Olhar Brasileiro, Curitiba, 2002.

LEINZ, V. **Contribuição à geologia dos derrames basálticos do Sul do Brasil**. Boletim da Faculdade de Ciências e Letras, USP. São Paulo, 1949.

LEINZ, V. AMARAL, S. **Geologia Geral**. São Paulo: Editora Nacional, 1989.

MACHADO, F. B. **Geologia e aspectos petrológicos das rochas intrusivas e efusivas mesozóicas de parte da borda leste da Bacia do Paraná no estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

MACHADO, J. P.; BLANK, D. M. O.; ZONTA, J. H.; JUSTINO, F. B. **Comportamento da precipitação e da temperatura no Rio Grande do Sul baseado na análise de agrupamento**. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 32, n. 1, 2010.

Magna Engenharia. **Avaliação quali-quantitativa das disponibilidades e demandas de água na Bacia Hidrográfica do Sistema Taquarí-Antas**: relatório

final (RF); síntese dos estudos, Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul / CRH/RS / Secretaria das Obras Públicas e Saneamento / DRHS / FRH, Porto Alegre, Brasil, 1997.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GURREA, A. J. T & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MAXIMIANO, Liz Abad. **Considerações sobre o conceito de paisagem**. *RA'E GA*, Curitiba, Ed. UFPR, n. 8, 2004.

MENDONÇA, F. de A. Geografia Socioambiental. In: MENDONÇA, F; KOZEL, S. (Orgs). **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: UFPR, 2002.

MILANI, E. J. Intraplate Tectonics and the Evolution of the Paraná Basin. In: WITE & RANSORNE (Coordenadores), **Inversion Tectonics of the Cape Fold Belt, Karoo and Cretaceous Basins of Southern Africa**, 1992.

MILANI, E. J. Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana sul-ocidental e a Evolução Geológica da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M., DE ROS, L. F. (Orgs.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000.

MILANI, E. J. & THOMAZ FILHO, A. Sedimentary Basins of South America. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Coordenadores), **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000.

MILANI, E. J.; Faccini, U. F.; Scherer, C. M.; Araújo, L. M. & CUPERTINO, J. A. **Sequences and stratigraphic hierarchy of the Paraná Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brasil**. Coletim do Instituto de Geociências da USP, nº 29, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Proposta de unidade de conservação de proteção integral, na categoria de refúgio de vida silvestre, formando corredor ecológico, no rio Pelotas e nos campos de cima da serra, sul do Brasil**. Relatório Técnico. Brasília, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Relatório Metodológico do Mapeamento de Uso do Solo e Vegetação Natural para a proposta de criação de Corredor Ecológico/Unidade de Conservação no Rio Pelotas e Campos de Cima da Serra**. 2007. Disponível em: <http://www.apremavi.org.br/mobilizacao/sos-rio-pelotas/o-corredor-do-pelotas/>. Acesso em dezembro de 2012.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2001.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. São Paulo: Hucitec, 1999.

MOREIRA, R. **O que é geografia**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

MOTA, F. S. **Estudo do clima do estado do Rio Grande do Sul segundo o sistema de Köppen.** Ver. Bras. Geogr., v. 13, 1950.

MÜLLER FILHO, I. L. **Notas para o estudo da Geomorfologia do Estado do Rio Grande do Sul. Brasil.** Departamento de Geociências, UFSM, Publicação Especial, n.1, Santa Maria, 1970.

NARDY, A.J.R. **Geologia e Petrologia do Vulcanismo Mesozóico da Região Central da Bacia do Paraná.** Rio Claro, 1995. 316 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

NARDY, A. J. R.; OLIVEIRA, M. A. F.; BETANCOURT, R. H. S.; VERDUGO, D. R. H.; MACHADO, F. B. **Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral.** *Geociências*, v. 21, n. 1-2, p. 13-30, 2002.

NUNES, E. & NOBREGA, O. B. **Geografia Física I: Geomorfologia Ambiental.** Universidade Estadual da Parnaíba. Campina Grande, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Site:< <http://www.who.int/es/>> Acesso em 15 de novembro de 2012.

PEREIRA, T. P.; FONTANA, D. C.; BERGAMASCHI, H. **O clima da região dos campos de cima da serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v. 15, n. 2, 2009.

QUEIROZ, E. R. D. **Atlas Geoambiental de Maringá – da Análise a Síntese: ocupação do espaço.** Maringá: Clichtec, 2003.

RADAM/BRASIL. 1986. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra.** 1986. Rio de Janeiro: IBGE 796p. (Levantamento de Recursos Naturais, v..33).

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural.** Porto Alegre, 1956.

RAMIREZ, M. R. **Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados para Geoprocessamento.** Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, 1994.

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

RODRIGUES, S. C. **Análise empírico-experimental da fragilidade relevo-solo no cristalino do planalto paulistano: sub-bacia do reservatório Billings.** Tese de Doutorado em Geografia física – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

RODRIGUES, S. R. **O uso da terra e qualidade das águas superficiais da bacia do Rio Sapucaí-Guaçú, no município de Campos do Jordão – SP.** Dissertação de mestrado FFLCH – USP, São Paulo, 1997.

ROISENBERG, A. & VIERO, A.P. O vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L.F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, UFRGS, 2000.

ROISENBERG, A. 1990. **Petrologia e Geoquímica do Vulcanismo Ácido Mesozóico da Província Meridional da Bacia do Paraná**. Porto Alegre, Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Rd. UFUB, EDUFU, 1992.

ROSS, J. L. S. **Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental**. Revista do Departamento de Geografia, nº 9, FFLCH – USP, São Paulo, 1995.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, nº 8, FFLCH – USP, 1994.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2003.

ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo Escala 1:500.000 Volume I**. Departamento de geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 1997.

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. In: Revista Dep. Geografia, São Paulo, nº 6, FFLCH-USP, 1992.

ROSS, J. L. S. O relevo no quadro ambiental. In: ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2007.

ROSS, J. L. S. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. Revista do Departamento de Geografia, n. 4, São Paulo, 1985.

ROSS, J.L.S. **Superfícies de Erosão ou Erosão Química nos Processos de Esculturação dos Planaltos do Leste Paulista**. Florianópolis: GEOSUL (14)27, 1998.

RUSCHMANN, D. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente**. Campinas: Papirus, 1997.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

SCHERER, C. M. S.; FACCINI, U. F. & LAVINA, E. L. Arcabouço estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M. & ROS, L. F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Universidade federal do Rio Grande do Sul, CIGO, 2000.

SCHLICK, F. E. Alternativas de manejo para os campos de cima da Serra. Tese de doutorado. Porto Alegre, 2004.

SCOTT, D.F. & LESCH, W. **Streamflow responses to afforestation with Eucalyptus grandis and Pinus radiata and to felling in the Mokobulaan experimental catchments, South Africa.** Journal of Hydrology, nº 199: 1997.

SEABRA, G. **Fundamentos e perspectivas da geografia.** João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1999.

SEPLAG – **Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã do Rio Grande do Sul.** Disponível em www.seplag.rs.gov.br. Acesso em dezembro de 2012.

SEABRA, L. Turismo sustentável: planejamento e gestão. In CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

SILVA, A. B. **Sistema de Informações Geo-Referenciadas: conceitos e fundamentos.** Campinas – SP: Editora da UNICAMP, 1999.

SILVA, P. R. J. **A Importância das áreas verdes.** Piracicaba: Centro de Distribuição de Amostras, 2000.

SOTCHAVA, V.B. **O estudo de geossistemas.** Métodos em questão, n.16, IGUSP, São Paulo, 1977.

SOARES, A. Q. **Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio do Silveira – São José do Ausentes – RS.** Trabalho de Graduação. UFRGS. Porto Alegre, 2007.

SPORL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias dos rios Jaguari-mirim, Ribeirão do quartel e Ribeirão da Prata.** Dissertação. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.

SPÓSITO, E. S. **A propósito dos paradigmas de orientações teórico-metodológicas na geografia contemporânea.** Terra Livre. São Paulo, nº 16, 2001.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. DO; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER/RS: UFRGS, 2002.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. In: **Revista eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales.** Universidad de Barcelona, nº 93, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A.; FUJIMOTO N. V. M. Morfogênese do relevo do Estado do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (orgs). **Rio Grande do Sul: Paisagens e territórios em transformação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A. & VERDUM, R. (Orgs). **Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre**. Porto Alegre, Ed. Da universidade/UFRGS, 2000.

SUERTEGARAY, D. M. A. & NUNES, J. O. R. **A natureza da Geografia física na Geografia**. Terra Livre. São Paulo, nº 17, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Suprene, 1977.

TROPPEMAIR, C. **Estudo biogeográfico das áreas verdes de duas cidades do interior paulista: Piracicaba e Rio Claro**. Geografia, v.1, n.1, 1976.

UMANN, L.V.; LIMA, A.F.; SOMMER, C.A.; LIZ, J.D. Vulcanismo ácido da região de Cambará do Sul - RS: Litoquímica e discussão sobre a origem dos depósitos. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n. 3, 2001.

VIOLA, E. O movimento ecológico no Brasil. In PÁDUA, J. A. **Ecologia e Política no Brasil**. Rio de Janeiro: IUPERJ, 1987.

VITTE, A. C. & MELLO, J. P. **Determinação da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Verde, região nordeste do Estado de São Paulo, Brasil**. Revista Territorium, número 16, 2009.

WILDING, L. P.; REHAGE, J. A. Pedogenesis of soils aquic moisture regimes. In: **Wetland soils: characterization classification and utilization**. International Rice Research Institute, 1985.

WHITE, I.C. **Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro, DNPM, Relatório final, 1908.

Zaions, M. **Estado do Rio Grande do Sul: Mapa Morfológico**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1989. 1 mapa color.; Escala 1: 900.000.

ZALÁN, P. V., WOLF, S., CONCEIÇÃO, J. C. J., MARQUES, A., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T., ZANOTTO, O. A. Bacia do Paraná. In: RAJAGABAGLIA, G. P. & MILANI, E. J. (Coordenadores), **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: Boletim Técnico da Petrobrás, 1990.

ANEXO – Dados climatológicos mensais

Mês	Precipitação	TempMedia	Umid Relativa
jan/98	279,3	20,8	84
fev/98	215,7	20,3	84
mar/98	153,4	17,8	84
abr/98	126,5	15,625	85
mai/98	120,2	13,15	85
jun/98	106,7	10,425	81,5
jul/98	147,3	12,9	87
ago/98	248,8	11,95	93
set/98	203,8	12,6	86
out/98	121,2	14,85	85
nov/98	69,8	16,65	74
dez/98	121,2	18,15	75
jan/00	87,8	19,625	86
fev/00	292,1	19	85
mar/00	166,2	17,1	85
abr/00	116,6	16,35	85,5
mai/00	108,6	11,75	86
jun/00	170,3	14,275	84,5
jul/00	133,1	9,15	78
ago/00	137,7	12,1	74
set/00	229,9	12,25	76
out/00	234,3	16,9	84
nov/00	85,6	16,65	81,5
dez/00	191,8	18,85	80
jan/02	237	19,35	83
fev/02	82,8	18,125	80,5
mar/02	170,7	20,65	87
abr/02	145,1	17,725	89,5
mai/02			
jun/02			
jul/02	172,3	11,85	89
ago/02	171,8	15,4	78
set/02	144,8	12,65	77,5
out/02	323,6	17,9	84
nov/02	276,2	18,65	78
dez/02	169,1	18,75	80
jan/03	130,5	19,45	80
fev/03	326,5	21,525	82
mar/03	84,7	19,8	83
abr/03	111,5	15,7	84

mai/03	55,6	12,65	81
jun/03	156,6	14,15	88
jul/03	148,5	13,55	82
ago/03	47,5	9,4	73
set/03	64,3	12,95	80,5
out/03	211,3	16,05	77
nov/03	93,4	17,575	75,5
dez/03	218,3	17,3	81
jan/04	106,1	18,9	82
fev/04	153,2	17,5	81
mar/04	235,8	16,65	83
abr/04	69,9	18,625	85,5
mai/04	175,8	11,9	93
jun/04	63,6	13,8	84
jul/04	144,4	11,1	86
ago/04	40,2	13,1	74
set/04	248	16,025	86
out/04	138,2	14,8	74
nov/04	166,7	16,475	78,5
dez/04	95,1	17,05	79
jan/05	69,8	19,9	80
fev/05	69,5	18,825	87,5
mar/05	145,6	18,4	83
abr/05	131,9	15,45	88
mai/05	127,6	14,6	85
jun/05	108	14,625	89
jul/05	77	11,1	84
ago/05	297,7	14,4	81
set/05	197,2	10,8	85
out/05	278,1	15,65	89
nov/05	151,2	16,65	75
dez/05	94,8	17,55	78
jan/06	204,3	20,35	83
fev/06	87,5	19,475	86
mar/06	189,4	19,15	85
abr/06	69,4	18,625	83,5
mai/06	77,6	11,05	88
jun/06	162,7	12,9	89
jul/06	170,5	14,05	92
ago/06	95,4	12,5	81
set/06	83	13,2	80,5
out/06	52	16,35	79
nov/06	171,6	15,8	83

dez/06	141,2	19,6	78
jan/07	191,9	19,3	86
fev/07	314,7	19,55	85
mar/07	195,6	20,5	86
abr/07	105,6	17,225	89
mai/07	218,4	10,35	91
jun/07	75,2	12,625	84
jul/07	170,5	9,55	88
ago/07	126,9	11,45	89
set/07	234,8	15,35	80,5
out/07	105	16,55	87
nov/07	209,4	15,625	73,5
dez/07	161	18,45	79
jan/08	106,4	17,55	83
fev/08	154,3	18,9	88
mar/08	180,4	18,65	85
abr/08	159,5	15,65	87
mai/08	239,1	11,8	82
jun/08	117	10,1	88,5
jul/08	64	13,7	88
ago/08	117	12,8	85
set/08	195,5	11,575	88,5
out/08	241,1	14,3	89
nov/08	131,5	16,6	87
dez/08	153,5	17,05	81
jan/09	173,6	18,6	85
fev/09	133,6	19,7	86,5
mar/09	98,8	18,75	86
abr/09	53,1	16,325	85
mai/09	136,5	14,05	87
jun/09	91,6	9,375	92
jul/09	126,2	8,45	89
ago/09	233,5	11,85	87
set/09	490,8	13,1	91
out/09	115	15,25	87
nov/09	293,4	19,275	87
dez/09	113,2	18,9	82
jan/10	225,8	19,4	87
fev/10	163,4	21,225	84,5
mar/10	163,5	18,1	88
abr/10	162,4	15,3	90
mai/10	253,4	12,2	95
jun/10	137,7	11	88

jul/10	160,2	12,45	85
ago/10	76	11,85	86
set/10	178,7	13,35	90,5
out/10	79,2	13,5	86
nov/10	213,6	15,775	88,5
dez/10	76,3	18,15	87
jan/11	224,2	20,1	88
fev/11	289,5	20,25	90
mar/11	198,1	17,3	89
abr/11	138,9	16,05	89
mai/11	74,4	12,25	91
jun/11	196,2	10,375	92
jul/11	305,2	11,75	92
ago/11	407,4	11,95	92
set/11	126,6	12,45	86
out/11	166,4	15,3	81
nov/11	43,5	16,2	77,5
dez/11	116,1	16,55	82

Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia)