

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
E GEOGRAFIA**

**RELAÇÃO ENTRE A COMPARTIMENTAÇÃO  
GEOMORFOLÓGICA E A OCORRÊNCIA DE ÁGATA  
E AMETISTA NO MUNICÍPIO DE QUARAÍ-RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Denise Peralta Lemes**

**Santa Maria, RS, Brasil 2009**

**RELAÇÃO ENTRE A COMPARTIMENTAÇÃO  
GEOMORFOLÓGICA E A OCORRÊNCIA DE ÁGATA E  
AMETISTA NO MUNICÍPIO DE QUARAÍ-RS**

**por**

**Denise Peralta Lemes**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Geografia, Área de Concentração Geoinformação e Análise Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia**

**Orientador Prof. Dr<sup>o</sup> Carlos Alberto da Fonseca Pires**

**Santa Maria/RS, Brasil**

**2009**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-graduação em Geociências e Geografia**

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

**RELAÇÃO ENTRE A COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E  
A OCORRÊNCIA DE ÁGATA E AMETISTA NO MUNICÍPIO DE  
QUARAÍ-RS**

Elaborada por  
**Denise Peralta Lemes**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Geografia**

**Comissão examinadora:**

**Carlos Alberto da Fonseca Pires, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

**Andrea Valli Nummer, Dr. (UFSM)**

**Pedro Luiz Pretz Sartori, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 20 de janeiro de 2009.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Nair e David, que mesmo longe sempre me apoiaram durante mais essa fase da minha vida. Obrigada pelo carinho e presteza sempre.

Aos meus irmãos, Helder, Helenara, Helenise, Eliane, Cristiane e Eleonora que mesmo de longe me aconselhavam nas horas que mais precisei.

Ao professor Dr. Carlos Alberto da Fonseca Pires, pela oportunidade de estar desenvolvendo um trabalho sob sua orientação, e pelo auxílio que recebi durante essa caminhada.

Ao curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria e aos meus professores, que contribuíram muito para este momento.

À banca examinadora, pela disposição e colaboração neste trabalho.

Ao meu professor e amigo Pedro Luiz Pretz Sartori pelo auxílio contaste.

A minha antiga colega e sempre amiga Elaine, que mais uma vez, me deu força durante essa caminhada.

Agradeço também a minha amiga Ana Leticia, pelo companheirismo, paciência e amizade.

Aos meus colegas do Mestrado.

Aos amigos Guto Nadal e Diva Simões pela força e por acreditarem em meu trabalho.

A todos aqueles que sempre colaboraram de forma direta ou indireta na elaboração desta dissertação, os quais, expresso especial agradecimento.



Amamos o que conhecemos. Daí a necessidade de saber como é nossa terra. Buscar na história a origem das coisas é um modo de compreender e valorizar o que possuímos. (Simões, 1993, p. 2)

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geociências e Geografia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **RELAÇÃO ENTRE A COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E A OCORRÊNCIA DE ÁGATA E AMETISTA NO MUNICÍPIO DE QUARAÍ-RS**

**AUTORA: DENISE PERALTA LEMES**  
**ORIENTADOR: CARLOS ALBERTO DA FONSECA PIRES**  
**Santa Maria, 20 de janeiro de 2009.**

O estudo da geomorfologia realiza-se a partir da ciência geográfica com o auxílio de outras ciências como a geologia. Nestes estudos, o relevo é um dos principais elementos na compreensão das inter-relações entre os aspectos físicos (litologia, solos, vegetação, hidrografia, clima, entre outros) e as atividades dos seres humanos. Assim, para compreender as interfaces do meio físico, são utilizados diversos métodos, entre eles a cartografia geomorfológica, que serve como ferramenta para um bom planejamento que visa um uso racional do espaço. Desta forma o presente estudo propõe a classificação geomorfológica do município de Quaraí-RS, através da análise dos diferentes padrões de organização da paisagem e suas potencialidades, buscando uma relação entre as formas de relevo e as áreas de ocorrência de ágata e ametista. A linha teórica adotada propõe a taxonomia de representação dos processos de relevo, partindo de um táxon maior representado pelas morfoestruturas; e por outros táxons menores representados pelas morfoesculturas e os fatos geomórficos. A partir daí tem-se como produto final a elaboração do mapa geomorfológico do município, utilizando-se de mapas temáticos que auxiliaram na confecção desse, assim como na constatação, distribuição e (co)relação dos pontos de ocorrência de minerais no município. Os níveis taxonômicos foram representados utilizando os *softwares* Spring e Corel Draw 12 para a cartografia dos fenômenos geomorfológicos responsáveis pela organização da paisagem do local em estudo. Por fim, entende-se que o mapa geomorfológico, desde que bem utilizado, poderá ser aplicado em diferentes setores das atividades humanas auxiliando na ocupação e aproveitamento do espaço.

Palavras-chave: Geomorfologia; ametistas; ágatas; cartografia temática

## **ABSTRACT**

Master Dissertation  
Post-Graduation Program in Geoscience and Geography  
Federal University of Santa Maria

### **RELATION BETWEEN COMPARTMENTATION GEOMORPHOLOGIC AND THE OCCURRENCE OF AGATE AND AMETHYST IN THE QUARAÍ-RS-BRAZIL.**

Author: **Denise Peralta Lemes**  
Adviser: **Carlos Alberto da Fonseca Pires**  
**Santa Maria, 2009.**

The study of geomorphology takes place in the geographical science with the aid of other sciences such as geology. In these studies, the relief is a key element in the understanding of the relationship between the physical aspects (lithology, soil, vegetation, hydrography, climate, etc.) and the activities of human beings. Thus, to understand the interfaces of the physical environment, various methods are used, including geomorphological mapping, which serves as a good tool for planning aimed at efficient use of space. Thus, this study proposes the geomorphological classification of the municipality Quaraí-RS-Brazil, by analyzing the different patterns of organization of the landscape and its potential, seeking a relationship between the forms of relief and areas of occurrence of agate and amethyst. The theory adopted in this work proposes the taxonomy of representation in the processes of relief, from a higher taxon represented by morphostructures; and other smaller taxa represented by morphosculptures and the geomorphical facts. From then on, it has as a final product preparation of the geomorphological map of the municipality, using thematic maps that helped in its creation, as well as distribution and relation of points of occurrence of minerals in the municipality. The taxonomic levels were represented using the software Spring and Corel Draw 12 for the cartography of geomorphological phenomena responsible for the organization of the landscape of the site under study. Finally, it is understood that the geomorphological map, if well used, can be applied in different sectors of the human activities assisting in the occupation and exploitation of space.

Key-words: geomorphologic; amethyst; agate; thematic cartography

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – Mapa de localização da área de estudo .....	19
FIGURA 02 – Relação soerguimento-denudação apresentada por Davis (ABC) e Penck (AB'C) .....	26
FIGURA 03 – Contraste entre back-weaning (A), proposta por Penck e downwearing (B, proposta por Davis) .....	27
FIGURA 04 – Evolução da Teoria Geomorfológica (Tendência Anglo-Americana). .....	29
FIGURA 05 – Evolução da Teoria Geomorfológica (Tendência Germânica).....	29
FIGURA 06 – Metodologia proposta por Ab'Saber .....	30
FIGURA 07 – Imagem ilustrativa da Bacia Sedimentar do Paraná e a Formação Serra Geral. ....	40
FIGURA 08 – Representação esquemática das Unidades Taxonômicas.....	49
FIGURA 09 – Mapa ilustrativo das unidades litoestratigráficas na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul.....	59
FIGURA 10 – Arenito da Formação Botucatu, 2008.....	60
FIGURA 11 – Imagem de satélite mostrando o Cerro do Jarau município de Quaraí-RS .....	61
FIGURA 12 – Cerro do Jarau município de Quaraí-RS, 2007 .....	60
FIGURA 13 – Afloramentos de lajeados em drenagens, 2005 .....	62
FIGURA 14 – Afloramentos de rochas basálticas, na RS377, 2005 .....	63
FIGURA 15 – Basaltos em forma de lajotas irregulares, 2007.....	63
FIGURA 16 – Intercalações de basalto e arenito intertrápico, 2005 .....	65
FIGURA 17 – Processo de voçorocamento, 2007.....	68
FIGURA 18 – Areais, 2007. ....	70
FIGURA 19 – Áreas de areais sendo plantadas, 2007.....	71
FIGURA 20 – Ocorrência de areais com plantação de Pinus (ao fundo), 2007.....	71
FIGURA 21 – Mapa de uso e ocupação do solo do Município de Quaraí-RS.....	73
FIGURA 22 – Imagem de satélite mostrando áreas de florestas nas margens do Rio Ibirapuitã. ....	74
FIGURA 23 – Arroio Garupa com as florestas nas suas margens, 2008 .....	75
FIGURA 24 – Imagem de satélite mostrando alguns açudes no município de Quaraí-RS. ....	75
FIGURA 25 – Presença de água no município de Quaraí-RS, 2007.....	76
FIGURA 26 – Campos com criação de ovinos, 2007 .....	76
FIGURA 27 – Área de solo exposto (areais), 2007.....	77
FIGURA 28 – Imagem de satélite mostrando áreas de agricultura no município de Quaraí-RS. ....	78

FIGURA 29 – Áreas de plantação de arroz irrigado, 2007.....	79
FIGURA 30 – Áreas de plantação de uva (parreirais), 2007.....	79
FIGURA 31 – Mapa da rede de drenagem do município de Quaraí-RS.....	80
FIGURA 32 – Mapa Hipsométrico do Município de Quaraí-RS .....	84
FIGURA 33 – Mapa de Declividade do Município de Quaraí-RS .....	86
FIGURA 34 – Imagem Ilustrativa da localização do planalto da campanha no Rio Grande do Sul .....	88
FIGURA 35 – Imagem ilustrativa das subdivisões em setores do Planalto de Uruguaiana.....	89
FIGURA 36 – Mapa Geomorfológico do Município de Quaraí-RS .....	91
FIGURA 37 – Imagem ilustrativa do Vale Médio do Rio Uruguai .....	92
FIGURA 38 – Planície aluvial, 2007.....	93
FIGURA 39 – Imagem de satélite mostrando os areais no município de Quaraí-RS.....	93
FIGURA 40 – Imagem ilustrativa da <i>Cuesta</i> de Santana .....	94
FIGURA 41 – Imagem ilustrativa do relevo de <i>Cuesta de Haedo</i> .....	94
FIGURA 42 – Imagem de satélite mostrando o Cerro Chato município de Quaraí-RS .....	95
FIGURA 43 – Coxilhas altas, 2007. ....	96
FIGURA 44 – Coxilhas baixas, 2007.....	96
FIGURA 45 – Imagem de satélite mostrando o Cerro do Jarau município de Quaraí-RS. ....	97
FIGURA 46 – Cerro do Jarau, 2007. ....	97
FIGURA 47 – Formas de relevo próximos aos arroios Cati e Areal, 2007.....	98
FIGURA 48 – Perfil das principais feições de relevo no município de Quaraí.....	100
FIGURA 49 – Mapa da distribuição espacial da ocorrência de ágata de ametistas no município de Quaraí-RS. ....	101
FIGURA 50 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 07, próximo ao Arroio Pai Passo .....	103
FIGURA 51 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 18, garimpo a céu aberto .....	103
FIGURA 52 – PM 18 garimpo a céu aberto abandonado, localizado próximo a Sanga do Salso, 2005.....	104
FIGURA 53 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 19, mina de ametista abandonada.....	104
FIGURA 54 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 20, mina de ametista a céu aberto.....	105
FIGURA 55 – Mapa ilustrativo das áreas de afloramento de Ágatas e Ametistas no Departamento de Artigas, Uruguai.....	107
FIGURA 56 – Galerias Subterrâneas, 2007 .....	108
FIGURA 57 – Garimpo a céu aberto, 2007.....	108
FIGURA 58 – Ágatas espalhadas pela superfície, 2007.....	109
FIGURA 59 – Escavações superficiais de ágatas, 2007.....	110
FIGURA 60 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 08 e 09, escavações de ágatas na margem do arroio Pai Passo.....	110
FIGURA 61 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 12, pedreira às margens do arroio Mancarrão.....	111
FIGURA 62 – Pedreira abandonada às margens do Arroio Mancarrão, 2005 .....	111
FIGURA 63 – Montes de ágatas e cristal de rocha, 2007 .....	112
FIGURA 64 – Imagem de satélite mostrando os ponto PM 35 e 36, áreas	

agricultáveis do Arroio .....	112
FIGURA 65 – Perfil localizando as ametistas nas coxilhas altas. ....	114
FIGURA 66 – Perfil localizando as ágatas nas coxilhas baixas.....	115

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 01 - Medida das classes de altitudes.....	51
TABELA 02 - Medida das classes de declividades .....	51
TABELA 03 - Medida das classes de relevo.....	52
TABELA 04 - Medida das classes de uso do solo.....	53

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Pontos de ocorrência mineral no município de Quaraí-RS....	53
QUADRO 02 – Classes de uso do solo e suas áreas .....	72
QUADRO 03 – Compartimentação Geomorfológica do município de Quaraí-RS.....	90
QUADRO 04 – Tipo de Modelado, formas de relevo, declividade e hipsometria .....	90



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ACI – Associação Cartográfica Internacional

CBERS – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres

DGPS - Differential Global Positioning System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística.

INPE – Sistema de Processamento de Informações Geográficas desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

MDE – Modelo Digital de Elevação

MNT – Modelo numérico de terreno

MRS – MRS Estudos Ambientais Ltda.

SEBRAE – Agência de Apoio ao Empreendedor e Pequeno Empresário

SIGs' – Sistema de Informações Geográficas

SiO<sub>2</sub> – Óxido de Silício

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

TIN - Triangular Irregular Network

## LISTA DE APÊNDICE

Apêndice A – Mapa do município de Quaraí – Imagem SRTM .....	130
Apêndice B – Mapa base do município de Quaraí .....	132
Apêndice C – Modelo de Ficha de Campo .....	134
Apêndice D– Mapa de ocorrência mineral - localização dos perfis topográficos..	136
Apêndice E – Mapa de compartimentação geomorfológica e ocorrência mineral no município de Quaraí-RS .....	138

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	xii
<b>LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE APÊNDICES</b> .....	xiv
<b>SUMÁRIO</b> .....	xv
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	23
<b>1.1 A NATUREZA E EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOMORFOLÓGICO</b> .....	23
1.1.1 Geomorfologia: Ciência Geográfica, Geológica ou Geofísica?.....	32
1.1.2 A importância dos estudos geomorfológicos.....	34
1.1.3 Considerações sobre Cartografia e representações Geomorfológicas.....	36
<b>1.2. Caracterização geológica Regional</b> .....	39
1.2.1 Caracterização Local .....	42
<b>1.3 Gemas: Ocorrência no Brasil e no Rio Grande do Sul</b> .....	43
1.3.1 Ametistas .....	45
1.3.2 Ágatas .....	46
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	48
2.1 Procedimentos Operacionais .....	49

2.2 Saídas de Campo.....	54
<b>3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>3.1 Descrição do mapeamento geomorfológico do município de Quaraí- RS: os principais elementos estruturais da paisagem.....</b>	<b>56</b>
3.1.1 Clima .....	57
3.1.2 Análise das litologias .....	58
3.1.3 Solo.....	65
3.1.3.1 <i>Características do uso e ocupação do solo</i> .....	67
3.1.4 Hidrografia .....	79
3.1.5 Análise do Relevo .....	82
3.1.5.1 <i>Altimetria</i> .....	82
3.1.5.2 <i>Declividade</i> .....	85
3.1.5.3 <i>Os Domínios Morfoestruturais e Morfoesculturais do Município</i> .....	87
3.1.5.4 <i>Compartimentação Geomorfológica do Município</i> .....	89
<b>3.2 Areas de Ocorrência mineral no município.....</b>	<b>100</b>
3.2.1 Ametista em Quaraí-RS.....	102
3.2.2 Ametista no departamento de Artigas-RU .....	106
3.2.3 Ágata em Quaraí-RS.....	109
<b>3.3 As formas de relevo e as ocorrências minerais no município de Quaraí- RS .....</b>	<b>113</b>
3.3.1 Formas de relevo e as ágatas.....	113
3.3.2 Formas de relevo e as ametistas.....	114
3.3.3 Utilização econômica das gemas no município de Quaraí-RS.....	116
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>130</b>

## INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da existência da vida, o Homem, parte integrante do meio ambiente, é o principal agente transformador do espaço geográfico, modificando-o e transformando-o de acordo com seus desejos e suas necessidades. Os resultados dessas interferências podem ser observados ao longo de toda a biosfera, pois no transcorrer de sua história, desde o princípio da sociedade a sua atuação tem sido intensa, trazendo inúmeros problemas ambientais de escala local, regional e global que afetam o equilíbrio ecológico do Planeta e a qualidade de vida humana. Assim, movido pela curiosidade e suas necessidades básicas, o homem construiu estradas, moradias, plantou lavouras, etc, com isso foi aos poucos descobrindo e entendendo ainda mais o universo que o cercava.

Na sua constante busca com as relações existentes entre o homem e a sociedade, e entre os diversos estudos referentes à natureza, em seus diferentes enfoques, tem-se o relevo. Tornando-se um dos elementos fundamentais para a compreensão das inter-relações entre as estruturas litológicas, a hidrografia, o clima, os solos, a vegetação, e as atividades humanas que também são parte integrante desse sistema.

Para Christofolletti (1980, p.1), na “Ciência Geográfica, a Geomorfologia, é o ramo da geografia que estuda as formas do relevo, através das relações pretéritas e atuais”, fornecendo assim, subsídios para a compreensão da paisagem morfológica. As formas, os processos e as suas relações constituem o sistema geomorfológico, que é um sistema aberto, que recebe influência e também atua sobre outros componentes do universo. Os processos que geram as formas do relevo não são homogêneos, isso se deve ao diferente embasamento rochoso, a estrutura geológica, a cobertura pedológica e o clima, que são condicionadores da sua evolução resultando nas diferentes feições do relevo.

Um dos diversos métodos utilizados para o entendimento dos ambientes naturais é o Mapeamento Geomorfológico que por sua vez serve como subsídio essencial para algumas etapas do planejamento, pois espacializa e localiza os fenômenos morfoclimáticos de uma dada região, assumindo, portanto, um caráter multidisciplinar para a compreensão das estruturas espaciais e para a definição de diretrizes voltadas aos estudos relacionados com o meio ambiente.

Com o auxílio das novas tecnologias, a Cartografia Geomorfológica possibilita a representação das diferentes morfologias da paisagem, além da caracterização das formas do relevo e os seus principais indicadores. Trabalhos dessa natureza vêm sem dúvida a contribuir para o conhecimento da área, em nível de município e até mesmo para população, visto que não há trabalhos que contemplem essa temática. De forma geral apresentam-se certas carências de informações do próprio território e conhecimento da região quanto às suas características físicas.

A presente pesquisa tem como objetivo principal a classificação geomorfológica do município de Quaraí-RS, propondo uma análise dos diferentes padrões de organização da paisagem e suas potencialidades. Com isso propõem-se como produto final, a elaboração do mapa geomorfológico do município, buscando uma relação entre as formas de relevo e as áreas de ocorrência de ágatas e ametistas.

Apresenta-se ainda como objetivos específicos, a elaboração de uma série de mapas temáticos auxiliares na elaboração do mapa geomorfológico. Assim propõem-se elaborar os mapas hidrográfico, hipsométrico, de declividade e de uso e ocupação do solo.

O Município de Quaraí, como área de estudo, está localizado na porção oeste do Rio Grande do Sul, na Microrregião da Campanha Gaúcha, limitado pelas coordenadas 29°55'e 30°32' S e 55°39'e 56°40'WGr, abrangendo uma área de aproximadamente 3.270,10 Km<sup>2</sup>. Limita-se ao norte-nordeste com o Município de Alegrete; a noroeste com o Município de Uruguaiana; ao sul-sudeste com o Município de Santana do Livramento; a leste com o Município de Rosário do Sul e a sudoeste com a República Oriental do Uruguai (Figura 01).

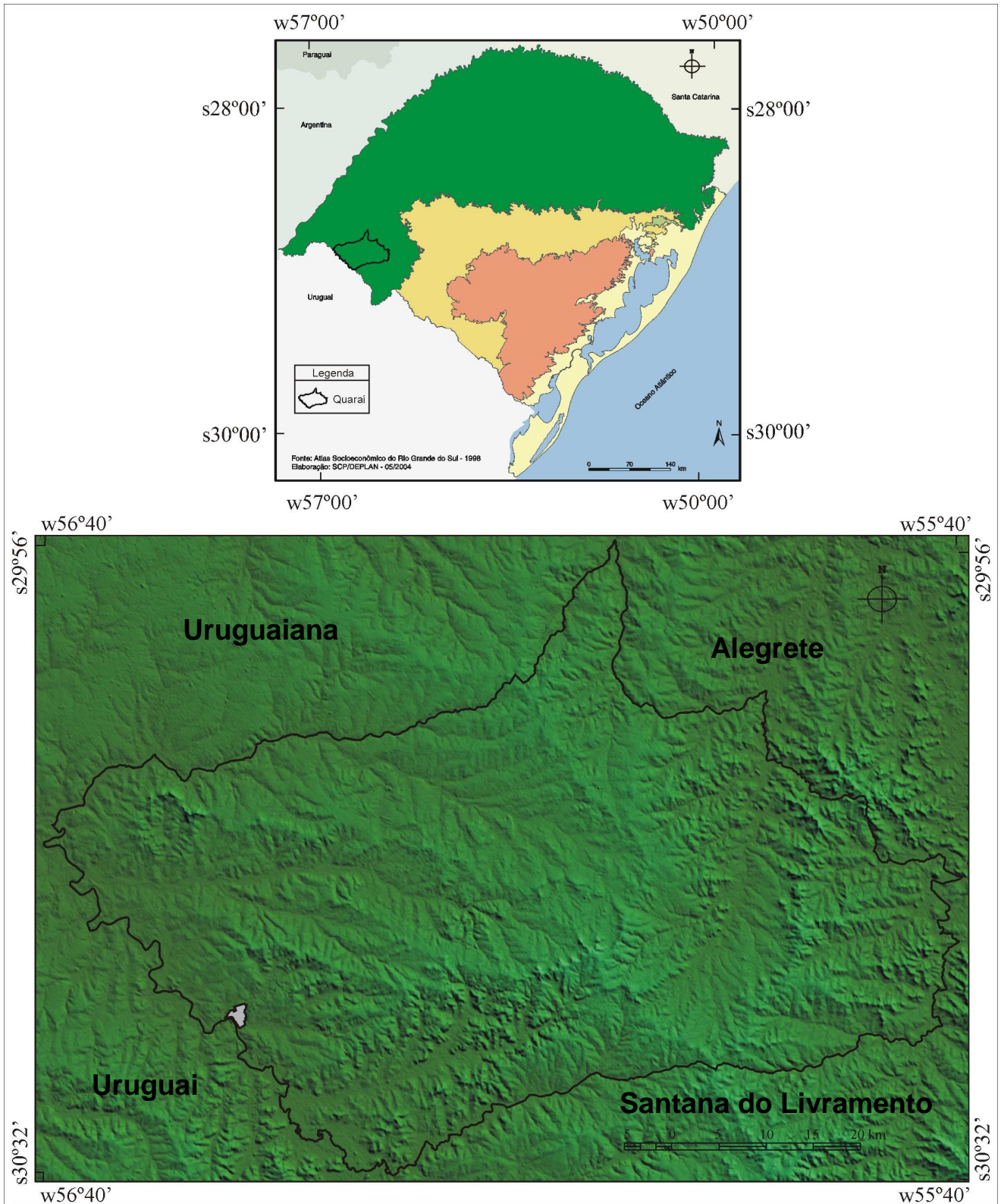


Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo.  
 Fonte: Imagem SRTM do município de Quaraí.  
 Org: Denise Peralta Lemes

O primeiro capítulo desse trabalho procura mostrar a evolução do conhecimento geomorfológico, dando ênfase a importância dos estudos relacionados ao relevo, buscando uma aproximação entre as ciências geomorfológica, geográfica e geológica. Com isso, relata a caracterização geológica regional e local e a ocorrência de gemas no Brasil e do Rio Grande do Sul.

O segundo capítulo aborda os procedimentos metodológicos adotados para um desenvolvimento satisfatório dos objetivos propostos. Já o terceiro capítulo, trata da apresentação e discussão dos resultados, com a descrição do mapeamento geomorfológico do município, pontuando os principais elementos estruturais da paisagem; no último capítulo, as considerações finais e recomendações.



# **1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo procura mostrar a evolução do conhecimento geomorfológico, dando ênfase a importância dos estudos relacionados ao relevo. Busca-se assim uma aproximação entre as ciências geomorfológica, geográfica e geológica, bem como a utilização das novas tecnologias para a cartografia geomorfológica; a caracterização e ocorrência de minerais no Brasil e no Rio Grande do Sul, enfatizando as gemas de ágata e ametista.

## **1.1 - A NATUREZA E EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO GEOMORFOLÓGICO**

A geomorfologia é um conhecimento específico, sistematizado, que tem por objetivo analisar as formas de relevo, buscando compreender os processos pretéritos e atuais (CASSETI 2001). Sendo assim, é uma ciência que analisa as formas presentes no relevo na busca da compreensão da superfície da crosta terrestre.

Os estudos referentes ao relevo nos proporcionam a análise de como eram as paisagens no passado, fazendo uso de vários segmentos como, por exemplo, os estudos com materiais deposicionais, no qual se obtém dados para entender a evolução das áreas até a existência atual. Segundo Caseti (2001), deve-se levar em conta os processos responsáveis pelas ações capazes de criar e destruir as formas de relevos existentes, como as forças endógenas e exógenas, não esquecendo na atualidade a intensidade da força desempenhada por um agente que vem causando problemas gravíssimos, “o homem”.

Esses problemas cada vez mais se intensificam, o homem age sobre o meio modificando-o, tendo em suas mãos a possibilidade de criar e recriar novas formas de relevo, tendo o poder de destruição de feições que levaram milhões de anos para se formarem.

Segundo Guerra e Cunha (2001), desde a antiguidade o ser humano teve grande curiosidade de estar conhecendo e explicando as formas da superfície terrestre. A curiosidade leva a busca por explicações como a permanência de fluxo

de água de um rio, mesmo com a ausência de chuva. Os gregos foram os primeiros a estabelecer princípios racionais para investigar as formas de relevo da superfície terrestre. Logo depois, os romanos foram responsáveis por agregar conhecimentos práticos, dando muita importância ao estudo da natureza. Já na Idade Média, os “Deuses” eram evocados para explicar a origem e o funcionamento da natureza. Segundo Guerra e Cunha (2001, p. 30), “a igreja fazia emanar da religião a base do saber”.

Ainda neste último período, Christofolletti (1980) relata que as explicações vinham em versões de fábulas, construídas em torno de conceitos de religiosos da época. No período renascentista, Ross (1992) destaca que alguns pensadores como Leonardo da Vinci, engenheiro e artista italiano que fez observações de campo onde pode encontrar em grandes altitudes, nos Montes Apeninos, rochas com ocorrências de conchas, semelhantes às encontradas nos terrenos baixos, onde constatou que havia um grande soerguimento de terras que antes certamente eram parte do fundo do mar.

Durante muitos séculos o progresso nas ciências naturais foi inibido pelas crenças de que os fatos observados na superfície terrestre, eram produto de acontecimentos excepcionais de caráter catastrófico e teocêntrico, (ROSS 1996). Essa concepção pendurou por muito tempo apesar de ser contrariadas por vários estudiosos.

James Hutton ficou conhecido como um dos fundadores da Geomorfologia Moderna, pois explicava que as ações observáveis na superfície do globo reduziram o relevo e permitiam o arrasamento das montanhas. CHRISTOFOLETTI (1980, p. 32) diz que Hutton fundamentalizou mediante as causas atuais, a teoria do atualismo “o presente é a chave do passado”. Esse princípio estabeleceu as bases da pesquisa em geologia, bem como em geomorfologia.

Com isso a ciência geomorfológica precisava de um corpo próprio, para obter respostas aos acontecimentos que se interagem no relevo terrestre. Para Guerra e Cunha (2001, p.29), “iniciava-se um caminho no qual iriam ser forjadas concepções teóricas mais abrangentes, que buscavam dar fundamento e respaldo às descrições, definições e explicações dos fatos geomorfológicos”.

Aos poucos os conceitos foram sendo enriquecidos, ganhando maiores proporções e possibilitando saltos de qualidade, neste contexto Alexandre Surrill estabeleceu os princípios ou leis da morfologia fluvial.

Surrel estabeleceu o princípio da “Tensão Regressiva e o Conceito de Perfil de Equilíbrio”, na qual:

[...] os mecanismos de escoamento das águas das vertentes culminavam com a organização das bacias de drenagem. Essas bacias, que guardavam um certo paralelismo entre si, apresentavam em suas partes superiores bacias de recepção; nos trechos dos cursos médios, canais de escoamento com uma concentração menor de entrada de canais; e no baixo curso, cones de dejeção. Ele observou que todo o processo de escavação dos vales era estabelecido a partir de um ponto fixo ou nível de base posicionando no sopé da vertente, a partir do qual se processava a erosão regressiva ou remontante (ROSS, 1996, p. 21).

Ainda no final do século XIX, Christofolletti (1980, p. 15) menciona que paralelamente ao que ocorria na Europa, pesquisadores norte-americanos, reformulavam o pensamento geomorfológico, e “Defendiam a idéia que a ciência geomorfológica poderia isolar-se do âmbito geológico no qual sempre estivera integrada”. Nesse período importantes pesquisadores merecem destaque: John Wesley Powell, Grove Karl Gilbert e Clarence Dunton.

Para Powell ( 1875 apud CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 15), a estrutura geológica representa a base para a classificação das formas de relevo. Surge então, fundamentalmente, o conceito de nível mínimo para a redução do relevo, denominado de nível de base da erosão. Este conceito diz que todo relevo tem seu começo, meio e fim, sendo estes princípios reformulados por W. M. Davis.

Segundo Casseti (2001, p.31) “Gilbert (1877) foi o primeiro a tentar explicar a evolução do relevo com base no equilíbrio dinâmico, embora Hack tenha ampliado consideravelmente as idéias iniciais”. As tentativas de relacionar o processo uniforme com o soerguimento crustal antecipou na época por mais de três décadas as idéias similares apresentadas por Hack.

Gilbert estudou minuciosamente os processos subaéreos, bem como modificações ocorridas nos vales à medida que os rios sofriam erosão, lembrando ainda que, elementos fluviais e os das vertentes estavam diretamente inter-relacionados.

De acordo com Abreu ( 1983 apud ROSS 1996, somente no final do século XIX a morfologia fluvial sofreu um novo avanço com os estudos de Gilbert (1877), quando se definiu mais três leis da geomorfologia: Declividade, Estrutura e dos Divisores.

[...] a lei da Declividade associa-se à velocidade do fluxo d'água determinado pela inclinação da vertente e a consequente capacidade erosiva, enquanto a lei dos Divisores estabelece que as maiores declividades estão próximas dos topos e que o perfil da vertente de uma montanha revela-se que como uma curva côncava para fora. Já a lei da estrutura revela que a esculturação do relevo passa pela influência variada das litologias rígidas e tenras e evidentemente do arranjo estrutural destas (ROSS, 1996, p. 21).

Ainda no final do século XIX, com a somatória dos conhecimentos geomorfológicos, os estudos ganham mais corpo tanto na Europa quanto nos Estados Unidos. Aos poucos os conceitos fundamentais da geomorfologia foram consolidados.

Neste contexto, segundo Christofolletti (1980), William Morris Davis destacou-se como sendo um dos responsáveis por dar coesão e rivalidade a esses conceitos. Ele consegue integrar, sistematizar e definir a seqüência normal dos acontecimentos num ciclo ideal procurando uma terminologia adequada para a classificação genética das formas de relevo terrestre.

Christofolletti (1980, p. 16), destaca que “Davis foi um pesquisador com muita influência na geomorfologia publicando inúmeros trabalhos, resultantes de suas observações e ensinou em várias universidades americanas e européias”.

Davis fundamenta-se no conceito proposto por Powell, onde o nível de base estabelece uma melhor direção para a interpretação do relevo: a peneplanície. Para interpretação do relevo, como sugere o modelo davisiano:

[...]o sistema fluvial responde pelo forte entalhamento dos talwegues, originando verdadeiros canyons, que caracterizam o estado antropomórfico da juventude. A idéia mais importante é que os rios não podem erodir abaixo do seu nível de base. Davis, portanto, se viu obrigado a completar o conceito de nível de base com outro fundamental, o de “equilíbrio”, para o que utilizou-se de balanço entre a erosão e a deposição, ou entre a capacidade para o trabalho em relação ao trabalho realizado Davis (..... apud CASSETI, 2001, p. 21).

Seu sistema era conhecido como ciclo geográfico, sendo o primeiro conjunto de concepções que explicariam a gênese e a seqüência evolutiva das formas de relevo. A idéia de ciclo, onde o relevo se apresentaria sob formas de juventude, maturidade e senilidade, podendo retornar ao rejuvenecimento, se submetido a novo soerguimento, dando então seqüência ao ciclo evolutivo da morfologia:

A ação da água corrente, a erosão normal, atuando sobre o relevo inicial, produziria sua dissecação e, conseqüentemente, a redução de sua

topografia, até criar uma nova superfície aplainada (peneplano). Novo soerguimento daria lugar a um novo ciclo erosivo. Do instante inicial ao final, formas típicas seriam modeladas, caracterizando sucessivos momentos evolutivos, como na vida orgânica, passando o relevo pelas fases de juventude, maturidade e senilidade (GUERRA E CUNHA, 2001 p.31).

Para Guerra e Cunha (2001), Davis considera em sua proposta de entendimento do relevo, principalmente, os efeitos da erosão fluvial, chamada “erosão normal” na qual é responsável pela transformação de relevos montanhosos em peneplanícies. Ross (1996) enfatiza que o modelo teórico de Davis apesar da concepção finalista, apóia-se em um tripé definido pela estrutura, processo e tempo.

Segundo o mesmo autor, vários foram os seguidores do modelo daviniano, nos países de língua inglesa, na França e por decorrência no Brasil. Embora a concepção da evolução do relevo de Davis ter contribuído muito para o conhecimento geomorfológico, encontrou oposição entre seus contemporâneos, principalmente os alemães que tinham posturas diferentes nos estudos da natureza, discordavam em dois pontos cruciais; em primeiro lugar, seria a despreocupação em estudar os processos. Davis acreditava que os processos eram uma consequência direta de sua teoria, por si só já estava inter-relacionando à mesma. Em segundo lugar outro argumento contra a teoria seria a impossibilidade do ciclo completar-se totalmente, em função dos pulsos tectônicos.

Vale ressaltar que os estudos dos alemães se caracterizavam por trabalhos empíricos marcados por detalhadas descrições das coisas da natureza, apoiada em observações de campo. Desta forma Walther Penck (1924 apud CASSETI 2001, p.26) “aparece como principal opositor da postura dedutivista-históricista de Davis, valorizando o estudo dos processos”. Penck propunha que em caso de forte soerguimento crustal, observar-se-ia uma correspondente incisão do talvegue, isto implicaria na aceleração dos efeitos denudacionais em razão do aumento do gradiente da vertente admitindo-se que o efeito denudacional não acompanharia imediatamente a intensidade do entalhamento do talvegue, ir-se-ia ter o desenvolvimento de vertentes convexizadas.

A noção de nível de base local e imediata correspondência soerguimento – incisão - denudação, valorizando a relação processual, foram considerações propostas por Penck. Segundo Casseti (2001), Davis dizia que a denudação (BC) só teria início após o término do soerguimento (AB), enquanto que para Penck a

denudação (B'C) é concomitante ao soerguimento (AB'), com intensidade diferenciada pela ação da tectônica (Figura 02).

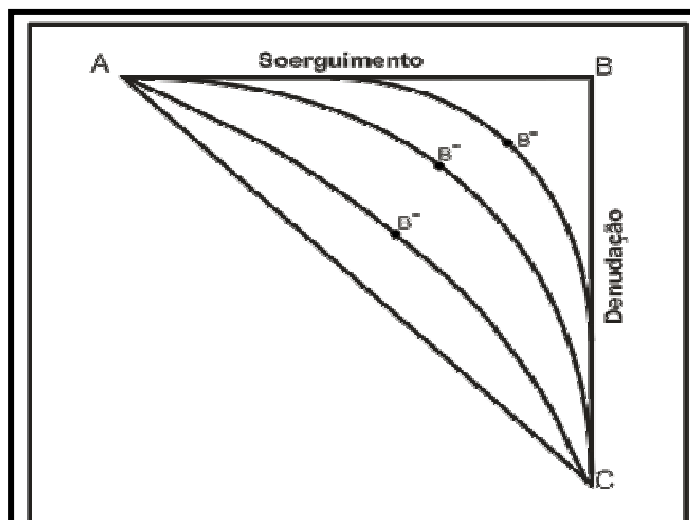


Figura 02. Relação soerguimento-denudação apresentada por Davis (ABC) e Penck (AB'C).  
Fonte: Carson & Kirkby (1972 apud CASSETI 2001).

Penck (1924 apud CASSETI, 2001) procurou demonstrar a relação entre entalhamento do talvegue e efeitos denudacionais em função do comportamento da crosta, que poderia se manifestar de forma intermitente e com intensidade variável, contestando o modelo apresentado por Davis: rápido soerguimento da crosta com posterior estabilidade tectônica, até que se atingisse a suposta senilidade, quando nova instabilidade proporcionaria a continuidade cíclica da evolução morfológica.

De acordo com a linha teórica proposta por Penck, seus argumentos direcionavam a idéia de que o princípio da análise geomorfológica apóia-se em três elementos: os processos exógenos, endógenos e os derivados de ambos, que são as morfologias atuais do relevo.

Até então, o modelo davisiano praticamente considerava que além do processo de erosão normal alimentado pelas águas fluviais, havia outros que, entretanto, tinham caráter acidental. Isso passou a ser amplamente refutado e a partir daí os geógrafos alemães como Mostensen, Budel, etc., bem como os franceses Martone, Cholley, Tricart etc em seus estudos, passaram a trabalhar com a concepção da geomorfologia climática. Com essa nova postura de análise geomorfológica, a erosão normal deixou de ser a base da interpretação para explicar

a evolução do relevo, surgindo outros elementos de avaliação nos processos geradores de formas.

Segundo Ross (1996) os tipos climáticos passaram a ser objeto de preocupação no entendimento da dinâmica e gênese do relevo, definindo-se o modelado da superfície da terra extremamente atrelado às grandezas climáticas do globo.

Enquanto Davis acreditava que o nível de base poderia estabelecer a direção para interpretação do relevo, Penck distintamente acreditava no recuo paralelo das vertentes, idéia essa mais aceita na atualidade (Figura 03).

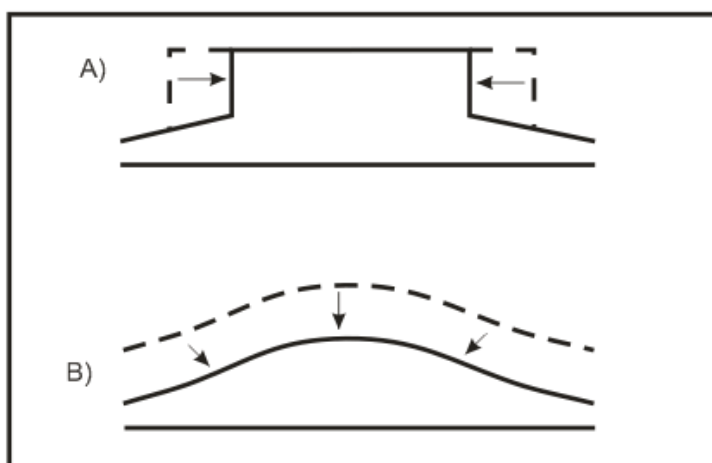


Figura 03. Contraste entre *back-weaning* (A), proposta por Penck e *downwearing* (B, proposta por Davis)

Fonte: Carson & Kirkby (1972 apud CASSETI 2001).

Para Casetti (2001), a maneira dinâmica e contestatória da proposta penckiana foi um dos principais argumentos responsáveis pela ruptura epistemológica da linhagem anglo-americana, no período da Segunda Guerra Mundial, até então fielmente adepta às idéias consagradas de Davis. Já os Sistemas propostos por King e Pugh (1953 apud CASSETI, 2001), desenvolvidos após a Segunda Guerra, ao mesmo tempo em que procuravam restabelecer o conceito de estabilidade tectônica, conforme a linha de Davis, consideravam-na como resultado de uma compensação isostática, argumentando ainda que o recuo paralelo das vertentes é resultado da evolução morfológica, conforme foi proposto por Penck, (CASSETI, 2001).

Enquanto Davis denominava as grandes extensões horizontalizadas na senilidade de peneplanos, King considerava-as como pediplanos, cujas formas residuais foram denominadas por inselbergs, (CASSETI, 2001). Disso resultou a sua própria teoria – Teoria de Pediplanação, onde o relevo não tem um comportamento cíclico, como anteriormente afirmava Davis, mas certamente o que procedia era a atuação dos efeitos tectônicos, que por sua vez, era representado por superfícies de erosão ou pediplanação, na qual os trabalhos foram desenvolvidos:

[...] na faixa oriental do Brasil, em 1953, L. King identifica e estabelece cronologias de superfícies de erosão e seus depósitos correlativos, apoiando-se em dados altimétricos, geológicos e cronoestratigráficos que o levam à uma interpretação, onde alternam-se fases de pediplanação com as de soerguimentos de caráter epirogênico King (1953 apud ROSS, 1996, p. 25).

Casseti (2001) relata que no pós-guerra, estudos cartográficos começam a surgir de forma importante em relação à análise do relevo, por autoria principal de pesquisadores da extinta União Soviética, da Polônia e Tchecoslováquia, entre eles, Klimaszewski, Demek, Basenina e Trescov. Crescem assim, após tais contribuições, os estudos acerca do mapeamento geomorfológico e sua implicação no planejamento regional e posteriormente, ambiental.

A geomorfologia alemã enriqueceu muito após Segunda Guerra com o desenvolvimento da cartografia geomorfológica, já com a geomorfologia anglo-americana, não pode se dizer o mesmo.

A evolução das duas linhas é bastante diferenciada e apresenta interferências mútuas, pois:

[...] enquanto a primeira de raízes norte-americanas sofreu muito claramente nos últimos anos os impactos das revoluções científicas, com a tentativas de ruptura e definição de novos paradigmas, a segunda, de raízes germânicas, parece evoluir de maneira mais contínua, o que reflete em um enriquecimento progressivo do paradigma, que ganha complexidade metodológica e operacional, conservando sempre um núcleo comum desde sua origem (ABREU, 2003, p. 53).

Portanto, ficaram estabelecidas duas linhas epistemológicas representadas pelas Figuras 04 e 05.



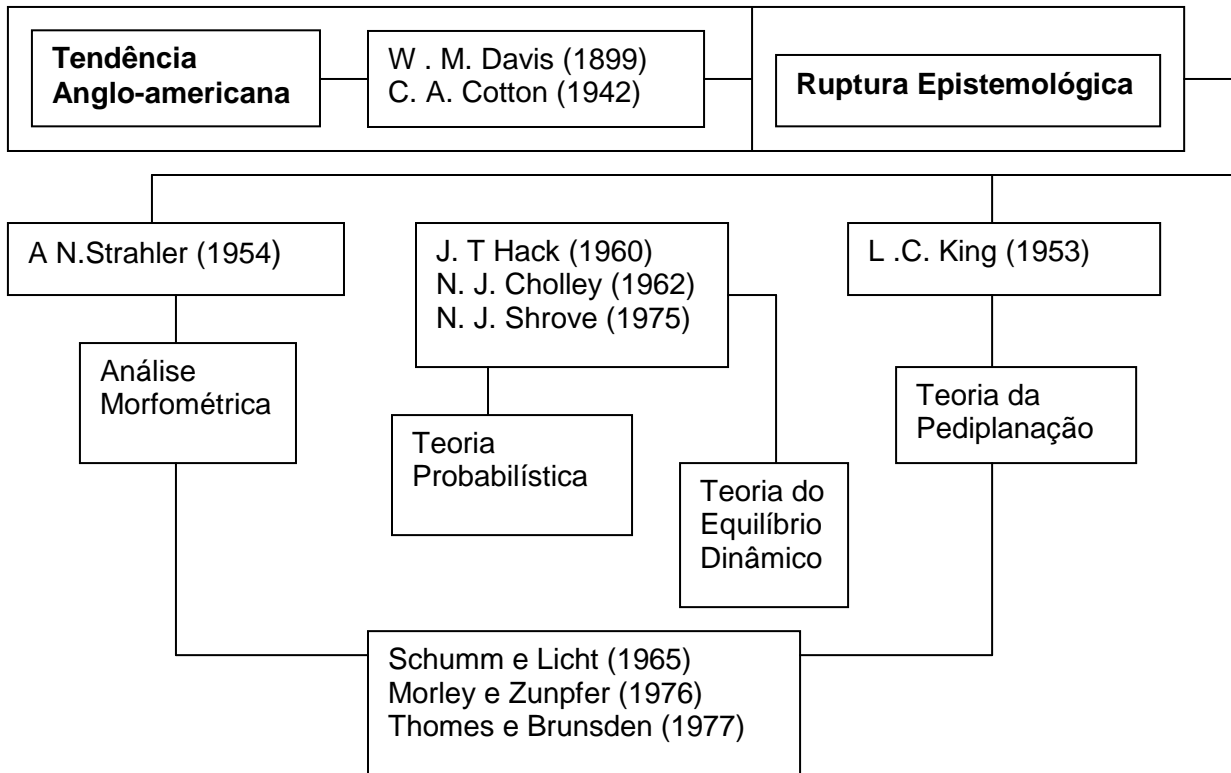


Figura 04 - Evolução da Teoria Geomorfológica (Tendência Anglo-Americana). Adaptado de Abreu (1983 apud CASSETI 2001).

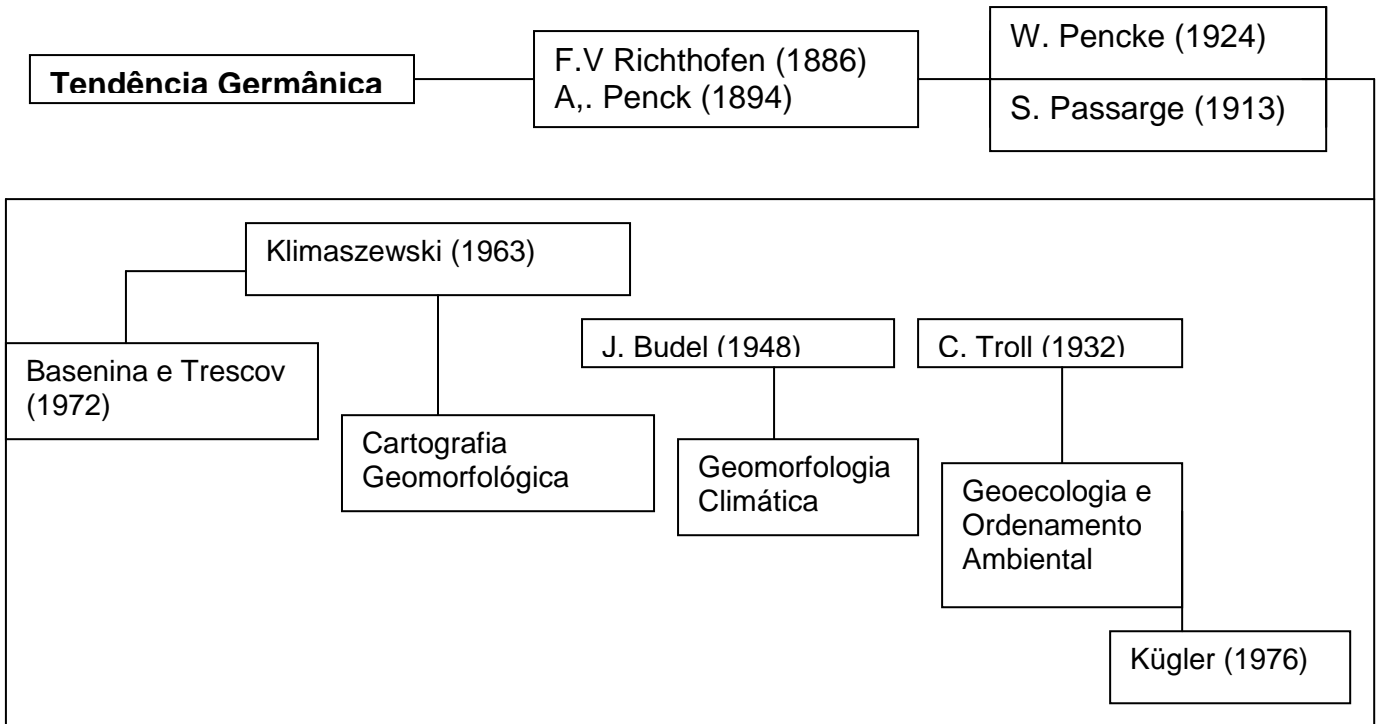


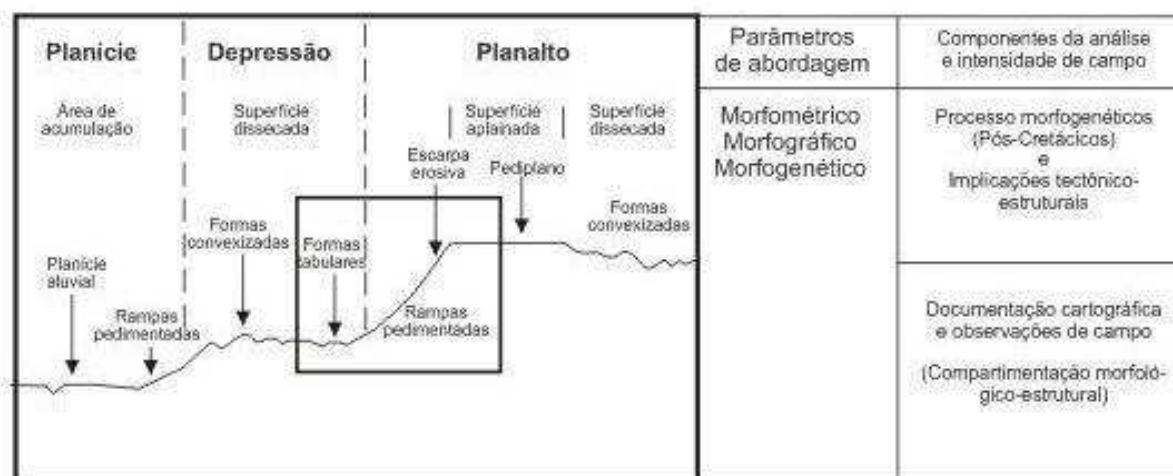
Figura 05 - Evolução da Teoria Geomorfológica (Tendência Germânica). Adaptado de Abreu (1983 apud CASSETI 2001).

Segundo Ferreira (2005) a Tendência Anglo-Americana favorecia-se com os estudos das teorias e métodos quantitativos, não considerando a inter-relação da geomorfologia com a geografia. Já a Tendência Germânica preocupou-se mais com a integração das ciências naturais, “ressaltando a grande importância dos estudos à cerca da cartografia geomorfológica, bem como a ordenação ambiental dos episódios terrestres e a inserção de um grande fator social – o homem”, (FERREIRA 2005 p. 17).

Os autores Guerasimov e Mescherikov (1968 apud ROSS 1996, p. 68) também desenvolveram estudos importantes para o registro cartográfico, estabelecendo os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura do relevo, passando por uma classificação taxonômica.

Dando enfoque à realidade brasileira, segundo Guerra e Cunha (2001, p.35), “no decorrer dos últimos 50 anos os estudos voltados a geomorfologia tiveram vasta expansão”. Em destaque, Ab’Saber (1969) sistematizou fundamentalmente em seu artigo Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário um caminho metodológico brasileiro para as pesquisas em geomorfologia. O autor considera que os trabalhos passam por três níveis de tratamento, como ilustra a Figura 06 que engloba tanto classificações em nível de macro-escalas, bem como suas principais caracterizações, o relato dos processos morfodinâmicos e pedogenéticos, dando subsídio para que o pesquisador possa compreender a fisiologia da paisagem, de forma mais ordenada, através dos princípios metodológicos.

Níveis de Abordagem Geomorfológicas (Ab’Saber, 1969)



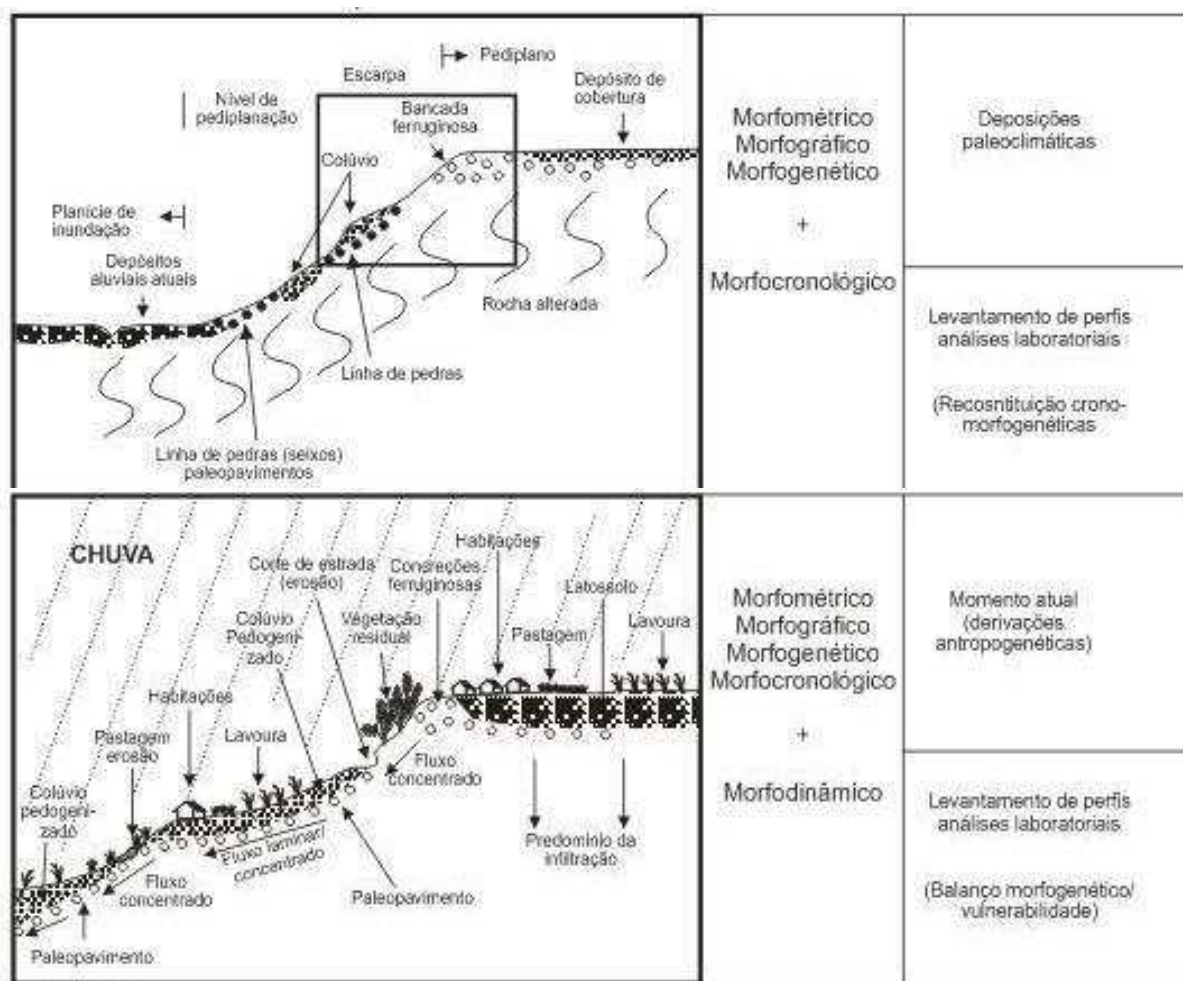


Figura 06 - Metodologia proposta por Ab´Saber  
Fonte: Casseti, 2001.

Christofoletti (1980) ressalta que para a compreensão do relevo atual, faz-se necessário o entendimento das inter-relações de vários aspectos que evidenciaram as variações paleoclimáticas ocorridas do passado.

Os conceitos que Penck havia formulado desde meados da década de 1920, foram adaptados por Ross (1992) retratando com objetividade os conceitos de forças endógenas e exógenas. O relevo seria mantido por uma determinada estrutura geológica (Morfoestrutura) e apresenta características esculturais (Morfoescultura), produto da ação climática atual e pretérita. Nessa linha teórica, tem-se a proposta taxonômica e de representação cartográfica do relevo de Ross (1992), a qual parte de um primeiro táxon maior, representado pela morfoestrutura e por outros cinco táxons menores representados pelas morfoesculturas e fatos geomórficos de dimensões menores.

Através desse pequeno relato procurou-se ressaltar algumas informações que serão de grande relevância para a pesquisa, como a análise das formas e dos

processos que fornecem conhecimento sobre os aspectos e a dinâmica da topografia atual, estabelecendo os compartimentos do relevo na área estudada e suas informações sistemáticas, seguindo tais pressupostos abordados neste contexto.

### 1.1.1 Geomorfologia: Ciência Geográfica, Geológica ou Geofísica?

Sabe-se que, a geomorfologia é uma geociência que de forma racional e sistemática estuda as formas de relevo, nas quais são determinadas conforme a gênese e sua evolução (JATOBÁ, 2006). Pode-se dizer que a geomorfologia é uma ciência descritiva e genética pois além de abarcar o conhecimento de outras ciências, necessita no seu estudo a descrição, a localização dos compartimentos e feições de relevo. Voltando-se assim, à genese e à evolução do mesmo.

A geomorfologia vem a ser uma ciência geografica, geológica ou geofísica? Em qual ciência da Terra ela se situa?

Segundo Jatobá (2006), o cientista frances Jean Goguel apresentou uma classificação das geociências bem simplificada que nos faz refletir sobre tal questão, o referido autor agrupou as ciências da Terra em três categorias:

- ✚ A Ciência Geofísica, compreende aquela que trata de fenômenos terrestres, de natureza física, mas sob a ótica da Física. A Sismologia, a Meteorologia e a Hidrologia Fluvial exemplificam esse grupo de ciências.
- ✚ A Ciência Geológica propõem à reconstituição da história física do planeta, tal como ela pode ser vista ou lida nos diversos estratos rochosos presentes na epigeoesfera.
- ✚ A Ciência Geográfica têm como objeto de estudo o fato geográfico, ensina a Geografia Clássica. O fato geográfico é algo que possui uma estrutura extremamente complexa, pois resulta da combinação de elementos e fatores solidários.

Segundo Castro et, al (2004), a Geomorfologia estuda o passado para compreender o presente, a Geologia faz exatamente o inverso. A Geomorfologia procura explicar as formas atuais de relevo, que podem ser facilmente divisadas na paisagem, por sua gênese, por seu passado, às vezes muito distante. Porém, a exemplo da Geologia, a Geomorfologia não pode avançar, a não ser a partir de uma

raciocínio analógico, que parte do presente. Essas idéias, na verdade, estão contidas no célebre Princípio do Atualismo, já mencionados anteriormente.

As Ciências Geográficas têm como objeto de estudo o fato geográfico. Assim ensina a Geografia Clássica. O fato geográfico é algo que possui uma estrutura extremamente complexa e resulta da combinação de elementos e fatores solidários.

Andrade (1965 apud JATOBÁ, 2006 p. 23), destaca três escalas de complexidade da combinação geográfica:

- ✚ *Combinações físicas,*
- ✚ *Combinações físico-biológicas*
- ✚ *Combinações físico-biológico-humanas.*

Como exemplo das *combinações física* temos o relevo terrestre abstraído-se da cobertura vegetal e ainda as estruturas geológicas, as condições climáticas atuais ou pretéritas e os processos erosivos materializam tais combinações. Em se tratando da estrutura geológica esta compreende, dentre outros aspectos, as forças tectônicas, a natureza das rochas, a disposição das camadas rochosas e os graus de resistência da litomassa aos processos de meteorização e de erosão. Já as condições climáticas determinam os efeitos da meteorização mecânica ou química e os processos morfoclimáticos esculturadores das paisagens geomorfológicas continentais. Tais processos definirão os vários sistemas de erosão encontrados na superfície terrestre.

Na segunda escala de combinação geográfica temos as *combinações físico-biológicas*, definidas com a inclusão dos elementos biológicos em especial à vegetação, mas por trás disso existe a combinação climática, relevo e o tipo de solo, que para Andrade nada mais é que a solidariedade do complexo geográfico. Desta forma, o mais elevado dos níveis de combinação geográfica está representado pelas *combinações físico-biológico-humanas*, tornando-se assim o fato geográfico mais complexo.

Para Andrade (1965 apud JATOBÁ, 2006 p. 35):

A Geografia se consoma assim, com a consideração do homem na cena da natureza. A natureza de uma parte, cujas condições e recursos impõem ao homem o esquema de seu destino. Introduzindo o homem nas ciências da Terra, o geógrafo se esforça por ver claramente essa síntese de condições naturais e da presença do homem. Supera, assim, a distância entre os fenômenos humanos. Essa a sua originalidade principal. Esse o seu "passaporte" legítimo com que penetra nas "áreas marginais", onde tantas outras ciências da Terra, da vida e do homem se exercitam.

Ross (1999) menciona que a geomorfologia tem suas bases conceituais nas ciências da Terra, mas possui também forte vínculo com, a ciências humanas, na medida em que serve como suporte para o conhecimento dos ambientes naturais onde a sociedade humana se estrutura, extrae os recursos para a sua sobrevivência e organiza o espaço físico-territorial. Kostenko (1975) acredita que a Geomorfologia funciona como uma ponte entre a Geografia e a Geologia, e estuda uma série de problemas complexos e heterogêneos, alguns dos quais resolvem-se através de métodos físico-geográficos e outros mediante a aplicação de métodos geológicos.

Com isso pode-se dizer que a geomorfologia encontra-se na interface existente entre as ciências geológicas e as ciências geográficas. A geomorfologia possui profundos laços com a geologia, mas é essencialmente geográfica, na medida que depende dos conhecimentos de climatologia, paleogeografia, fitogeografia, pedologia e hidrografia e se fornece substanciais informações necessárias ao entendimento da produção do espaço geográfico.

### 2.1.2 A importância dos estudos geomorfológicos.

Com o passar do tempo o homem vem aumentando sua capacidade de alteração da paisagem a intervalos de tempo cada vez menores, dando margem para a fragmentação e especialização da Geografia para melhor compreender o objeto a ser estudado, surgindo desta forma a Geomorfologia.

Segundo Castro et al. (2004) a geomorfologia é etimologicamente compreendida como o estudo da Terra, onde *geo* significa terra, *morphos* se aproxima da idéia de forma e *logos* estudo. Contudo, de acordo com HUBP (1989) esta é uma ciência geológico-geográfica que tem como preocupação central estudar o relevo terrestre, sua estrutura, origem, história do seu desenvolvimento e dinâmica atual além de tentar compreendê-lo em diferentes escalas temporais e espaciais. Para Joly (1977) a geomorfologia se ocupa com o estado das formas do relevo terrestre, de sua gênese, de sua evolução no tempo e de suas relações dentro do espaço.

A busca de explicações das formas foi interesse do homem desde os tempos passados, pois o relevo constitui o piso sobre os quais se fixam as populações

humanas, desenvolvendo suas atividades, derivando daí valores econômicos e sociais que lhes são atribuídos. Essas formas influenciam diretamente na vida e na organização da sociedade.

Para Marques (2001) suas maiores ou menores estabilidades decorrem, ainda, de suas tendências evolutivas e das interferências que podem sofrer dos demais componentes ambientais ou da ação do homem. Dessa forma entende-se ser de extrema importância o conhecimento da Geomorfologia para a aplicação de um planejamento territorial, a fim de se estabelecer uma proposta mitigadora das ações do homem nos ambientes socialmente produzidos. Com isso a Geomorfologia constitui um importante subsídio para a apropriação racional do relevo, como recurso ou suporte, considerando a conversão das propriedades geológicas em sócio-reprodutoras Kügler (1976 apud CASSETI, 2001 p. 24).

Com o objetivo de explicar estas formas a Geomorfologia busca a interdisciplinaridade com outras ciências como: a Geologia, a Climatologia, Biogeografia, a Pedogênese e a Hidrogeografia, surgindo como conseqüência especializações dentro da própria Geomorfologia, como a Geomorfologia Dinâmica, Estrutural e Climática. Entretanto, esta ciência não perde seu caráter autônomo com base na aplicabilidade de seus conhecimentos e esta característica prática faz com que a mesma encontre uma valorização crescente na sociedade (MARQUES, 2001).

Segundo Ross (1996, p. 9), “o relevo é algo concreto quanto às formas, mas abstrato enquanto matéria”. Sendo um componente do meio natural, apresenta uma diversidade enorme de tipos e formas, e essas formas, por mais que possam parecer estáticas e iguais, na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato rochoso.

O relevo não é como a rocha, o solo, a vegetação ou até mesmo a água que se pode pegar. Segundo Ross (1992), constitui-se de formas de arranjos geométricos as quais são mantidas em função do substrato rochoso que as sustentam e dos processos externos e internos que as geram. O relevo semelhante a uma escultura em rocha, depois de esculpido deixa de ser rocha para ser uma peça ou obra de arte, fruto do processo de elaboração humana e natural.

Nesse sentido, como mencionado anteriormente, o relevo tem importância fundamental no processo de ocupação do espaço, pois é o “palco”, onde o homem, como ator social, pratica o teatro da vida, cujas formas ou modalidades de

apropriação respondem pelo comportamento da paisagem e suas conseqüências. Assim, o geomorfólogo precisa estar sempre atento à conjugação dessas forças, já que, desde o surgimento do homem na Terra, ocorre uma aceleração dos processos externos, tendendo, quase sempre, à instabilidade.

A partir da morfogênese, ou seja, da ação das forças endógenas e exógenas, a superfície da Terra está em constante mudança. As formas de relevo se alternam entre os diferentes locais, resultando de ações conjuntas dos componentes da natureza, que, por sua vez, também são influenciados em diferentes proporções através dessas (EMBRAPA, 2005).

As pesquisas geomorfológicas são amplamente aplicáveis para diferentes tipos de atividades humana em diferentes locais, sendo o nível de aprofundamento dos estudos, decorrentes da dimensão da área, do objetivo que se quer alcançar, da atividade a ser implantada e da complexidade geomorfológica do objeto em análise.

Hoje, os estudos geomorfológicos tem o auxílio de materiais tecnológicos de alta precisão (SIGs e o Geoprocessamento). Através da utilização destes a cartografia geomorfológica pode gerar subsídios que vão proporcionar um banco de dados que trabalhados por alguns filtros estabelecem diagnósticos de alta confiabilidade constituindo um material de extrema aplicabilidade e complexidade em estudos nessa área.

As colocações de Guerra e Cunha (2001, p.42) nos remetem que “o futuro é o grande desafio”, a compreensão do presente e do passado tem enorme valor intrínseco que se amplia ao fornecer bases sólidas para alcançar a visão do futuro.

### 1.1.3 Considerações sobre Cartografia e representações Geomorfológicas

Com a preocupação e necessidade em compreender o ambiente que vivemos e representá-lo por meio de simbologia gráfica à sociedade evolui nesse sentido e com o passar dos tempos surgem os principais conceitos sobre a cartografia. Neste sentido, em 1966 a Associação Cartográfica Internacional (ACI) adotou a definição de cartografia “como o conjunto de estudos e de operações científicas, técnicas e artísticas efetuadas a partir dos resultados de observações diretas ou da exploração de documentos”, tendo em vista a execução de mapas, plantas e outras formas de expressão gráfica, assim como da sua utilização (FURTADO, 2006).



Para Sanchez (1981, apud ARCHELA, et al, 2008 p. 106), a “cartografia é uma ciência entre as ciências e, ao mesmo tempo, é um instrumento das ciências que direta, ou indiretamente, se preocupa com distribuições espaciais”. O autor considera a cartografia como uma ciência perfeitamente definida, com o propósito e métodos próprios quando se trata da representação de parte ou toda superfície terrestre.

Segundo Duarte (1988), a cartografia e a geografia são ciências que jamais se separam, pois existe um íntimo relacionamento entre ambas, de maneira que o geógrafo necessita conhecer os fundamentos da cartografia a fim de elaborar suas interpretações no início do trabalho, buscando levantar as hipóteses, a seguir no desenvolvimento através da correlação de dados, e no final apresentação dos resultados. Assim a geografia depende intensamente dos recursos cartográfico para a representação de suas peculiaridades, conforme Souza et al (2004, p. 136), “seja no âmbito humano quanto no físico”, onde a interpretação dos dados relativos ao espaço depende da análise da representação gráfica.

Cabral e Maciel Filho (1991) comentam que o uso da cartografia, dos mapas, do material proveniente dos registros indiretos, aerofotogramas e imagens de satélite, são elementos que possibilitam a obtenção, o registro e a análise das variáveis do relevo. O uso da cartografia permite uma avaliação integrada nas mais variadas formas de abordagem dos trabalhos de planejamento, que visa a melhor forma de ocupação de áreas.

O primeiro conceito de um mapa geomorfológico foi apresentado por S. Passage (1924) na forma de um “Atlas Morfológico”. Ao mesmo tempo H Gehne (1912), elaborou um mapa geomorfológico dos arredores de Thale. Em 1919, J Smolenski publicou um artigo sobre as necessidades da ciência polonesa no campo da geografia física no qual considerou o estado do relevo o território Polônês e suas origens. Cinco anos mais tarde, H Weber (1924) propôs confeccionar mapas geomorfológicos especiais e aos poucos a construção desses mapas foi evoluindo (KLIMAZEWSKI, 1963).

Historicamente percebe-se que o mapeamento geomorfológico limitava-se a registrar as feições geomorfológicas de uma área de forma descritiva, sem a preocupação de apresentar elementos de importância relevante associados a problemas ambientais. Mas, foi depois da Segunda Guerra Mundial que a confecção dos mapas geomorfológicos de detalhe, nas bases de um mapeamento sistemático

das formas do relevo, começou a se destacar de forma mais presente, apresentando-se como método fundamental para a análise do relevo.

No que diz respeito ao desenvolvimento de sistemas de mapeamento, alguns países da Europa tais como a Holanda, Bélgica, Polônia, França e Suíça se destacaram por realizarem ensaios cartográficos de grande expressão e positividade, conforme Souza (2006). Nesse sentido, a partir dos anos 1960, a ciência cartográfica não é mais a mesma dos tempos onde o Cartógrafo desenhava seus mapas como documentos históricos verdadeiramente importantes à sua época, em forma de arte.

Para Moreira (1969, p. 3) “antigas técnicas de trabalho acabaram por derivar um meio de expressão gráfica, onde os fenômenos geomorfológicos vem adquirindo sentido novo ante a complexidade dos fatos estudados”, de tal modo que a cartografia incorporou-se à Geomorfologia como um dos seus métodos de trabalho.

A revolução técnico-científica trouxe cada vez mais às sociedades, a crescente necessidade de dinamizar o tempo bem como as novas facilidades de armazenamento de informações, propondo soluções cada vez mais rápidas e de forma encantadora aos homens da era digital. A partir de então, o homem começa a entrar gradativamente nos preceitos do então “mundo globalizado”, onde a informação eletrônica passa ser vital para a evolução da humanidade.

Nas últimas décadas, a ciência geomorfológica, tem apresentado novas técnicas metodológicas com uma roupagem atualizada dos parâmetros conceituais e uma base tecnológica apoiada em softwares mais específicos, objetivando a aplicação do conhecimento geomorfológico de forma eficaz no planejamento regional e, aos estudos e manejos ambientais.

A cartografia tradicional em fusão com as técnicas de Geoprocessamento, apoiadas em softwares como os SIG's, comunicando-se, ou melhor, promovendo a interface de dados alfanuméricos com a determinada informação gráfica, resultou na então chamada Cartografia Digital. Souza (2006) enfatiza que a otimização na construção de mapas trouxe consigo novas possibilidades de representação simbólica, permitida pelos softwares de desenhos. Eis que surgem à adequação das convenções cartográficas já existentes, só que agora de forma digital (FERREIRA, 2005) e (SOUZA 2006).

Através das revisões bibliográficas e da confecção dos mapas desse trabalho observou-se a confirmação da grande dificuldade técnica em expressar

universalmente as mesmas coisas, ou seja, a falta de um padrão cartográfico internacionalmente entendido por vários países. Ross (1992, p.25) afirma que a “cartografia geomorfológica ressenete-se da dificuldade de encontrar adequado modelo de representação gráfica, existindo uma diversidade de propostas metodológicas, que valorizam sempre um determinado elemento do relevo”.

Os avanços relacionados à informática vieram facilitar consideravelmente diversas atividades antes desenvolvidas manualmente. Sem dúvida alguma, a “era dos microcomputadores” contribuiu para o avanço das ciências, fato este tão bem justificado com os exemplos citados anteriormente, trazendo uma maior agilidade e padronização na elaboração de mapas. Segundo Ross (1992) ainda nos dias de hoje a cartografia geomorfológica apresenta um vácuo de padronização sobre a simbologia e esquema de representação a nível nacional. Souza (2006) menciona que nenhuma entidade oficial possui publicações de normas de cartografia e representação geomorfológica.

Com a comparação de alguns trabalhos, a conclusão que se tem é que, cada pesquisador acaba seguindo preferencialmente uma determinada linha de sustentação teórico-metodológica que venha condizer mais com a realidade de seu trabalho, ou ainda pela falta de símbolos universais para representação, acabam optando pela generalização dos fatos.

## **1.2 Caracterização Geológica Regional**

A área de estudo está inserida na porção sul da Bacia do Paraná, que é constituída por um pacote de rochas sedimentares e vulcânicas da Formação Serra Geral, depositadas sobre a Plataforma Sul-Americana, durante a Era Paleozóica e Mesozóica. A bacia é parte integrante da Bacia Paraná-Etendeka que evoluiu entre o Cambriano-Ordoviciano, controlada por fatores climáticos e tectônicos relacionados com a ruptura do domínio do supercontinente Gondwana, (PETRI; FULFARO 1983) e (AUGUSTIN 2007).

Atualmente, segundo a Wildner et al (2006) a província Paraná-Etendeka é representada por duas porções isoladas, sendo parte situada na América do Sul e a outra parte na Namíbia. A área ocupada é de aproximadamente 1.700.000 Km<sup>2</sup>. A

maior parte ocupa uma área de 1.200.000 Km<sup>2</sup> na América do Sul, predominantemente no Centro-Sul do Brasil, mas também parte do Uruguai, Paraguai e Argentina, (DUARTE, 2008).

O magmatismo Paraná-Etendeka possui características bimodais, conforme Ewarte et al., (1998), caracterizado pela associação de basalto e basalto andesito com riolitos e riolacitos. Peate et al., (1992) propuseram uma divisão da estratigrafia basáltica da Bacia do Paraná em baixo Ti (TiO<sub>2</sub>, peso %) e alto Ti (Ti O 2 . peso %). Já Wildner et al., (2003) subdividiram o magmatismo Paraná em fácies vulcânico-plutônico máfico e vulcano intermediário-félsico.

A bacia sedimentar do Paraná (Figura 07), no seu topo, ocorre a Formação Botucatu na qual é sobreposta pela Formação Serra Geral. Conforme Milani et al., (1997), a Formação Botucatu é formada por arenitos quartzosos médios a grossos, com estratificação cruzada tangencial de grande porte, típico de depósito de dunas. Já para Schneider et al., (1974), na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, essa formação é representada por arenitos avermelhados, finos a médios, bimodais, friáveis, com grãos foscos bem arredondados.

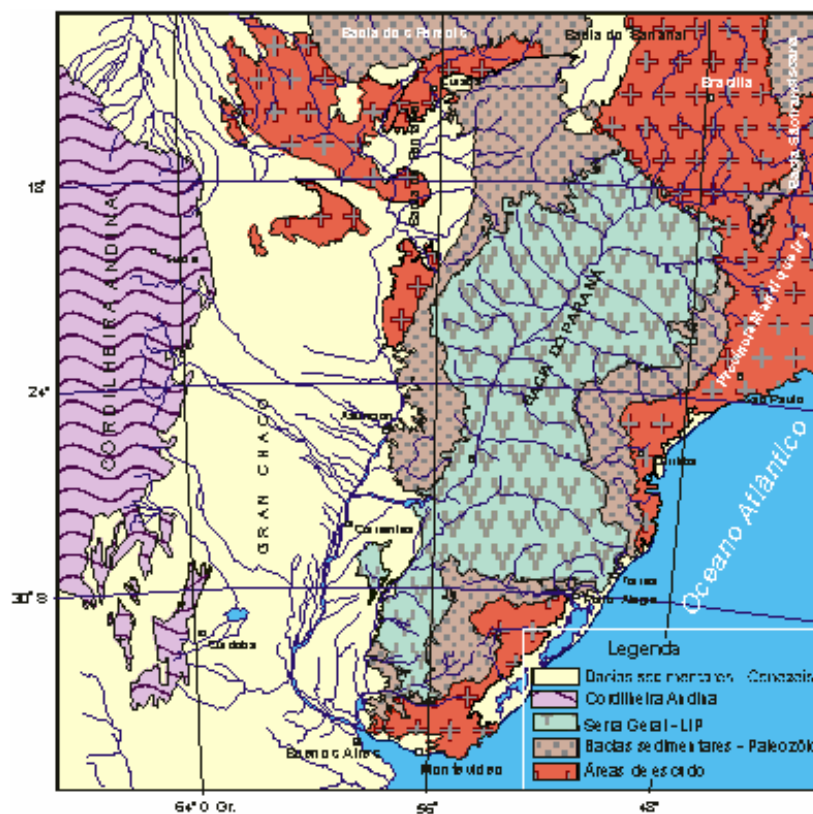


Figura 07. Mapa ilustrativo da Bacia Sedimentar do Paraná e a Formação Serra Geral.  
Fonte: MERCOSUL - Schobbenhaus e Lopes (2001)

Para Scherer et al (2003), as estruturas indicativas da movimentação das lavas sobre dunas foram preservadas junto ao contato destas unidades estratigráficas como exemplificam os estratos de dorso das dunas e as estruturas do tipo marcas em crescente, estrias e moldes de basalto, combinados com a presença de brechas vulcânicas com feições similares a peperitos.

A evolução da Bacia pode ser entendida em quatro grandes episódios segundo Almeida (1986), cada um sendo característico de um ciclo tectono-sedimentar completo. Os dois primeiros ciclos estão relacionados à sedimentação em uma Bacia sinforme subsidente, e os dois últimos correspondendo às fases de soerguimento e extrusão de grande quantidade de lavas toleíticas relacionadas ao intumescimento da crosta ocorrido ao redor de 135 - 120 Ma.

Segundo Horbach et al. e Kaul et al. (1986 apud KAUL 1990), o vulcanismo fissural da Bacia do Paraná representa uma das maiores manifestações de vulcanismo continental do globo. Está representado por espessos e extensos derrames de lavas, bem como por dique e soleiras, com pequenos e eventuais corpos de rochas sedimentares associados. Tal conjunto de litologias constitui a Formação Serra Geral, aqui dividida em duas porções: a Seqüência Básica e a Seqüências Ácida.

A Seqüência Básica da Formação Serra Geral que predomina grandemente em área e volume sobre a ácida, é formada por uma sucessão de rochas vulcânicas com espessura máxima aproximada de 1.700m compreende derrames de basalto, andesito e basalto com vidro, além de brechas vulcânicas e sedimentares, diques e soleiras de diabásio e corpos de arenitos interderrames (IBGE, 1986).

Segundo Kaul (1990) essa seqüência originou-se, fundamentalmente, de um magma básico de filiação toleítica, gerado no Manto Superior. Os arenitos interderrames, sob a forma de camadas descontínuas de arenitos eólicos, mais raramente fluviais, representam a persistência, à época Serra Geral, de condições desérticas semelhantes àquelas que perduravam por ocasião da deposição da Formação Botucatu.

Já Seqüência Ácida da Formação Serra Geral, que corresponde a áreas de relevo menos dissecado e menos arrasado, compreende derrames de dacitos pórfiros, dacitos felsíticos, riolitos felsíticos, riodacitos felsíticos, basaltos pórfiros e fenobasaltos vítreos.

Segundo Teixeira (2000) a Formação Serra Geral é considerada uma das maiores manifestações continentais de basalto (rochas ígneas) do Planeta; com cerca de 800.000 Km<sup>3</sup> de lavas que recobriram cerca de 75% da superfície da Bacia.

Os minerais como as ametistas e as ágatas são os principais extraídos da Formação Serra Geral no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo Gomes (1996), Scopel et al., (1998), Juchem (1999) e Fischer (2004) as ametistas são extraídas comercialmente tanto no norte do estado como no sul; Acauan (2003) e Duarte (2008) relatam à extração na fronteira Brasil-Uruguai; já Heemann, (2005) destaca a extração de ágata no centro do estado, na região do Salto do Jacuí.

### 1.2.1 Caracterização Local

O conhecimento geológico do município de Quaraí é muito restrito, poucos trabalhos foram desenvolvidos com ênfase nesta região. No entanto, sabe-se que as rochas das formações Botucatu e Serra Geral são seccionadas na área por lineamentos regionais e locais, ao longo dos quais se encaixam as drenagens, comuns na Bacia do Paraná (ZALÁN et al, 1990).

Augustin (2007) afirma que a espessura do pacote vulcânico é geralmente inferior a 100m, podendo apresentar variações locais, provavelmente relacionadas com o paleorelevo sobre o qual as lavas se depositaram e ao tectonismo. Com isso, o local em estudo caracteriza-se pela descontinuidade dos afloramentos, o que dificulta a identificação dos contatos entre as unidades estratigráficas e entre os derrames.

A Formação Serra Geral constitui uma sucessão de lavas, ocorrendo na região, acentuadas quebras topográficas que sofrem sensivelmente amenização ao se prolongarem para o extremo oeste do Rio Grande do Sul, onde se registram ocorrências significativamente desta seqüência localizada nas regiões de Uruguiana, Quaraí, Alegrete e Itaqui, constituindo o planalto da campanha (IBGE, 1986).

A Formação Botucatu ocorre desde a fronteira com o Uruguai, na região de Santana do Livramento, constituindo uma faixa de afloramento que se prolonga para norte, exposta na região do Caverá, na BR 290, a oeste de Rosário do Sul e leste de

Quarai. No município de Quarai, litótipos desta unidade afloram na área do Passo do Cati, constituindo uma janela erosiva nos derrames basálticos da Formação Serra Geral, e no Cerro do Jarau, onde formam a borda dessa estrutura criptovulcânica (IBGE, 1986). Predominando as superfícies de aplainamento retocadas desnudadas e superfícies pediplanadas indiferenciadas.

### **1.3 Gemas: Ocorrência no Brasil e no Rio Grande do Sul**

Segundo Schumann (2006) gemas são cristais naturais ou sintéticos, às vezes com aspecto áspero ou irregular, transformados pelo ser humano em objetos lapidados e atrativos. Há 10.000 anos desperta o interesse dos homens pela sua beleza, sendo empregadas em jóias desde tempos antigos e até como investimento em tempos modernos.

Hoje o conhecimento sobre gemas em Geociências está ligado à Mineralogia e Petrografia. Estas áreas estudam as características, o crescimento e as propriedades de minerais e a formação das rochas e do ambiente geológico onde se origina a maioria destas.

As gemas naturais são formadas em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, ocorrendo tanto em depósitos primários (nas próprias rochas) como em depósitos secundários, no fundo de rios em sedimentos ali depositados. Segundo Schumann (2006), existem cerca de 130 espécies minerais que são conhecidas como gemas, entre as de maior destaque a ametista, ágata, opala, cristal de rocha, âmbar, granada, jade, jaspe, coral, lápis-lazúli, pérola, topázio, serpentina, esmeralda e a turquesa.

A distribuição geográfica das ocorrências de gemas no Brasil, aliada a imensa extensão territorial, permite caracterizar o país como uma grande província gemológica. Limaverde (1980) dividiu esta província em quatro sub-províncias: Sub-província Nordeste, Sub-província Central, Sub-província Sul, Sub-província Leste.

O município de Quaraí enquadra-se na Sub-província Sul que é subdividida nas porções meridional, que abrange áreas dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde predominam jazidas e ocorrências de ametistas, citrinos e

ágatas ligadas a basaltos; e setentrional que ocupa parte do Mato Grosso do Sul (ametista), Paraná (diamante) e São Paulo (minerais de pegmatitos).

No Brasil, segundo Branco (2006), produzimos água-marinha, esmeralda, diamante, variedades de quartzo (cristal-de-rocha, ametista, citrino, quartzo rosa, enfumaçado, rutilado, ágata), turmalinas, opala, olho-de-gato, topázio, euclásio, espodumênio, amazonita, sodalita e granadas. Conforme o Anuário de Comércio Exterior (2006), em 2005, o Brasil foi o primeiro país no ranking mundial de tipos e quantidade de gemas, com destaque para turmalina, topázio e quartzo (ágata, ametista e citrino) e, ocupou o segundo lugar entre os países exportadores de esmeralda.

Segundo a Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimentos - APEX/IBGM (2008), a carga tributária atual permanece em 53% sobre o valor da venda, na atual comercialização de jóias e de aproximadamente 25% nas vendas de gemas brutas ou lapidadas em todo território nacional. Já, a carga tributária aplicada a estas jóias brasileiras exportadas varia entre 7 e 10%.

A produção de gemas no Brasil tem forte dispersão geográfica, Barreto e Bittar (2008), concentrando-se, principalmente, nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, Rio Grande do Sul e Bahia. Esses cinco estados respondem por 97% da produção oficial destas (DNPM, 2006). O IBGM (2005) estima que aproximadamente 80% da produção nacional foi exportada em 2004.

O Brasil é destaque mundialmente em potencialidades minerais, que segundo Pagnossim (2007), é comparável com os Estados Unidos, Rússia, Canadá, Austrália, China e África do Sul. Já o Rio Grande do Sul apresenta uma variada configuração geológica, apresentando rochas que registram boa parte da história do planeta, com idades que vão de cerca de 2 bilhões a 500 milhões de anos.

A zona do escudo Sul-Rio-grandense possui a maior presença de ocorrências de minerais com importância econômica; na Depressão Periférica do Rio Grande do Sul, estão depositadas as rochas sedimentares do Carbonífero e Triássico (300-200 milhões de anos). Nestas Eras se constituíram os grandes depósitos carboníferos gaúchos; no planalto basáltico, resultado de derrames fissurais de lava ocorridas no Cretáceo, devido à especificidade geológica existente, como a Bacia Sedimentar do Paraná e a Formação Serra Geral. Com isso, formaram essas que concentram as ocorrências de gemas principalmente a ágata e a ametista encontradas na área denominada geograficamente de Alto Uruguai onde a mineração é a principal



atividade econômica de vários municípios riograndenses (EBERT e PENTEADO, 1995).

Além dessas gemas, Juchem e Brum (1998) destacam o quartzo (variedade cristal de rocha, quartzo leitoso, quartzo citrino e quartzo rosa), calcita, apofilita, zeolitas, gipsita (variedade selenita), calcedônia, ônix e raramente barita, jaspe e opala.

### 1.3.1 Ametista

Conforme Schumann (2006, p. 118) a “ametista é uma variedade de quartzo de cor violeta, constitui-se de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), com fratura concóide, quebradiça, sistema hexagonal”. As jazidas mais importantes encontram-se no Brasil (RS e PA) e Uruguai (em Artigas), sendo que entre os estados brasileiros produtores deste mineral, Abreu (1973) destaca Goiás, Ceará (Chapada do Araripe), na Bahia (municípios de Macarani, Itambé, Vitória da Conquista, Caculé, Caetitê e Encruzilhada), em Minas Gerais (municípios de Salinas, Araçuaí, Pedra azul, Medina, Minas Novas, Teófilo Otoni, Capelinha, Governador Valadares, Conselheiro Pena, Itacarambi, Ouro Preto, Santa Maria do Suaçuí, Peçanha, Ferros, Jequitinhonha e Sabinópolis), no Pará (Serra dos Carajás e Pau D’Arco) e também o Paraná, Piauí, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A ametista é a mais importante das gemas produzidas no Rio Grande do Sul. Ela é encontrada em muitos locais da metade norte do Estado, geralmente associada à ágata (BRANCO e GIL, 2002). Sua maior concentração está no Médio Alto Uruguai, próximo à divisa com Santa Catarina, nos municípios de Ametista do Sul, Planalto, Iraí, Frederico Westphalen, Rodeio Bonito, Cristal do Sul, Gramado dos Loureiros e Trindade do Sul. Há ali uma área com cerca de 22 km de diâmetro, com dezenas de frentes de trabalho, onde a gema é extraída através de lavra subterrânea.

Os mesmos autores ainda colocam que também há ocorrência de ametista em Alpestre, Aratiba, Boqueirão do Leão, Capitão, Coqueiro Baixo, Caxias do Sul, Encantado, Erechim, Fontoura Xavier, Lajeado, Nonoai, Quaraí, Santana do Livramento, Soledade, Nova Bréscia, Santa Clara do Sul, Vicente Dutra, Mato

Castelhana, Gramado, Santiago, Unistalda, Itacurubi, São Francisco de Assis e São Martinho da Serra.

### 1.3.2 Ágata

Segundo Schumann (2006) a ágata é formada por óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), possuindo cores variáveis em faixas ou camadas, possui fratura concóide e sistema cristalino trigonal e agregados microcristalinos. É uma variedade criptocristalina de quartzo que ocorre com hábito fibroso, coloração branca, cinza, cinza-azulada, vermelha, preta, laranja e marrom. Apresentam bandas que podem ser de cores distintas ou de tom uniforme, podendo ser tingidas artificialmente, pois possui alta porosidade, resistência ao calor e a ataques ácidos. Estas são encontradas em geodos em rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, isoladas ou junto com a ametista, calcedônia e cornalina. Os geodos mineralizados de ágata são predominantemente arredondados e ovóides apresentam tamanho médio entre 20 e 50 cm de diâmetro e alguns até de 1m.

Dentre os principais países produtores de ágata, o Brasil se destaca na exploração e exportação deste bem mineral. Podemos destacar os estados de Roraima, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, o maior produtor.

No Rio Grande do Sul, a ágata é mais abundante do que a ametista e o cristal-de-rocha. É produzida principalmente na região central do Estado, sendo o Salto do Jacuí o maior produtor (80-90% da produção total), em garimpos situados ao longo dos rios Jacuí e Ivaí. Segundo dados do SEBRAE (2000), o Rio Grande do Sul é responsável por aproximadamente 25% do total das exportações brasileiras desse mineral.

Juchem e Brum (1998) e Branco (2006) destacam que outros municípios que a produzem são Quaraí, Santana do Livramento, Soledade, Fontoura Xavier, Progresso, Frederico Westphalen, Rodeio Bonito, Cristal do Sul, Iraí, Ametista do Sul, Planalto e David Canabarro. Já Agostini et al (1998) citam produção também em Campos Borges, Fortaleza dos Valos, Segredo e Sobradinho. Heemann (2004) propõem a ocorrência em Alegrete, Camaquã, Dom Pedrito, Passo Fundo, Santa

Maria, São Borja, São Gabriel, Soledade, Caxias do Sul e Uruguaiana. Ainda existem lavras abandonada em Itaqui, Maçambará, Júlio de Castilhos, Santo Antônio das Missões, São Francisco de Assis, Itacurubi, Santiago, Unistalda, Lagoão, Boqueirão do Leão, Travesseiro, Santa Clara do Sul, Capitão, Vicente Dutra, Caxias do Sul e Mato Castelhano.

## 2 METODOLOGIA

Ao desenvolver uma pesquisa, é necessário ter confiança e clareza na metodologia que irá utilizar. Nos estudos geomorfológicos, o fato torna-se ainda mais delicado. Para representar uma determinada compartimentação geomorfológica, levando em conta todos os elementos estruturadores da paisagem, seus condicionantes, os processos erosivos, o uso e ocupação do solo, e as áreas de degradação, tendo como objetivo final a elaboração de um mapa geomorfológico com esses indicadores, faz-se necessário uma metodologia que supra todos estes aspectos apresentados de forma sistematizada.

Como base teórico-metodológica foram utilizados os estudos propostos por Penck, no qual o autor define as forças que geram as formas de relevo, que são responsáveis pelos processos endógenos e exógenos. Desta forma as forças endógenas (ativas e passivas) são aquelas que comandam a evolução das formas de relevo através do condicionamento estrutural. As formas ativas correspondem às comandadas pela energia do interior da Terra e se manifesta pela dinâmica da litosfera através da tectônica de placas; a forma passiva é a que oferece resistência ao desgaste erosivo e é representado pelos diferentes tipos de rochas e pelos diferentes modos como estão arranjas estruturalmente na superfície terrestre.

Já os processos exógenos são movidos pelo calor solar, que atua na superfície da crosta terrestre. Estes estão ligados à dinâmica externa, às características climáticas que no presente e ao longo do passado geológico, através da ação química e mecânica da água, do vento e de variações térmicas, tornando-se responsáveis pela esculturação das mais variadas feições do relevo.

De acordo com Ross (1996), essas classificações levam a formulação dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura de Guerasimov e Mescherikov (1968). Nessa perspectiva, a Morfoestrutura é definida pelo relevo que é mantido por uma determinada estrutura geológica e apresenta como características esculturais, as Morfoesculturas, que nada mais são do que o produto da ação climática pretérita e atual.

A proposta taxonômica de representação cartográfica do relevo sugerida por Ross (1992), poderia ser adaptada de acordo com a representação dos fatos geomórficos, variando de escalas pequenas, médias e grandes, sem que perdesse

sua originalidade e funcionalidade para os mapeamentos. Essa proposta baseia-se principalmente na classificação do relevo em diferentes níveis taxonômicos, como ilustra a Figura 08.

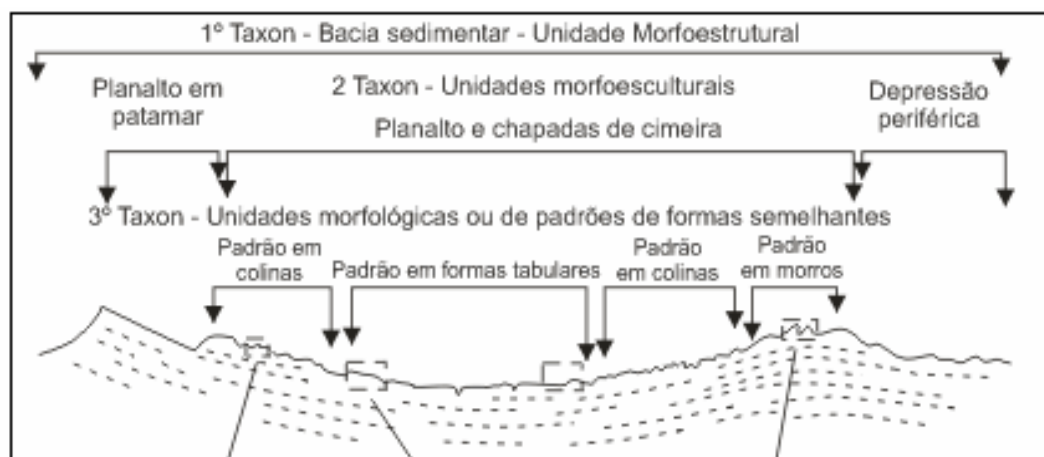


Figura 08 – Representação esquemática das Unidades Taxonômicas.  
Fonte: Ross,1992

Além de ser mais atual, essa proposta é considerada a mais apropriada para a representação dos fatos geomórficos de diversas escalas e a que valoriza também o uso de geotecnologias como uma ferramenta de apoio na identificação de padrões e formas de relevo.

O primeiro taxon corresponde às unidades morfoestruturais, organizando a causa dos fatos geomorfológicos derivados de aspectos amplos da geologia como os estruturais, sendo identificado a partir de produtos orbitais (imagens de satélites, SRTMs/radar), complementado com trabalhos de campo e de cartas geológicas. O segundo taxon trata das Unidades Morfoesculturais, representando os compartimentos e subcompartimentos do relevo (ou regiões de maneira análoga as *Regiões Geomorfológicas* posposta pela metodologia de mapeamento geomorfológico do IBGE 1986) pertencentes a uma determinada morfoestrutura. É identificado também com auxílio de produtos orbitais e controlado por meio da investigação de campo. O terceiro taxon está relacionado com as Unidades Morfológicas ou padrões de formas semelhantes contidos nas unidades morfoesculturais, correspondendo às manchas de menor extensão territorial, definidas por um conjunto de formas de relevos, que guardam em si elevado grau de

semelhança de tamanho e aspecto fisionômico com diferentes intensidades de dissecação ou rugosidade topográfica, por influência de canais de drenagem temporários e perenes. Estas unidades morfológicas podem ser segundo sua natureza genética, de dois tipos: Formas de Denudação e/ou Agradação

## 2.1 Procedimentos Operacionais

O limite do município e dos distritos de Quaraí foi definido a partir do Banco Atlas do Brasil disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais na sua *home page* e pela carta topográfica escala 1:100000 elaborada pela Prefeitura Municipal.

A base cartográfica foram as cartas topográficas em escala 1:50000 da Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) de Arroio Pai-Passo (SH21-Z-A-III-1), Baltazar Brum (SH21-Z-A-II-1), Barra do Sarandi e Passo do Ricardinho (SH21-Z-A-V-1/2), Cerro das Cacimbas (SH21-Z-A-II-4), Cerro do Chapéu (SH21-Z-A-III-3), Garupa (SH21-Z-A-I-2), Guaçu-Boi (SH21-X-C-V-4), Paraíso (SH21-Z-A-III-4), Quaraí (SH21-Z-A-II-3), Quaraí-Mirim (SH21-Z-A-I-4), Santa Eugênia (SH21-Z-A-III-2), Severino Ribeiro (SH21-Z-A-II-2), os modelos digitais de elevação do *Shuttle Radar Topography Mission - SRTM* e as imagens do *SRTM* (Apêndice A) e as imagens do sensor *CCD* do satélite *CBERS-2B* de 2008

A partir das cartas topográficas foi executada a vetorização das curvas de nível, pontos cotados e rede de drenagem que constituíram o mapa base (Apêndice B) para os mapas de rede de drenagem, hipsometria e declividades.

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir da geração de uma grade retangular utilizando amostras (curvas de nível e pontos cotados) que permitiram construir o Modelo Numérico de Terreno (MNT). Posteriormente foram definidas as classes de altitudes com base nas características do relevo. (Tabela 01)

**Tabela 01 – Medida das classes de altitudes**

<b>Classes</b>	<b>Área (km)</b>	<b>Área (%)</b>
80 – 120	660.4	20.3
120 – 160	1007.2	31
160 – 200	956.8	29.4
200 – 240	534.8	16.5
240 – 280	87.5	2.7
280 – 320	4.2	0.1
<b>Total</b>	<b>3250.9</b>	<b>100</b>

Org: Denise Peralta Lemes

Para a elaboração do mapa de declividades foi gerada uma grade triangular (TIN) a partir das amostras (curvas de nível e pontos cotados) da qual se obteve a grade de declividade. A partir disso, definiram-se as classes de declividade conforme a proposta apresentada por De Biase (1970). As classes foram: 0 a 5%, 5 a 8%, 8 a 15%, 15 a 25% e superior a 25%. (Tabela 02)

**Tabela 02 – Medida das classes de declividades**

<b>Classes</b>	<b>Área (km)</b>	<b>Área (%)</b>
0 – 5	2372.2	73.1
5 – 8	417.1	12.8
8 – 15	339.4	10.5
15 – 25	90.9	2.8
> 25	27.7	0.8
<b>Total</b>	<b>3247.3</b>	<b>100</b>

Fonte: De Biase (1970)

Org: Denise Peralta Lemes

O Modelo Digital de Elevação (MDE) e perfis topográficos foram elaborados com base no *SRTM* com resolução espacial de 90 metros utilizando-se o aplicativo *Global Mapper version 9.03 Tria.l*.

Já o mapa geomorfológico foi elaborado a partir do mapa hipsométrico, mapa de declividades e os Modelos Digitais de Elevação (MDE) do *SRTM*. A compartimentação do relevo foi definida a partir da integração e compilação dos mapas temáticos. (Tabela 03)

**Tabela 03 – Medida das classes de relevo**






<b>Classes</b>	<b>Área (km)</b>	<b>Área (%)</b>
Morros (Cerros)	47.3	1.5
Coxilhas altas	1253.2	38.6
Coxilhas baixas	1719.6	53
Planícies aluviais	222.4	6.9
<b>Total</b>	<b>3242.5</b>	<b>100</b>

Fonte: Ross (1992)

Org: Denise Peralta Lemes

Para interpretação dos fatos geomorfológicos, foi utilizada a metodologia taxonômica do relevo proposta por Ross (1992) que, trabalhando com os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, estabeleceu uma organização sistemática para interpretação e representação cartográfica do relevo em 3 táxons de hierarquia.

O mapa de uso do solo foi elaborado a partir da classificação digital supervisionada da imagem do sensor CCD do CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) com resolução espacial de 20 metros de 09/01/2008 (Tabela 04). Foram individualizadas as seguintes classes:

-  Campo: áreas com cobertura vegetal natural de campo com pecuária;
-  Lavouras: áreas utilizadas para plantio;
-  Água: áreas que correspondem aos canais fluviais e barragens.
-  Solo exposto: áreas sem presença ou com reduzida cobertura vegetal;
-  Florestas: áreas com grande densidade de cobertura vegetal arbórea;



**Tabela 04 – Medida das classes de uso do solo**

<b>Classes</b>	<b>Área (km)</b>	<b>Área (%)</b>
Campo	2650.6	81.7
Lavoura	170	5.3
Água	38.2	1.2
Solo exposto	123.8	3.8
Florestas	260.5	8
<b>Total</b>	<b>3243.1</b>	<b>100</b>

Fonte: imagem do sensor CCD do CBERS-2B (2008).  
Org: Denise Peralta Lemes

O mapa com os pontos de ocorrência de ametista e ágata foi elaborado a partir de dados fornecidos por Branco e Gil, 2002 (Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul). (Quadro 01). Os autores utilizaram as seguintes definições quanto à ocorrência mineral:

- ✚ Ocorrência – concentração mineral com avaliação preliminar e com alguns parâmetros geológicos conhecidos (mineralogia, encaixante, morfologia ou extensão, por exemplo).
- ✚ Mina – jazida com lavra mecanizada, mesmo que intermitente, paralisada ou abandonada.
- ✚ Garimpo – concentração mineral em que a lavra - ativa, paralisada, intermitente ou abandonada - é feita por processo rudimentar e de forma individual, ou mecanizado e em regime de cooperativa.

<b>Pontos</b>	<b>Mineral</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Município</b>	<b>Localidade</b>	<b>Status</b>
<b>PM 01</b>	Ágata e ametista	30°23'21"	56°28'44"	Quaraí	Cabanha Branca	Garimpo a céu aberto intermitente
<b>PM 03</b>	Ágata	30°23'03"	56°25'27"	Quaraí	Junto ao campo de pouso	Ocorrência
<b>PM 04</b>	Ágata	30°20'24"	56°20'32"	Quaraí	Aeroporto	Ocorrência
<b>PM 06</b>	Ágata	30°17'51"	55°58'15"	Quaraí	Passo da Guarda	Ocorrência
<b>PM 07</b>	Ágata e ametista	30°18'58"	55°56'17"	Quaraí	Arroio Pai Passo	Ocorrência
<b>PM 08</b>	Ágata	30°19'06"	55°55'35"	Quaraí	Passo do Pai Passo	Ocorrência
<b>PM 09</b>	Ágata	30°19'23"	55°55'07"	Quaraí	Passo do Pai Passo	Ocorrência
<b>PM 10</b>	Ágata	30°09'36"	55°58'16"	Quaraí	Arroio Nicolau	Ocorrência
<b>PM 11</b>	Ametista	30°09'33"	55°55'16"	Quaraí	Arroio do Nicolau	Ocorrência

<b>PM 12</b>	Ágata	30°15'25"	56°30'18"	Quaraí	Arroio Mancarrão	Ocorrência
<b>PM 14</b>	Ágata	30°14'10"	56°31'45"	Quaraí	Sul do Cerro do Jarau	Ocorrência
<b>PM 15</b>	Ágata e ametista	30°21'47"	56°27'15"	Quaraí	Quaraí, saída / Uruguiana	Garimpo a céu aberto abandonado
<b>PM 16</b>	Ágata	30°19'23"	56°22'59"	Quaraí	Estrada para Alegrete	Ocorrência
<b>PM 17</b>	Ágata	30°14'31"	56°18'00"	Quaraí	Cabeceira Arroio Quaraí-Mirim	Ocorrência
<b>PM 18</b>	Ágata e ametista	30°23'23"	56°17'20"	Quaraí	Sanga do Salso	Garimpo a céu aberto abandonado
<b>PM 19</b>	Ametista	30°23'17"	56°17'02"	Quaraí	Fazenda Cantarelli	Mina a céu aberto abandonado
<b>PM 20</b>	Ametista	30°23'50"	56°16'05"	Quaraí	Fazenda Cantarelli	Mina a céu aberto em atividade
<b>PM 34</b>	Ágata	30°21'46"	55°57'21"	Quaraí	Estância Querência	Ocorrência
<b>PM 35</b>	Ágata	30°22'35"	55°56'01"	Quaraí	Arroio Pai Passo	Ocorrência
<b>PM 36</b>	Ágata	30°20'07"	55°58'00"	Quaraí	Arroio Pai Passo	Ocorrência
<b>PM 37</b>	Ágata	30°21'28"	55°58'39"	Quaraí	Arroio Pai Passo	Ocorrência
<b>PM 38</b>	Ágata	30°24'04"	56°02'30"	Quaraí	Cabeceira do Arroio Cati	Ocorrência
<b>PM 39</b>	Ágata	30°25'52"	56°00'30"	Quaraí	Arroio Cati	Ocorrência

**Quadro 01 – Pontos de ocorrência mineral no município de Quaraí-RS.**

Fonte: Branco e Gil, 2002  
Org. Denise Peralta Lemes

No *Software* SPRING 4.2 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), um SIG desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) foram executados os procedimentos de georreferenciamento das cartas topográficas, locação de coordenadas, classificação das imagens, geração de modelos numéricos de terreno (MNT) e elaboração de mapas temáticos.

## 2.2 Saídas de Campo

Além das atividades de laboratório, foram realizadas saídas de campo, nas quais utilizaram-se “fichas” específicas (Apêndice C), com o objetivo de registrar e arquivar os dados coletados, para melhorar no auxílio das interpretações

geomorfológicas. O restante das informações foi realizado por meio de revisões bibliográficas.

Foram utilizados neste processo, vários instrumentos e documentos cartográficos tais como: cartas topográficas, cartas hipsométricas, imagens, mapas temáticos, DGPS, altímetro, máquina fotográfica, ferramentas para coleta de amostras de rocha e solo, entre outros. É válido destacar que o auxílio das cartas topográficas foi muito importante, pois muitas vezes quando as imagens não estavam bem definidas tínhamos as cartas auxiliavam o que sem dúvida foi um ótimo ponto de apoio para as definições.

O trabalho de campo também foi fundamental nessa pesquisa, as observações objetivaram, principalmente, identificar as unidades geomorfológicas, na busca de estabelecer as conexões entre a práxis e a teoria constatada nas revisões bibliográficas.

### **3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

#### **3.1 Descrição do mapeamento geomorfológico do município de Quaraí-RS: os principais elementos estruturais do relevo.**

Segundo Ruellan (1959), a geomorfologia é um estudo explicativo das formas e evolução do relevo terrestre. Com a idéia de explicação das formas, devemos ir além da formação atual e buscar explicações na evolução através dos tempos. Assim, nos atuais estudos geográficos devemos compreender todas as abordagens, as causas, os efeitos, as relações de todos os fenômenos que acontecem na superfície de nosso planeta.

O relevo terrestre é o palco onde acontecem todos os fenômenos da vida dos seres humanos, é um ramo da geografia física, que tem na geomorfologia umas das principais faces dessa ciência. Palavras mencionadas por Ruellan (1959, p. 515) reforçam a idéia do “conhecimento da natureza das rochas, na estrutura do solo, no estudo dos acidentes tectônicos, consagrando a geomorfologia, sobretudo ao estudo da erosão elementar, fluvial, cárstica, glacial, eólica e marinha”. Segundo o mesmo autor, esses são os fatores, essencialmente responsáveis pela formação atual do relevo.

As relações geológicas-geomorfológicas são intensas, pois a geologia informa a qualidade e disposição do material onde são modeladas as formas. A análise da formação das rochas, os processos, a degradação e a decomposição dos elementos naturais são temas desenvolvidos pelas duas ciências. Toda dinâmica geológica, em especial a tectônica que estuda a disposição das camadas do subsolo e a influência direta ou indiretamente dos movimentos do solo produzem as formas atuais do relevo.

Nos estudos geomorfológicos o elemento solo também é muito importante, pois a pedologia resulta das ações geológicas, físicas, climáticas e biológicas. As atividades humanas estão também ligadas à ciência dos solos.

Além dos fatores geológicos, não podemos deixar de lado os fatores climáticos, que são muito importantes nesses estudos. Os agentes externos que modelam o relevo também devem-se levar em conta, juntamente com os

condicionantes climáticos, apoiados na aplicação geográfica das leis da atmosfera e da hidrologia.

Com base nessa seqüência de informações, tem-se as atividades humanas que também são ligadas à inter-relação destas ciências. O ser humano, direta ou indiretamente é um dos principais agentes modificadores do relevo em suas diversas atividades; seja nas atividades agropecuárias, na destruição das florestas, na construção de estradas, na construção de açudes, enfim, em todos os processos realizados por ele. Todas as atividades realizadas pelo homem causam algum tipo de impacto ao meio ambiente, sejam elas positivas ou negativas. Sendo assim, torna-se necessário o estudo desses condicionadores, pois são eles que criam e recriam as diferentes formas do relevo.

### 3.1.1 Clima

Segundo Moreno (1961) o clima do município de Quaraí é do tipo Cfa da classificação de Köppen, caracterizado por um clima subtropical úmido, sem estiagem, onde a temperatura média do mês mais quente ultrapassa 22°C.

Segundo a MRS (2002, p. 21), o município “apresenta um substrato rochoso em geral muito próximo à superfície, com grandes áreas de solos rasos e pedregosos, e ampla predominância de pastagens, com escassa cobertura florestal, e a forte incidência solar leva a um rápido aquecimento da superfície”. Porém, ocorre um rápido resfriamento em razão da perda de calor por radiação, favorecida pela tênue cobertura vegetal, assim, ocorrem grandes amplitudes diárias e anuais de temperaturas, esse desgaste climático afeta diretamente as feições do relevo.

Para compreender o clima do município, é necessário considerar além dos fatores locais estáticos, os mecanismos atmosféricos de maior abrangência de amplitude. Assim, as precipitações pluviométricas são causadas, em quase sua totalidade, aos sistemas frontais que atingem a área, quando o deslocamento de massas de ar com temperaturas diferentes, provoca instabilidade convectivas e, por conseqüência, a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas.

Segundo dados fornecidos pela MRS (2002), dos seis sistemas frontais que em média penetram a cada mês no Continente Sul Americano, quatro a cinco deles

atingem o município. As mais comuns ocorrem ao longo de todo ano, provocando chuvas variadas, dependendo do gradiente térmico de cada local.

No município de Quaraí, as chuvas médias anuais são superiores a 1300 mm e inferiores a 1500 mm; chove aproximadamente de 69 a 94 dias por ano; e cerca de 23% das chuvas ocorrem no inverno, sendo o outono a estação mais chuvosa, (Diagnóstico Urbano e Ambiental de Quaraí, 2008). Assim, na época de chuvas intensas, o escoamento superficial é muito intenso, atuando sob o solo desprotegido. Já na estação seca, o processo é o inverso, onde as ações morfogenéticas estão menos intensas, ocasionando topografias mais suavizadas.

Segundo Assunção (2002), o planejamento dos recursos climáticos é muito importante, pois envolvem o uso racional dos efeitos benéficos do tempo e do clima minimizando os seus efeitos adversos. O autor refere-se aos efeitos dos fenômenos meteorológicos que fogem ao padrão habitual ou ritmo climático, causando transtornos tanto para as áreas agricultáveis e pastoris, como também à população. Com isso, podemos dizer que o fator clima tem um papel muito importante na definição da paisagem, sendo um dos grandes modeladores do relevo.

### 3.1.2 Análise das litologias

Através de bibliografias consultadas, e saídas de campo, concluiu-se que o município de Quaraí, apresenta duas áreas geológicas distintas (Figura 11), compreendendo uma ampla ocorrência de derrames de rochas ígneas vulcânicas, e exposições restritas de rochas sedimentares. Segundo a MSR (2002), este conjunto de litologias e depósitos sedimentares foram gerados em um amplo intervalo de tempo geológico, estendendo-se do Mesozóico até o Cenozóico, mais especialmente, do Triássico-Jurássico até os dias atuais.

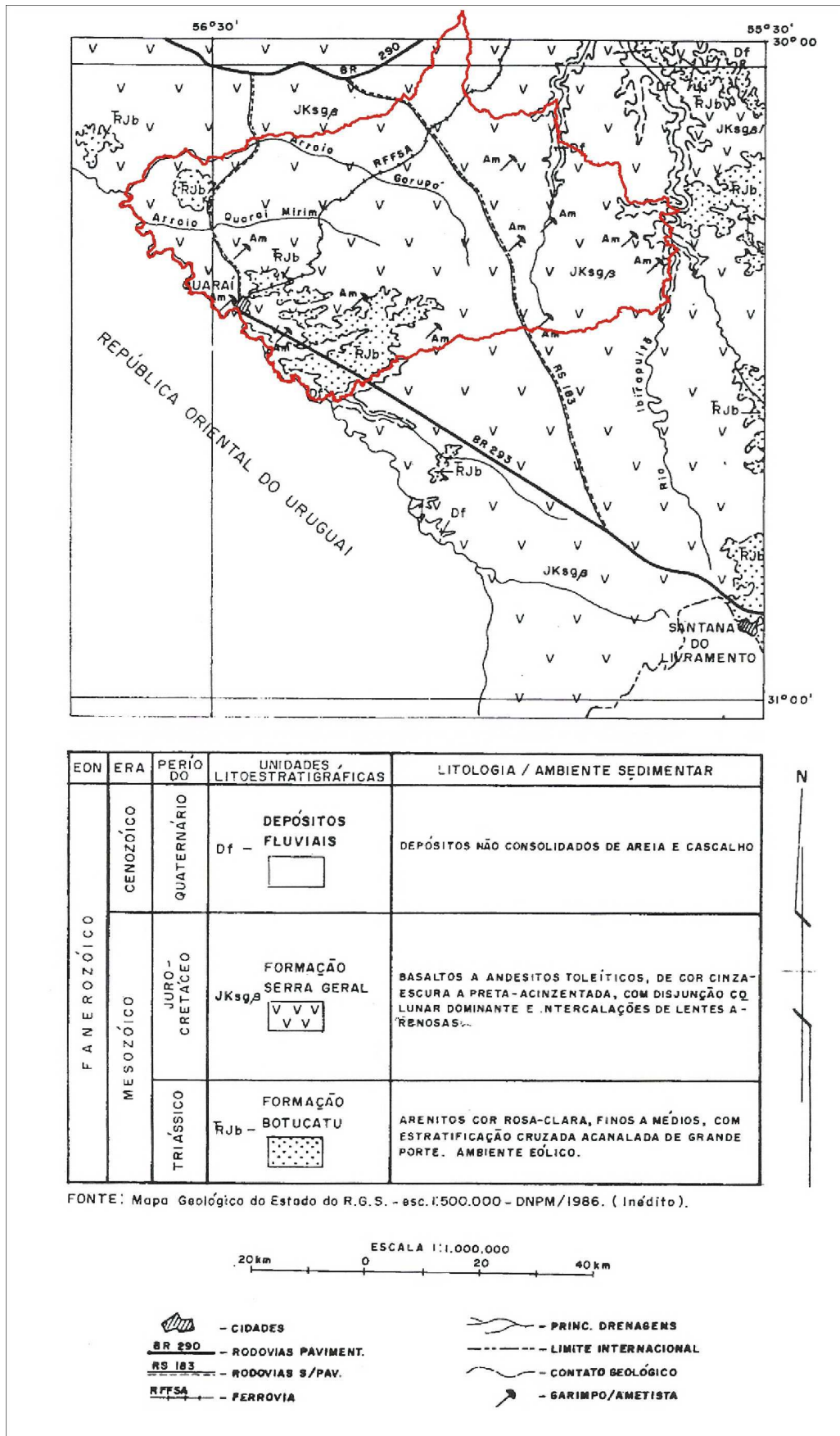


Figura 09. Mapa ilustrativo das unidades litoestratigráficas na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

Fonte: Szubert et al. (1978 apud SCHMITT; CAMATTI, BARCELLOS, 1991).

As unidades identificadas no município são caracterizadas por rochas vulcânicas básicas e arenitos quartzosos, enquadradas na Bacia Sedimentar do Paraná, ocorrendo uma ampla distribuição das denominadas Formação Serra Geral e da Formação Botucatu, as duas pertencentes ao Grupo São Bento, IBGE (1986).

A unidade mais antiga é a Formação Botucatu, compreendendo uma associação de arenitos quartzosos, sendo identificados dois grupos distintos, com uma porção inferior de arenitos fluviais e uma porção superior dominante caracterizada por arenitos gerados em ambiente eólico.

O arenito da Formação Botucatu (Figura 10), é de cor avermelhada, com granulação fina e média. Os grãos mostram formas arredondadas e sua mineralogia é composta essencialmente por grãos de quartzo e muito pouco feldspato.



Figura 10 - Arenito da Formação Botucatu, 2008.  
Local: Margens da BR 293.  
Foto: Denise Peralta Lemes

As principais ocorrências da Formação Botucatu no município estão na localidade do Cerro do Jarau, a noroeste, passando por exposições situadas a norte e sudeste do mesmo, respectivamente na Sanga da Divisa e na foz dos arroios Areal e Cati. As áreas afloradas desta unidade estão condicionadas por vales tectônicos com posição alongada para nordeste, marcando desta maneira o soerguimento e a erosão da seqüência de rochas vulcânicas situadas acima dos arenitos. Segundo Fúlfaro e Barcellos (1993) a espessura da Formação Botucatu apresenta valores médios de 90 metros, ressaltando que os valores coletados desta formação, na área da Bacia do Paraná foram de 50 a 150 metros. As referências bibliográficas também



indicam uma variação muito significativa da espessura deste pacote arenoso em um curto espaço geográfico, o que seria indicativo da atuação de processos de falhamentos, gerando mosaicos de retalhos com níveis de erosão e exposição distintos.

Na localidade do Cerro do Jarau (Figura 11 e 12), o afloramento dos arenitos aparecem associado à existência de importantes falhas de natureza frágil nesta área. O marcante relevo de cristas alongadas segundo a direção NW-SE, vem sendo sustentado por uma zona de cataclase, onde os arenitos encontram-se fraturados e quebrados com um preenchimento marcado por uma intensa venulação de quartzo.



Figura 11 - Imagem de satélite mostrando o Cerro do Jarau município de Quaraí-RS.  
Fonte: Google Earth, 2008.



Figura 12 - Cerro do Jarau município de Quaraí-RS, 2007  
Foto: Denise Peralta Lemes

As condições deposicionais dos arenitos da Formação Botucatu, envolveram em alguns locais, uma relação de contemporaneidade com a deposição das lavas da

Formação Serra Geral. Veiga (1973) descreve que a deposição da porção superior do pacote arenoso ocorreu de modo simultâneo com a extensão dos primeiros derrames basálticos. Mostrou ainda, este autor, que os arenitos intertrápicos ligavam-se lateralmente com as rochas da Formação Botucatu. A ocorrência de arenitos intertrápicos com as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral indica um contato interdigitado entre estas duas formações.

As lavas básicas da Formação Serra Geral, representam o grupo litológico dominante, apresentando exposições significativas em quase todo município. Os afloramentos de rochas basálticas são freqüentes, ocorrendo extensos lajeados (Figura 13) em drenagens, em áreas de campo e também nos cortes da BR 293 e em estradas vicinais. As melhores exposições dessa formação estão ao norte do município. Algumas pedreiras podem ser encontradas próximas da RS 377 (Figura 14).



Figura 13 - Afloramentos de lajeados em drenagens, 2005.  
Local: RS 60, Arroio Lajeado.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Em vários locais, não há desenvolvimento de solo, ocorrendo freqüentemente, a formação de depósitos de cascalho gerados pela desintegração física dos basaltos ao longo de fraturas primárias, vinculadas ao próprio resfriamento da lava em condições superficiais. Estas fraturas mostram uma disposição subhorizontal nas porções de topo e base dos derrames vulcânicos e uma disposição vertical na porção central.



Figura 14 - Afloramentos de rochas basálticas, 2005.  
Local: Pedreira localizada próximo ao Arroio Mancarrão, RS 377.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Este padrão de fraturamento intersecciona a rocha delimitando pequenos blocos rochosos que são separados por ação dos processos erosivos, MRS (2002). Estes blocos acumulam-se gerando depósitos de cascalhos, que comumente tem forma de lajota ou lascas irregulares. Um dos depósitos é encontrado a nordeste do município, na região do Cerro do Marco na RS 183, ao longo das nascentes do Arroio Garupa e da Sanga da Mangueira. Mais próximos da cidade ocorrem excelentes depósitos nas nascentes do Arroio Mancarrão. Perto do Cerro do Jarau, nas proximidades da foz das sangas do Mata-Olho e Tunas também ocorre uma região constituída por fragmentos de basalto na forma irregular (Figura 15).



Figura 15 – Basaltos em forma de fragmentos irregulares, 2007.  
Local: Próximo a foz da sanga do Mata-Olho.  
Foto: Denise Peralta Lemes



A presença de um significativo fraturamento subhorizontal, encontrado em todos os derrames de rochas vulcânicas observados, tem como consequência direta a formação de um relevo com uma disposição plana. Vales estreitos e pouco profundos estão relacionados a falhamentos de extensão e ou zonas muito fraturadas, propiciando um acelerado desgaste erosivo ao longo destas direções. As principais formas de relevo associadas são morros testemunhos de rochas basálticas, sendo que as mesmas representam porções planas de grande extensão, indicando a preservação parcial de um mesmo derrame vulcânico. Os morros testemunhos marcam a presença de restos de derrames superior, isolados e sotopostos aos derrames subjacentes que constituem o nível base dominante da erosão regional (MRS, 2002).

Segundo Suertegaray (1998) os derrames da Formação Serra Geral no município está representada pelos seus componentes básicos (basalto). Sua coloração vai de cinza e cinza escuro, apresentando espessuras de ordem 40 a 60 metros, mostrando um padrão característico de fraturamento, com fraturas subhorizontais no topo e na base, e fraturamento vertical com formação de disjunções poligonais no centro dos derrames.

No geral, as porções superiores dos derrames apresentam uma textura afanítica marcada por uma matriz de minerais com tamanho de grão muito pequeno e proporções variáveis de amígdalas e vesículas. Estas estruturas amigdalovesiculares apresentam tamanhos de ordem de 1 a 5 mm estando preenchidas de modo dominante por quartzo, ocorrendo ainda calcita e ágata. São freqüentes também a presença de uma pequena quantidade de fenocristais de 1 a 2 mm de plagioclásio de coloração esbranquiçada. As amígdalas são preenchidas normalmente por quartzo da variedade ágata e calcedônia, menos freqüente, por calcita e também por zeolita.

Ao norte da cidade são freqüentes a presença de arenitos intertrápicos, com espessuras de ordem de 40 centímetros a 1,5 metros, intercalados por derrames basálticos, atestando uma relativa contemporaneidade da posição de ambas as unidades. Estas delgadas camadas de arenito se caracterizam por um notável endurecimento associado a uma intensa silificação ( Figura 16).



Figura 16 - Intercalações de basalto e arenito intertrápico, 2005.  
Local: BR 293.  
Foto: Denise Peralta Lemes

### 3.1.3 Solo

Podemos dizer que o município de Quaraí possui duas regiões de solo bem distintas, uma predomina os solos formados a partir de rochas eruptivas basálticas, nos quadrantes nordeste, noroeste e sudeste do município, e outra onde predominam os formados a partir do arenito que embasa toda a seqüência eruptiva, o Arenito Botucatu, no quadrante sudoeste. As duas regiões resultam na diferenciação dos solos, uma muito pedregosa, de terras em que predomina a argila preta, de ricos campos; e a outra de terras silicosas vermelhas, de pastos fracos.

A área formada pelo basalto, é a parte mais rica do município, onde estão encontradas as pastagens naturais, para a criação do gado; a região arenosa, com suas terras leves, tem servido de base às poucas atividades agrícolas desenvolvidas no local, dando ênfase às de subsistência (Diagnóstico Urbano e Ambiental de Quaraí, 2008).

As áreas com afloramento rochoso nas encostas apresentam rupturas de declividade, e a grande maioria dos solos apresenta como substrato rochoso o basalto da Formação Serra Geral ou sedimentos com grande influência desse material.

Segundo MRS (2002), na formação eruptiva, apresenta terras muito férteis, fortemente argilosas e que pelo seu caráter físico não armazenam a suficiente

umidade, uma vez que é propiciado o escoamento superficial das águas pluviais e conseqüente carregamento das partículas, dando-se o maior acúmulo e maiores espessuras de solo nas proximidades das drenagens.

Os solos desenvolvidos no basalto, ocorrem nas superfícies mais conservadas, de relevo suave ondulado. Nesta área os solos ocorrem como unidade simples ou associada à Brunizem vértico e vertissolos, ocorrendo em áreas em que são pedregosos utilizados para pastagem natural, em nível de grande propriedade rural.

Os vertissolos são constituídos de minerais argilosos que apresentam pronunciadas mudanças em volume decorrente da variação no teor de umidade. São solos de alta saturação e soma de base com elevados teores de cálcio e magnésio (MRS, 2002). No município ocorrem em relevos planos nas áreas deprimidas ao longo dos cursos de água, sendo difíceis de serem trabalhados, pois são muito duros quando secos, formando torrões compactos, muito plásticos e pegajosos quando molhado, aderindo aos implementos agrícolas. São moderadamente sujeita a erosão, requerendo cuidados de conservação quando cultivado, assim a maior parte desses solos é utilizada como pastagem natural.

Toda porção que compreende o rio Quaraí no município, apresenta ampla dominância de solos litólicos eutróficos que são, em geral, muito rasos com horizonte superficial em torno de 10 e 15 cm, são pouco desenvolvidos, onde o horizonte A diretamente ascende sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha e, decomposto.

O solo Podzólico vermelho escuro álico, encontra-se numa pequena porção entre os arroios Cati e Areal. Compreende solos minerais não hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B textural, diferenciação textural marcada ou pouco pronunciada e argila de atividade baixa (IBGE, 1986). São solos profundos de cores avermelhadas.

O Brunizem Vértico, aparece ao longo do curso do rio Quaraí e nos seus afluentes Garupa e Quaraí-Mirim, constituído de solo mineral, não hidromórficos, com horizonte A chernozêmico. Ascende sobre horizonte B textural ou câmbico, com argila de atividades alta, sendo moderadamente drenados, de coloração bruno-escura ou bruno-acinzentada muito escura, derivados de diferentes litologias. Na sua grande maioria são utilizados com pastagens naturais e cultivados, em pequena escala com culturas de sorgo, milho e arroz irrigado nas áreas onde o relevo é plano.

Segundo o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (19--), na maior parte do município predomina os solos Litólicos, pouco desenvolvidos. Estes são rasos e possuem o horizonte A diretamente assentado sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha em decomposição. São bem drenados e com características morfológicas, físicas e químicas muito variáveis em função do material originário, derivado do basalto. Assim possuem alta fertilidade natural devido aos valores de soma e saturação em bases e teor muito baixo de alumínio trocável. Ocorre nas áreas de relevo suave ondulado. Sendo que a principal utilização destes solos no município é com pastagem natural, em nível de grandes propriedades rurais. Suas limitações dizem respeito à profundidade dos perfis e à presença de pedras e/ou afloramento de rocha em alguns locais.

No município também são encontrados os terrenos mistos, localizados nas encostas de elevações areníticas coroadas por eruptivas basálticas. No decorrer dos processos erosivos e sedimentares, as eruptivas erodidas permitem aflorar os arenitos intertrápicos, estratos geológicos situados entre duas seqüências basálticas, cujas espessuras estratigráficas podem variar de poucos até mais de 3 metros. É comum, também, a presença junto ao solo, de fragmentos mineralógicos de diferentes formas e tamanhos, tais como arenito silicificado, cristais de rocha, ametista, ágata, calcedônia e jaspe, isso indica a provável potencialidade gemológica do subsolo do município.

### *3.1.3.1 Características do uso e ocupação do solo*

Nos tempos atuais os solos vêm sofrendo com a degradação. As ações exercidas no mesmo são diversas, destacando o cultivo intenso, as queimadas, os desmatamentos, a urbanização sem planejamento, a extração mineral; promovendo áreas de terra desnudas que, abandonadas, estão sujeitas aos agentes erosivos naturais como o vento e a água. Segundo Marchiori (1992) a região da campanha gaúcha, tinha como atividade predominante a criação de gado extensiva incorporada a partir da década de 1970, seguindo lógica agrícola com o uso sucessivo e intensivo dos solos.

Como já foi mencionada anteriormente, os solos oriundos de substratos vulcânicos obtinham melhor rendimento do que os solos areníticos, devido à superioridade de suas pastagens naturais. Isso fez com que os proprietários optassem pelo arrendamento exatamente dos solos menos aptos a atividade agrícola, o que sem dúvida incrementou os processos erosivos.

Outra atividade que vem contribuindo para a degradação dos solos é o uso incorreto das técnicas de plantio. Com a implantação das técnicas, conseqüentemente há o aumento nas áreas cultiváveis pelo fato da facilidade de cultivo, apresentando pelo plantio direto. No entanto o fato da má utilização das técnicas fez com que agravasse ainda mais o processos de arenização e voçorocamento em algumas áreas no município, conforme ilustra a Figura 17.

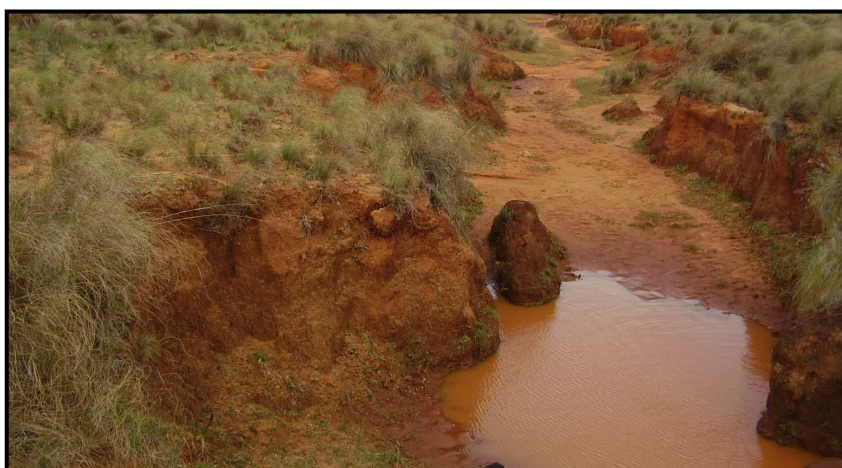


Figura 17 – Processo de voçorocamento, 2007.  
Local: Próximo às áreas dos areais.  
Foto: Guto Nadal da Luz

Podemos destacar alguns problemas causados pelo plantio direto, entre eles: a falta ou pouca cobertura do solo; a falta de rotação de culturas e o manejo indevido do gado principalmente nas culturas de inverno. Para tentar solucionar ou pelo menos minimizar o problema, deve-se ter muito cuidado ao aprimoramento do processo plantar e colher, evitando que o solo fique sem cobertura; realizar rotação de culturas com plantas de diferentes espécies; manejo adequado do gado com a lavoura, por meio de pastoreio rotativo, retirando o gado de cima das pastagens em dias de chuva para evitar a compactação do solo, e a mínima mobilização do solo para melhorar a sua estrutura, manter a conservação e reduzir a erosão.



Além disso, muitos pecuaristas do município colocam fogo nos resíduos dos pastos a fim de obterem um rebroto antecipado. Esta prática, além de deixar o solo completamente exposto durante um certo período de tempo, acaba eliminando as melhores pastagens, pois possuem as raízes mais superficiais que são atingidas pelo fogo.

Os solos arenosos degradam-se de maneira muito mais rápida, o chamado processo de arenização. A transformação de um solo muito arenoso com uma cobertura vegetal fraca, em uma área com areia sem nenhuma ou quase nenhuma cobertura vegetal pode ocorrer em poucos anos, dependendo da intensidade com que manejos inadequados de agricultura, pecuária ou extração mineral são conduzidos.

Essas áreas formadas por extensos areais desprovidos de vegetação, ocorrem no município nas proximidades do arroio Cati e Areal.

Esses locais de arenização são originados pela combinação de fatores edáficos, solo com textura arenosa, climáticos, aliados a ação antrópica representada pela agricultura e pecuária.

O agricultor, mesmo que tenha algum conhecimento de conservação do solo, na maioria das vezes não tem condições de aplicá-lo devido à falta de infraestrutura, pois a utilização da terra serve principalmente para a sua economia familiar, causando uma degradação ao meio natural, que só é renovável no decorrer de um longo prazo (Lemes e Sartori, 2002). Isso é observável principalmente na sub-bacia do arroio Areal, nas áreas de arenização (areais) conforme afirmam Lemes e Oliveira (2008), (Figura 18).

De acordo com a idéia de Souto (1985), os desequilíbrios ecológicos são registrados com a intervenção do homem. Marchiori (1995) cita que a ação antrópica, materializada no uso tradicional da terra para a criação de gado e agricultura, tem agravado o processo erosivo em determinadas áreas, ampliando gradativamente as áreas com vegetação rasteira e os campos de areia.



Figura 18 – Areais, 2007.  
Local: BR 293.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Na área de localização dos areais, principalmente na sub-bacia do Arroio Areal, segundo Bernardy e Miorin (2001), não há preocupação por grande parte dos agricultores com a cobertura vegetal no local, o que remete a ocorrência de erosão e de elementos que provocam a alteração da cobertura verde e do próprio solo. Além disso a criação de gado ainda se mantém intensa, sendo também outro fator agravante na degradação devido ao intenso pisoteio do gado.

Pelo fato dessa área ser bastante conhecida e já ter sido implantado projetos de reflorestamento para conter os processos de erosão, a maior parte dela sofreu e ainda sofre intensa atividade humana com manejos inadequados. Um dos motivos, do uso indevido, é ressaltado por Thomaz (2000) quando menciona que a agricultura familiar, além de sofrer as conseqüências do famoso “tripé” (compra mal seus insumos, produz mal e acaba vendendo mal seus excedentes), ocupa geralmente os piores solos (com baixa aptidão agrícola), o que dificulta ainda mais a manutenção econômica da família. Por isso, é comum a incorporação de novas áreas para o plantio (Figura 19), mesmo que essas não tenham condições ideais tal fim.

Hoje, a fronteira oeste do Rio Grande do Sul vem sofrendo a maciça implantação de Pinus e Eucalipitos (figura 20), em decorrência de transferência de indústrias de celulose para a região, onde o forte investimento internacional vem contribuindo para o florestamento destas espécies. Já se observa áreas com florestamento sem qualquer realização de estudos ambientais da área.



Figura 19 - Áreas de areais sendo plantadas, 2007.  
Foto: Guto Nadal da Luz



Figura 20 - Ocorrência de areais com plantação de Pinus (ao fundo), 2007.  
Local: Margens da BR 293.  
Foto: Denise Peralta Lemes

]

Conforme Marchiori (1995, p. 92), a implantação de florestas em áreas atualmente improdutivas, como é o caso dos areais, atende, por outro lado a necessidade de destinar as melhores terras para pastagens ou cultivos agrícolas. Cabe ressaltar, contudo, que a fragilidade deste ecossistema não admite o emprego de métodos tradicionais de silvicultura, como o corte raso.

Através da classificação digital supervisionada da imagem do sensor CCD do CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) com resolução espacial de 20 metros de 09/01/2008, foram possíveis a identificação de cinco tipos de uso e ocupação da terra no município (Figura 21). Com isso foram individualizadas as

seguintes classes: campo, lavouras, água, solo exposto e florestas. Assim, o Quadro 02 mostra a distribuição das porcentagens e as áreas das cinco classes de uso e ocupação do solo.

Classes	Área (%)
Campo	81.7
Floretas	8
Lavoura	5.3
Solo exposto	3.8
Água	1.2
Total	100

**Quadro 02 – Classes de uso do solo e sua área.**

Fonte: Imagem do sensor CCD do CBERS-2B , 09/01/2008.

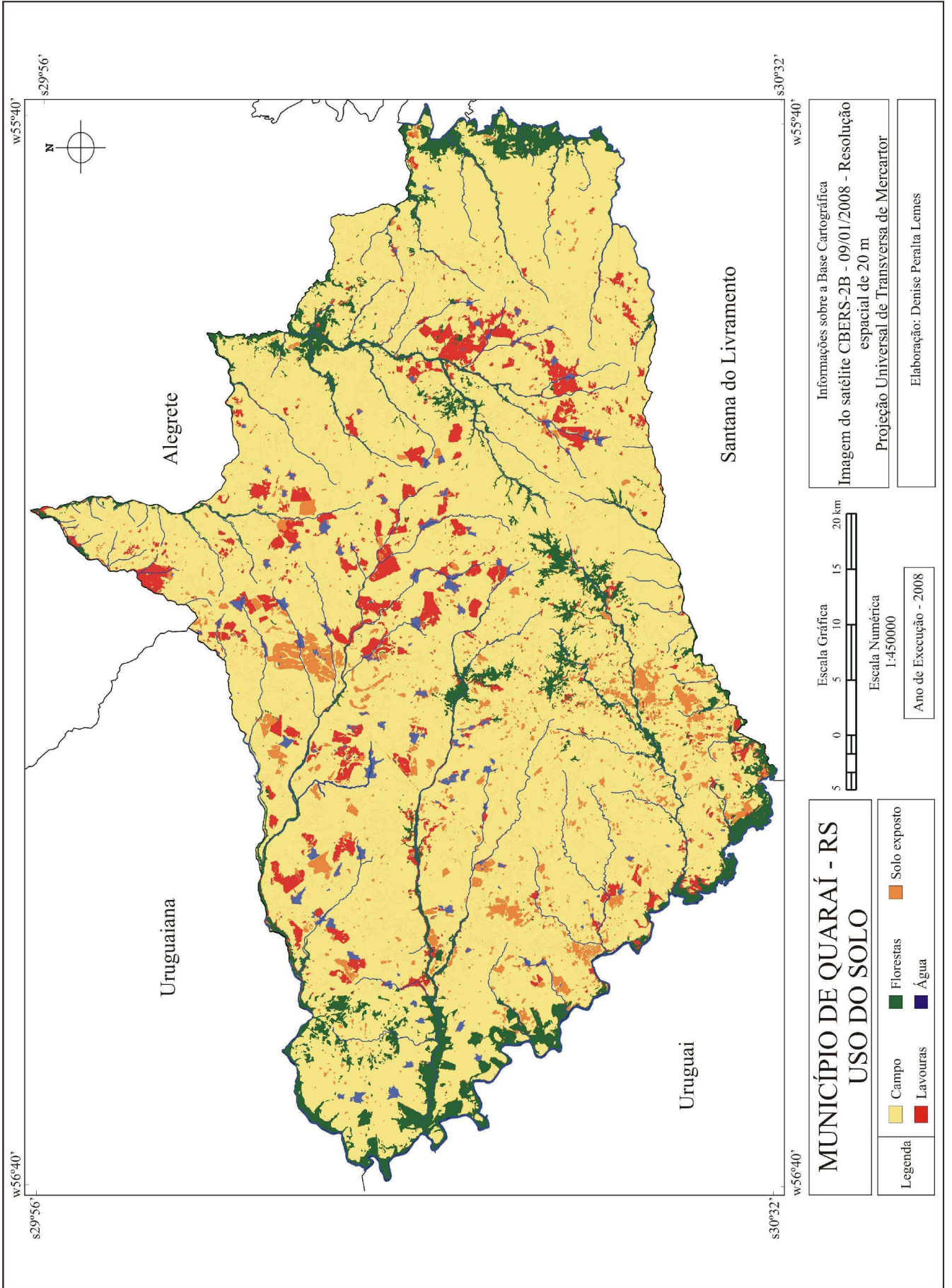
Org: Denise Peralta Lemes

O município de Quaraí, é caracterizado pela presença predominantemente de campos, com cerca de 81,7 % do total da área. Já as atividades agrícolas (lavouras), apesar da grande extensão do município, não é muito significativa restringindo-se a poucos tipos de culturas.

As florestas localizam-se nas áreas mais íngremes, ocupam cerca de 8% do município. Existe a presença de mata nativa junto ao rio Quaraí na foz dos arroios Caty, Quaraí Mirim e Garupá.

Por fim, em relação ao solo exposto, estes ocorrem em aproximadamente 3,8% da área total do município, caracterizando-se pelos areais e áreas preparadas para o plantio.





## Florestas

Essa classe foi definida como a vegetação natural arbórea. No município a vegetação nativa recobre, em geral, as vertentes dos morros e as faixas que acompanham as margens dos rios e arroios, sendo de maior intensidade ao longo do Rio Quaraí e seus afluentes, arroios Quaraí-Mirim, Quatepe e no Rio Ibirapuitã (Figura 22) e seu afluente arroio Pai-Passo. Ao longo dos outros rios, esta vegetação se restringe as vegetações arbóreas secundárias, de menor porte.



Figura 22 - Imagem de satélite mostrando áreas de florestas nas margens do Rio Ibirapuitã.  
Fonte: Google Earth, 2008.

Esta classe de uso da terra ocupa 8% da área e se concentra principalmente na porção nordeste próximo ao Cerro do Jarau onde a declividade é um condicionante para a preservação desta. Ao longo dos Arroio Quaraí-Mirim, Garupa (Figura 23) e Pai Passo essa vegetação ainda encontra-se preservada.

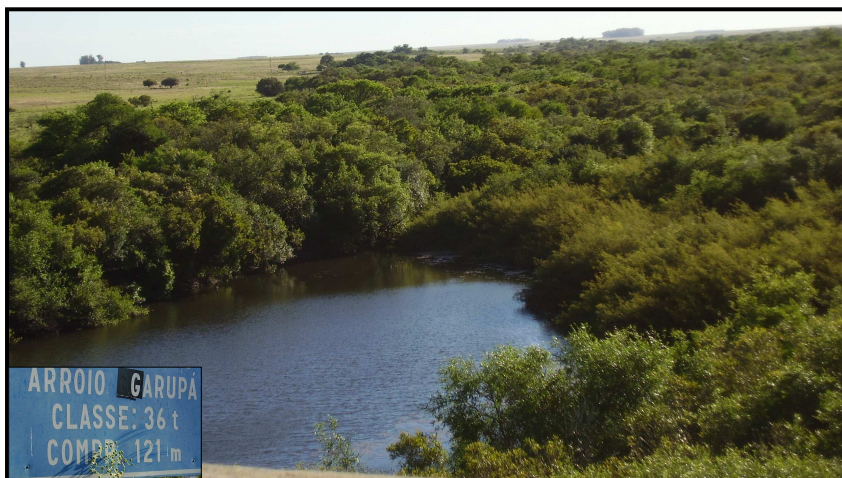


Figura 23 - Arroio Garupa com as florestas nas suas margens, 2008.  
Foto: Denise Peralta Lemes

## Água

Essa classe é definida pelos cursos de água do município, bem como os açudes (figura 24 e 25) e afloramentos de água presentes na área. Esta classe ocupa 1,2 % da área total, onde a maior preocupação com esse recurso é a utilização do mesmo na irrigação de culturas do arroz e a da uva em menor escala.



Figura 24 - Imagem de satélite mostrando alguns açudes no município de Quaraí-RS.  
Fonte: Google Earth, 2008.





Figura 25 - Presença de água no município de Quaraí-RS, 2007.  
Foto: Denise Peralta Lemes

## Campo

Na presente pesquisa os campos foram definidos pelas áreas que apresentam cobertura vegetal de gramíneas com alguns bosques que muitas vezes são eucalíptos. A principal atividade desta classe é a criação de gado bovino e ovino (Figura 26), de modo extensivo sem melhorias de pastagem, sendo que muitas vezes estes campos são denominados campos sujos pela presença de uma vegetação de médio e pequeno porte. Esta classe é a que ocupa maior porcentagem no município, com 81,7 %.

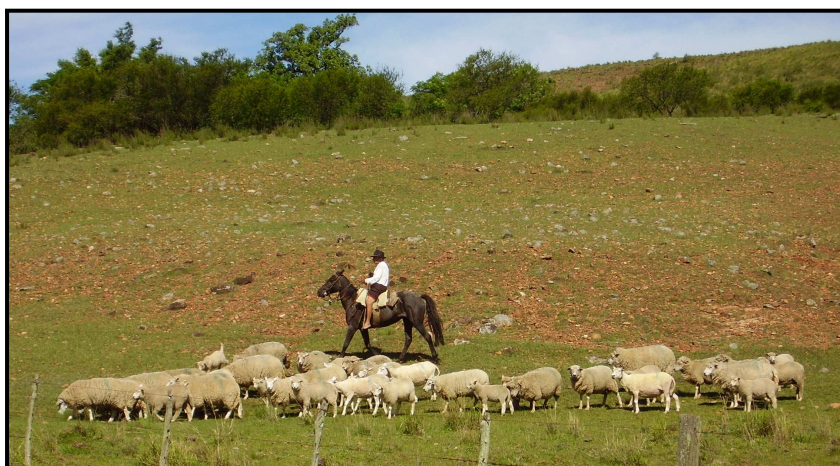


Figura 26 - Campos com criação de ovinos, 2007.  
Local: Passo da Guarda.  
Foto: Guto Nadal da Luz



## Solo exposto

É constituída pelas áreas com baixa intensidade de cobertura vegetal, sendo a maioria delas, por estarem em período de preparo para implantação de culturas. Esta classe de uso da terra ocupa uma porcentagem de 3,8 do município, possui uma fragilidade e susceptibilidade aos processos de dinâmica superficial, em decorrência da baixa ou inexistências de coberturas vegetais que possam proteger o solo. Ainda outro fator é a movimentação da camada superficial para o preparo do solo visando à implantação de uma nova cultura o que torna ainda mais susceptível aos processos de dinâmica como a erosão.

Os areais também são locais de grande preocupação ambiental no município, principalmente com a agropecuária. Devido a grande fragilidade destes solos, causada pelo substrato arenoso, apresenta significativa degradação pelos processos de dinâmica superficial (Figura 27). Em Quarai, os areais estão localizados principalmente a sudeste da sede municipal, próximo aos arroio Cati e Areal.



Figura 27 – Área de solo exposto (areais), 2007.

Local: Margens da BR 293.

Foto: Denise Peralta Lemes

## Agricultura (lavouras)

Nesta classe foram inseridos os cultivos encontrados sendo representado, principalmente, pelos cultivos de arroz, da uva para fabricação de vinhos, pelo cultivo de pastagens como aveia e azevem, e também o cultivo de sorgo e milho. Esta área ocupa uma porcentagem de 5,3% do município e a preocupação ambiental que se deve ter com o intenso uso da terra nesses locais, o que acaba expondo frequentemente os solos aos processos erosivos (Figura 28).



Figura 28 - Imagem de satélite mostrando áreas de agricultura no município de Quaraí-RS.  
Fonte: Google Earth, 2008.

Nestas áreas desenvolvem-se as atividades rurais como o cultivo anual de arroz irrigado (Figura 29) e o cultivo da uva (Figura 30). As principais preocupações nestas áreas é o desmatamento, principalmente da mata ciliar, além do período de exposição dos solos, que acabam por ocasionar assoreamento dos cursos de água e alteração do regime das drenagens.



Figura 29 - Áreas de plantação de arroz irrigado, 2007.  
Foto: Guto Nadal da Luz



Figura 30 - Áreas de plantação de uva (parreirais), 2007.  
Foto: Guto Nadal da Luz

### 3.1.5 Hidrografia

O Município de Quaraí é drenado por duas bacias hidrográficas: a Bacia do Rio Quaraí e a Bacia do Rio Ibirapuitã (Figura 31).

A Bacia do Rio Quaraí abrange a maior parte do Município, drenando todo o 1º Distrito, a parte centro-oeste do 2º Subdistrito e a porção sul-sudoeste do 3º Subdistrito. O Rio Quaraí é afluente da margem esquerda do Rio Uruguai, e na sua Bacia destacam-se as sub-bacias dos arroios Quaraí-Mirim, Guarupá e Quatepe, todos da margem direita do referido rio. Ainda a configuração espacial dos cursos d'água é diferenciada, destacando-se três tipos de rede de drenagem: dendrítica, radial e retangular.

Hidrografia e distritos

A Sub-bacia do Arroio Quaraí-Mirim drena o 1º Distrito e o 2º Subdistrito, e seu curso principal serve, em parte, como limite entre os dois distritos. Próximo às suas nascentes, a declividade da área é baixa, variando de <1% até 2%, caracterizando um padrão de drenagem dendrítico. No decorrer do seu curso, o Arroio Quaraí-Mirim mostra um padrão retangular de drenagem, com a declividade que varia de 5 a 8% e de 8 a 15%. Já nas proximidades de sua foz, o padrão de drenagem retorna a ser do tipo dendrítico.

A Sub-bacia do Arroio Garupá localiza-se na zona limítrofe do município. O curso deste arroio serve como limite entre os municípios de Quaraí e Uruguaiana. A declividade, no decorrer de seu curso é mais bem variada, entre 2 a 5%, entre 5 a 8% e de 8 a 15%.

Na Sub-bacia do Arroio Quatepe, próximo às suas nascentes, a dissecação do terreno é forte, com a declividade variando de 8 a 15% e de 15 a 25%. O padrão de drenagem é do tipo retangular.

A coxilha de Santa Helena, com aproximadamente 19 Km de extensão, estabelece o divisor entre a Sub-bacia do Arroio Mancarrão ao norte, e a Sub-bacia da Sanga do Lajeado ao sul.

Na porção norte-noroeste do 1º Distrito, localiza-se o Cerro do Jarau. Neste local, o padrão da rede de drenagem caracteriza-se pela geometria radial dos cursos d'água. As sangas do Salso, do Nhanduvaí, do Cambaí e dos Molhos, correm com disposição radial a partir do referido cerro. O principal divisor d'água das duas bacias, corresponde a Coxilha de Japejú, com aproximadamente 24Km de extensão, a partir da qual as águas correm para oeste em direção a Bacia do Rio Quaraí, e para leste em direção a Bacia do Rio Ibirapuitã.

A Bacia do Rio Ibirapuitã drena a porção leste do Município, abrangendo a maior parte do 3º Subdistrito, e um pequeno trecho do 2º Subdistrito, sendo este afluente da margem esquerda do Rio Ibicuí. Suas principais sub-bacias no Município de Quaraí, são as dos arroios Salsinho, Pai-Passo, Lagoinha, e Sanga da Divisa, todos da sua margem esquerda. A maioria dos cursos d'água nesta bacia apresenta um padrão de drenagem retangular, e estão associados com declividades que variam de 5 a 8%, de 8 a 15% e de 15 a 25%.

Já na porção centro-norte do 3º Subdistrito, próximo dos cerros do Cardal, Grande, Tunas e Chovedor, a drenagem é caracterizada pela geometria radial.

A Sub-bacia do Arroio Pai-Passo tem como divisor natural de suas águas para leste, a Coxilha de São Rafael com aproximadamente 21Km de extensão, e para sudoeste, a Coxilha de São Manuel. Essa sub-bacia drena o 3° Subdistrito e o seu curso principal estabelece o limite entre o 2° e o 3° subdistritos. Sua rede de drenagem é do tipo retangular, devido à geometria angular dos cursos d'água, e a dissecação fluvial, nas margens do Arroio, é forte com variação de 5 a 8% e de 8 a 15%.

A Sub-bacia do Arroio Camaquã tem suas nascentes próximas à Coxilha de São Rafael. O padrão de drenagem é do tipo retangular, com a declividade variando de 5 a 8% e de 8 a 15%.

A Sub-bacia da Sanga da Divisa possui, no trecho do seu curso principal, uma dissecação acentuada, com a declividade variando de 5 a 25%. A geometria angular de sua rede de drenagem é bem destacada.

As sub-bacias do Arroio Lagoinha e do Arroio Restinga Seca, caracterizam-se pela drenagem em área de forte dissecação, com a declividade variando de 5 a 25%.

A geologia e o modelado do relevo permitem classificar os afluentes da margem direita do Rio Quaraí como rios conseqüentes.

### 3.1.5 Análise do Relevo

#### 3.1.5.1 Altimetria

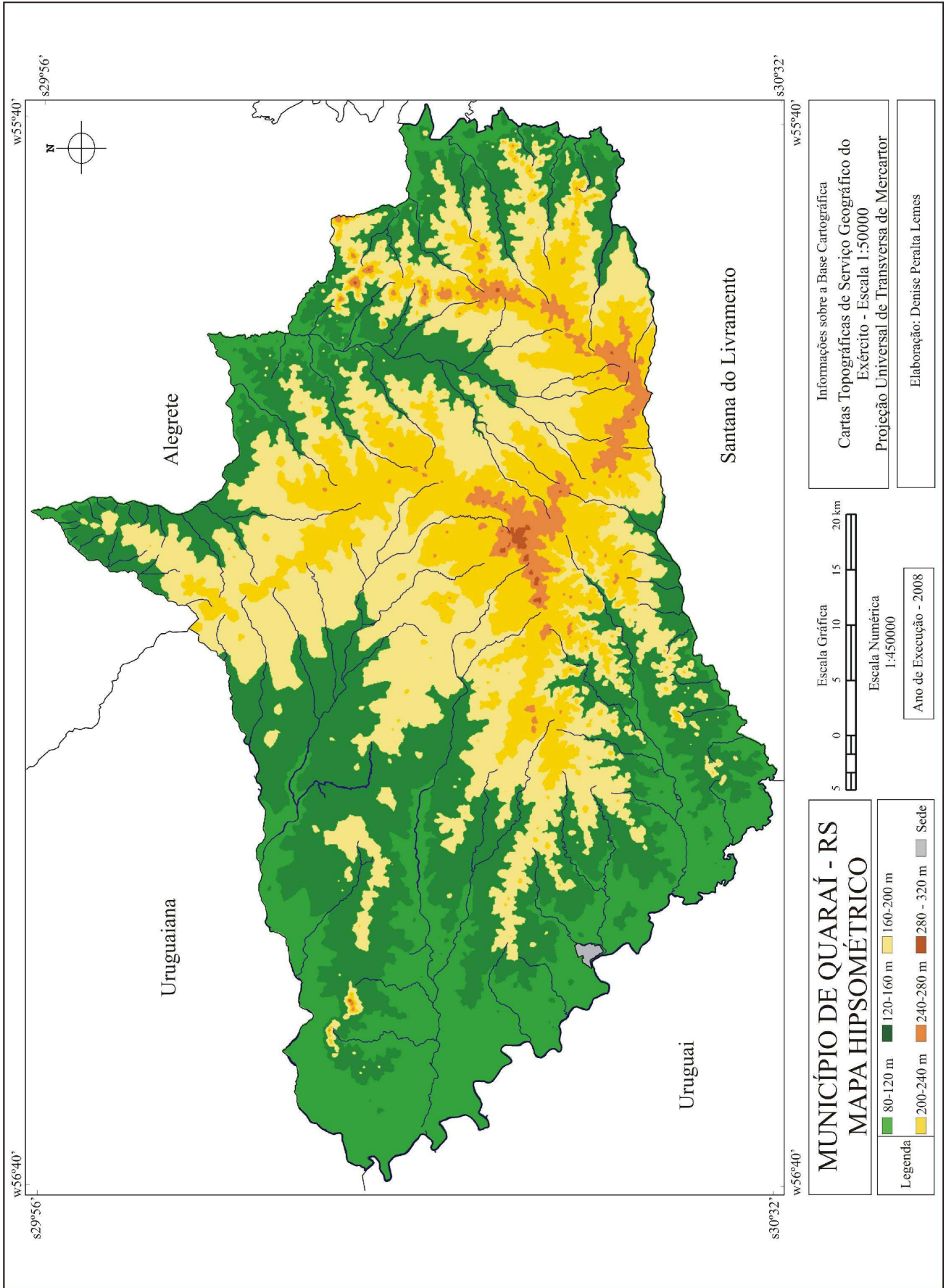
O município de Quaraí apresenta uma amplitude altimétrica de aproximadamente 140 metros, sendo que seu ponto com maior altitude se encontra a 318 metros e o ponto mais baixo fica em torno de 80 metros. Desta forma, o município foi dividido em seis áreas de altitude distintas, diferenciadas ao longo de sua extensão (Figura 32).

As áreas que apresentam altitudes entre 80 a 120 metros encontram-se ao longo dos rios Quaraí e na divisa com Uruguaiana pelo arroio Garupá. Correspondendo uma área de 660,4 Km<sup>2</sup>, ou seja, 20,3 % da área em estudo. Aquelas classificadas entre 120 a 160 metros, encontram-se próximas aos arroios

Pai-Passo, Garupa e Quaraí Mirim, correspondendo uma área de 1007.2 Km<sup>2</sup>, ou seja, 31% do município. Já as áreas que apresentam entre 160 a 200 metros, ocupam a porção central do município. Com uma área de 956.8 km<sup>2</sup>, correspondendo cerca de 29,4%.

A classe estabelecida com variação de 200 a 240 metros, ocupa uma área de 534.8 Km<sup>2</sup>, 16,5 % do município. A classe estabelecida entre 240 a 280 metros, localizadas na porção sudeste, circundam os principais morros e cerros do município, ocupando 2,7% da área. Por fim, a classe definida pelas altitudes entre 280 a 320, que são as áreas mais elevadas do município, correspondem aproximadamente 4.2 Km<sup>2</sup>, apenas 0,1% da área.







### 3.1.5.2. Declividade

Um dos atributos importantes na análise do relevo é a declividade. As áreas com altas declividades estão mais sujeitas aos processos de movimentos de massa e erosão.

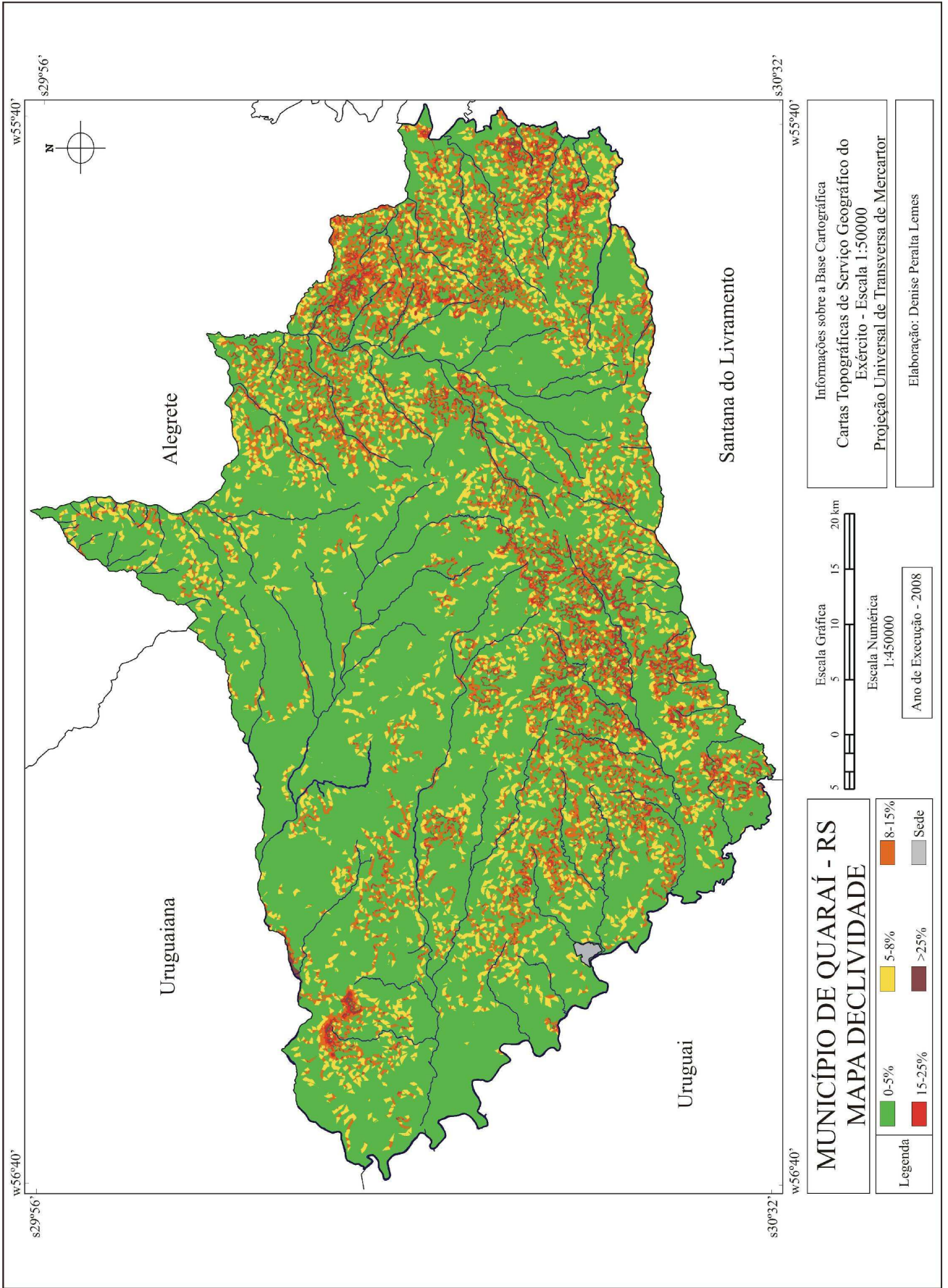
Com a definição de cinco classes de declividade, ficou evidenciado que o município apresenta algumas variações quanto à disposição das classes de declividade (Figura 33).

A classe de declividade de 0 a 5% é que ocupa a maior parte do município, com 73.1% do total. Com isso podemos perceber que o município não é muito declivoso, não estando sujeito a grandes movimentos de massas.

As declividades até 8 % ocupam 12,8 % da área em estudo. A classe de 8 a 15% é a terceira classe de ocorrência no município com uma área de 339,4 Km<sup>2</sup>, aproximadamente 10,5 %.

As declividades entre 15 e 25% encontram-se associadas às declividades de até 15%.

As declividades maiores de 25 % estão associadas os pontos mais elevados do município, próximos ao Cerro do Jarau e a nordeste (Chovedor), e norte (Carvão), onde as declividades variam de 8 até alcançar as maiores 25%, as altitudes nesses locais chegam a ultrapassar os 300 metros.



### 3.1.5.3 Os Domínios Morfoestruturais e Morfoesculturais do Município

Os domínios morfoestruturais são as unidades de maior abrangência dentro das escalas de mapeamento geomorfológico, prevalecendo na delimitação destes domínios às características geológicas fundamentais, tais como a litologia, as direções estruturais que marcam o alinhamento geral das formas de relevo, o tipo e o controle das drenagens. Estes fatores estão ligados diretamente a gênese dos grandes traços geomorfológicos, gerando arranjos regionais de relevo, que embora apresentem formas variadas, guardam como registro um mesmo processo de evolução.

Sendo assim, segundo IBGE (1986), o Município de Quaraí faz parte do Domínio Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná. No âmbito da Região Geomorfológica do Planalto da Campanha que corresponde a Unidade Geomorfológica do Planalto de Uruguaiana.

A região do Planalto da Campanha representa a porção mais avançada para oeste e para sul do Domínio Morfoestrutural das Bacias Sedimentares. Este planalto ocupa uma superfície de aproximadamente 30.395 Km<sup>2</sup>, equivalendo a 19,1% da área do Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares e 11,9% do Estado do Rio Grande do Sul. A denominação Planalto da Campanha está ligada a um termo lingüístico regional definido para a região sudoeste do Estado, caracterizado por formas de relevo planas e por uma cobertura vegetal dominada por campos de gramíneas. As formas de relevo dessa região geomorfológica foram esculpidas em rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral, e secundariamente, no arenito da Formação Botucatu (IBGE, 1986).

Segundo o IBGE (1986), o Planalto da Campanha (Figura 34) limita-se a norte-nordeste com o Planalto das Missões, e a leste com a Depressão Periférica. O contato com esta última, efetua-se através de rebordos escarpados, onde os desníveis são em torno de 200 metros.

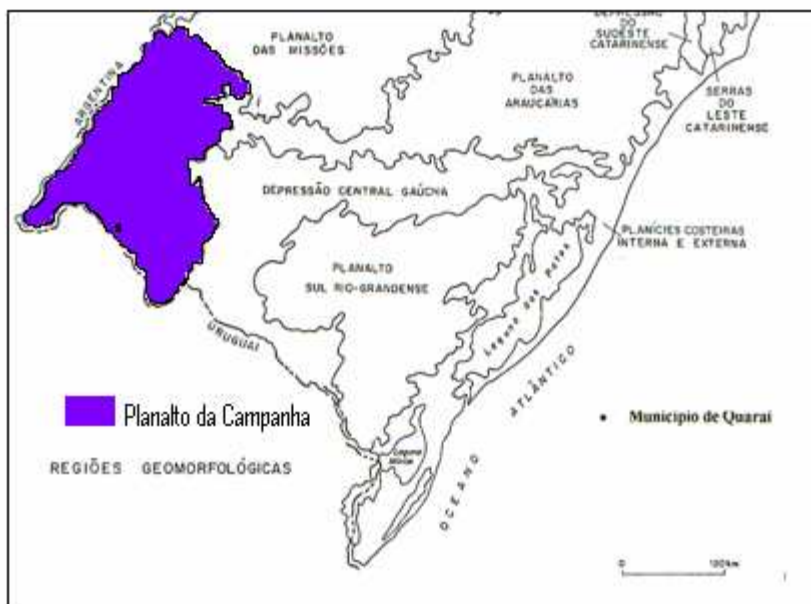


Figura 34 – Mapa de localização do planalto da Campanha no Rio Grande do Sul  
Fonte: IBGE, 1986.

O Planalto de Uruguiana caracteriza-se por apresentar uma morfologia suavemente ondulada, com caimento suave para oeste, em direção ao Rio Uruguai. Segundo o IBGE (1986), limita-se ao norte com o Planalto Santo Ângelo, a leste com o Planalto dos Campos Gerais e a Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro. Para oeste e sul limita-se com a Argentina e o Uruguai, através dos Rios Uruguai e Quaraí, respectivamente. Por ser uma área extensa, ele é dividido em setores: Coxilha de Santana, Dissecção do Rio Quaraí, Pontal do Quaraí, Área Degradacional Oriental, Pediplano do Médio Uruguai, Área Transicional Setentrional e Área de Acumulação Fluvial (Figura 35).

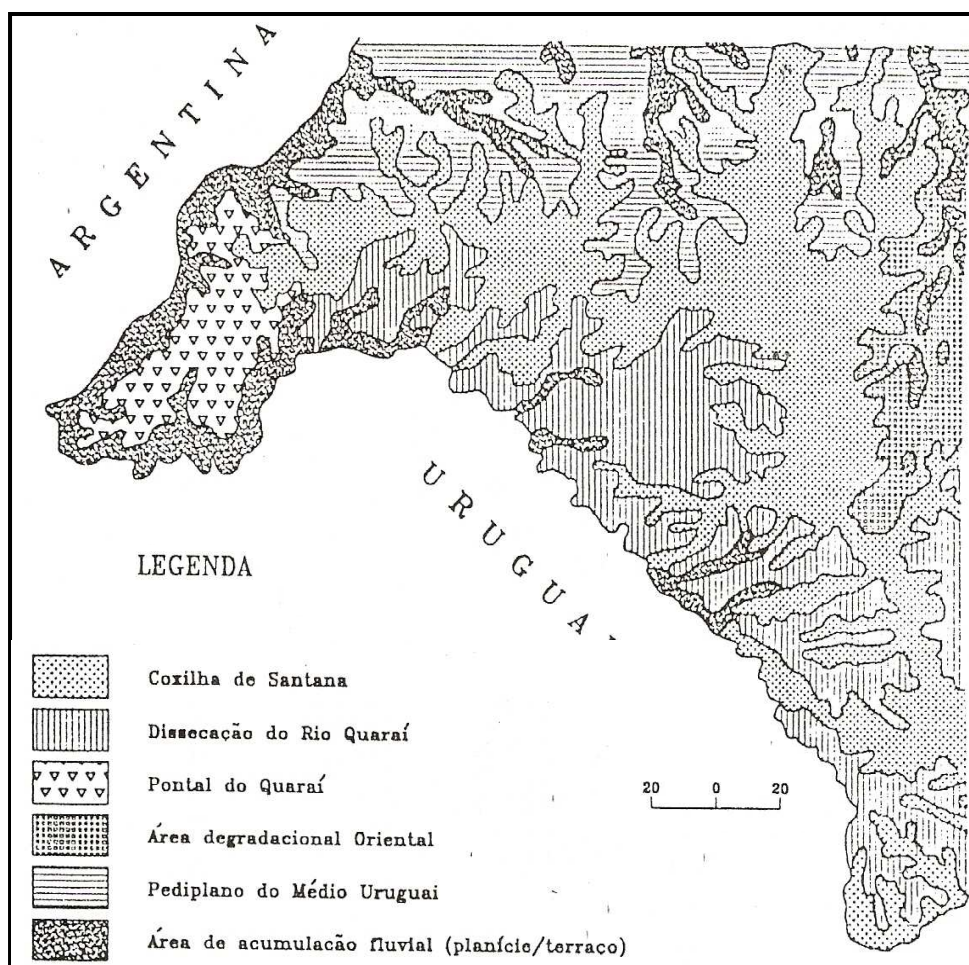


Figura 35 - Imagem ilustrativa das subdivisões em setores do Planalto de Uruguiana.  
Fonte: IBGE, 1986.

#### 3.1.5.4 Compartimentação Geomorfológica do Município

Utilizando os estudos de Sartori e Pereira Filho (2001) e a taxonomia de representação do relevo proposta por Ross (1992), foi possível uma compartimentação geomorfológica mais detalhada do município, representada no Quadro 03 e descrita abaixo.

O primeiro táxon corresponde às Unidades Morfoestruturais, sendo que no município é representada pela Bacia Sedimentar do Paraná. Essa unidade abrange 100% da área do mesmo.

O segundo táxon refere-se às Unidades Morfoesculturais, representado pelo Vale Médio do Uruguai e pela *Cuesta* de Santana.

O terceiro táxon está relacionado com as Unidades Morfológicas ou padrões de formas semelhantes contidos nas unidades morfoesculturais, correspondendo às

manchas de menor extensão territorial, selecionadas a partir de um conjunto de padrões de formas e processos semelhantes . Esse táxon é o que apresenta o maior nível de detalhe dos modelados do relevo, no município são representados pelas Planícies, Morros Testemunhos e Coxilhas.

<b>Regiões Geomorfológicas (1º Taxon)</b>	<b>Unidade Morfológica (2º Taxon)</b>	<b>Tipos de Modelados (3º Taxon)</b>
Planalto da Bacia do Paraná	Vale do Médio Rio Uruguai	-Planícies
	Cuesta de Santana	-Morros Testemunhos -Coxilhas

#### **Quadro 03 – Compartimentação Geomorfológica do município de Quaraí-RS**

Fonte: Sartori e Pereira Filho, (2001).

Org: Denise Peralta Lemes

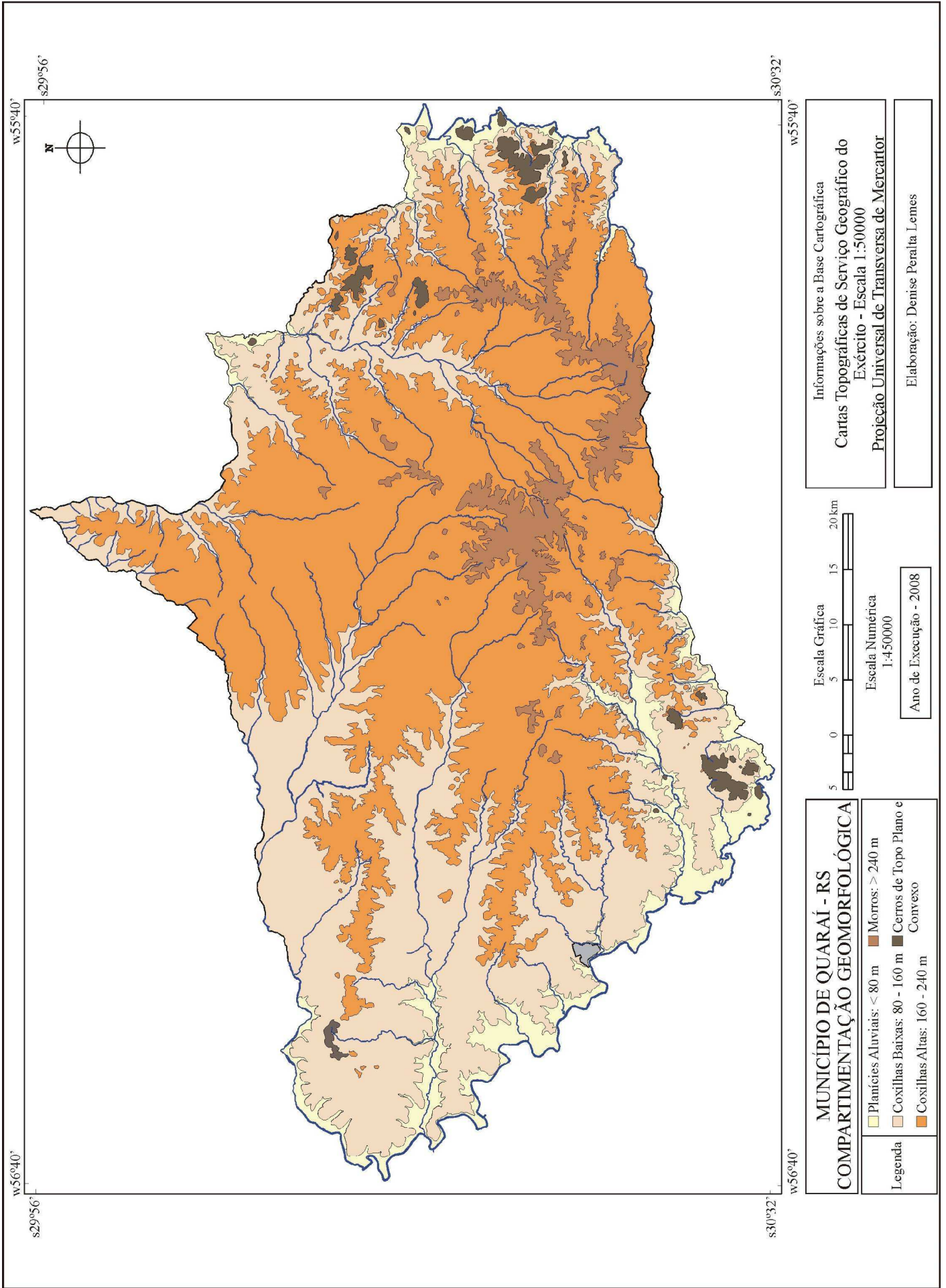
Após chegar ao 2º Táxon, das unidades morfológicas, foi possível à elaboração do mapa de compartimentação geomorfológica do Município onde foram localizados as formas de relevo, com base nas classes de declividade e do mapa hipsométrico. Os dados obtidos permitiram a individualização de três tipos de modelado e quatro formas de relevo, representadas no Quadro 04 e identificadas na Figura 36.

<b>Tipos de Modelado</b>	<b>Formas de Relevo</b>	<b>Declividade (%)</b>	<b>Hipsometria (metros)</b>
Morros Testemunhos	Morros (Cerros)	15 - > 25	> 240
Coxilhas	Coxilhas altas	8 – 15	160 – 240
	Coxilhas baixas	5 – 8	80 – 160
Planícies	Planícies aluviais	0 – 5	< 80

#### **Quadro 04 – Tipos de Modelados, Formas de Relevo, Declividade, Hipsometria.**

Org: Denise Peralta Lemes





### Vale do Médio Rio Uruguai

Essa unidade (Figura 37) é representada pelo modelado das planícies aluviais, que correspondem às áreas de deposição dos atuais cursos de drenagem ao longo do Rio Quaraí, e também nos principais afluentes, destacando os Arroios Cati, Areal, Quaraí-Mirim, Garupa e Sanga do Salso.

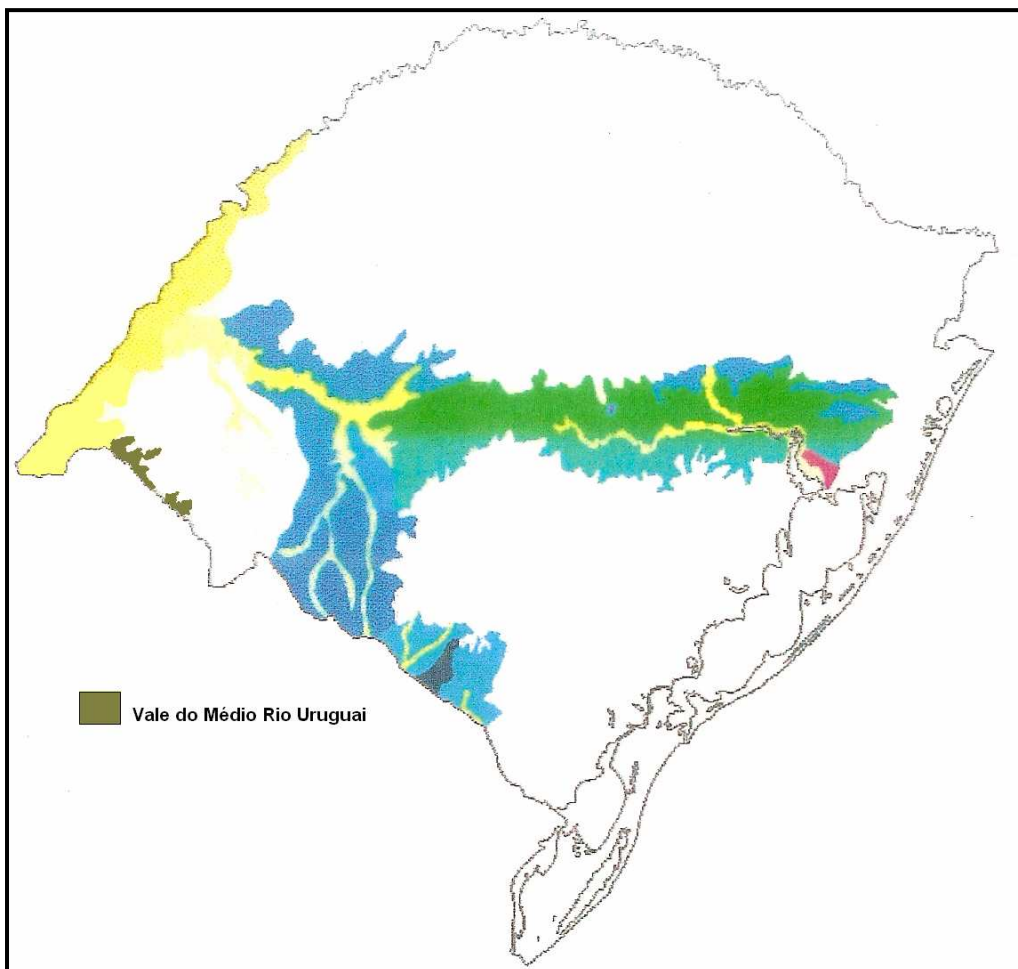


Figura 37 – Imagem ilustrativa do Vale Médio do Rio Uruguai.  
Fonte: Sartori e Pereira Filho (2001).

As áreas das planícies são predominantemente planas, onde as altitudes não ultrapassam os 80 metros. Ocupando uma área de 6,9% do município (Figura 38).





Figura 38 - Planície aluvial, 2007.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Os depósitos dos arroios Cati e Areal se caracterizam por uma composição arenosa (Figura 39), acumulando grande quantidade deste material que com as variações de nível de água dos arroios, podem ficar expostos e serem retrabalhados pelo vento avançando sobre os campos de gramíneas.



Figura 39 - Imagem de satélite mostrando os areais no município de Quaraí-RS.  
Fonte: Google Earth, 2008.

### *Cuesta de Santana*

A *Cuesta de Santana* (Figura 40) apresenta um relevo plano, com altitudes que variam de 120 a 240 metros. É representada, na sua maior extensão, pelas áreas interfluviais dos rios Quaraí e Ibicuí que se apresentam, de modo geral, em semi-arco correspondendo a área considerada como parte do reverso da *Cuesta de Haedo*, conforme Sartori e Pereira Filho (2001).

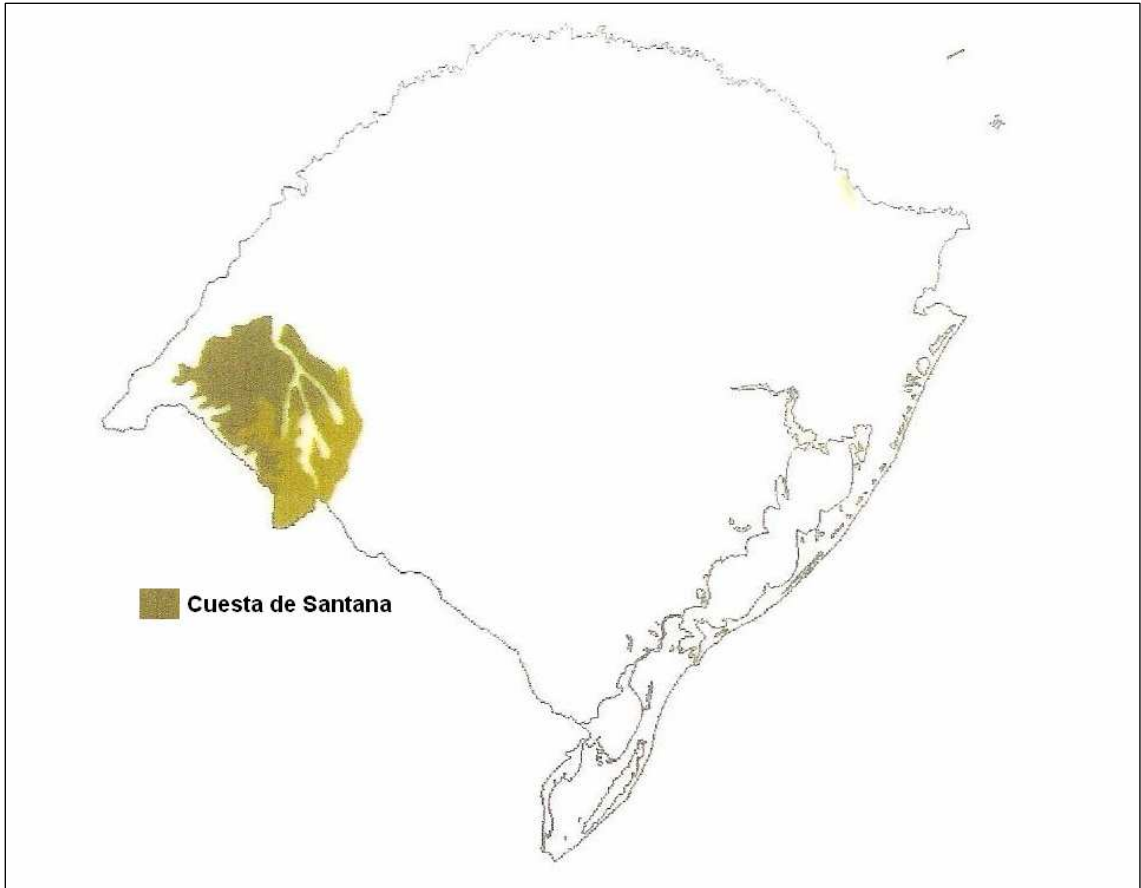


Figura 40 – Imagem ilustrativa da *Cuesta de Santana*.  
Fonte: Sartori Pereira Filho (2001).

Nas definições de Müller Filho (1970) o relevo da *Cuesta de Haedo* (Figura 41) é homoclinal dissimétrico com front voltado para leste, na qual o seu reverso mais suave recai em direção ao rio Uruguai.

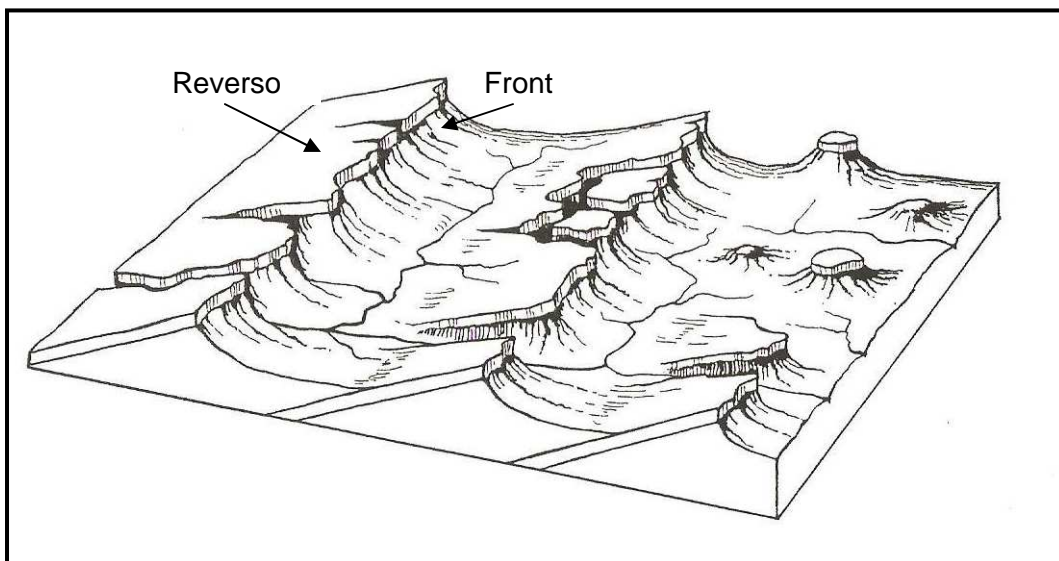


Figura 41: Imagem ilustrativa do relevo de *Cuesta de Haedo*.  
Fonte: Rossato (2003).

A erosão desta grande feição geomorfológica gerou o aparecimento de feições tabulares com dimensões reduzidas, sendo as mesmas denominadas regionalmente como Coxilha. Dentre estas destaca-se a Coxilha do Pai-Passo, Coxilha de Santana, Coxilha de Santa Helena, Coxilha de São Rafael, e ainda o Cerro do Carvão e Cerro Chato (Figura 42). Estas denominações são designadas feições locais, pois correspondem a uma setorização mais detalhada da coxilha principal.



Figura 42 - Imagem de satélite mostrando o Cerro Chato município de Quaraí-RS.  
Fonte: Google Earth, 2008.

O relevo da *Cuesta* de Santana é sustentado predominantemente pelas rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral ocorrendo, de modo restrito, intercalações com rochas areníticas da Formação Botucatu. Os tipos de modelados característicos desse unidade são as coxilhas (baixas e altas) e os morros testemunhos de topo plano e convexo.

As coxilhas altas são definidas por áreas onduladas com altitudes que variam entre 160 a 240 metros. Estas formas de relevo ocupam principalmente a porção leste e sul-sudeste do município e corresponde a 1253,2 Km<sup>2</sup>, representando 38,6% do total (Figura 43).



Figura 43 - Coxilhas altas, 2007.  
Local: RS 60, Quatepe.  
Foto: Denise Peralta Lemes

As coxilhas baixas são formadas por feições levemente onduladas, com declividade entre 5 a 8%, e altitudes que variam entre 120 a 160 metros. Essa unidade se distribui por quase todo o município, e ocupa uma área de 1719,6 Km<sup>2</sup>, ou seja, 53 % da área total, (Figura 44).



Figura 43 - Coxilhas baixas, 2007.  
Local: RS 60, Passo da Guarda.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Os morros (Figura 45) apresentam-se com declividade entre 15 a >25%, e altitudes superiores a 240 metros. Esta unidade ocupa uma área de 47,3 Km<sup>2</sup>, ou 1,5% da área do município.





Figura 45 - Imagem de satélite mostrando o Cerro do Jarau município de Quaraí-RS.  
Fonte: Google Earth, 2008.

Uma das principais feições geomorfológicas marcantes deste setor é o Cerro do Jarau (Figura 46), uma estrutura dômica situada cerca de 25 Km a noroeste do município.

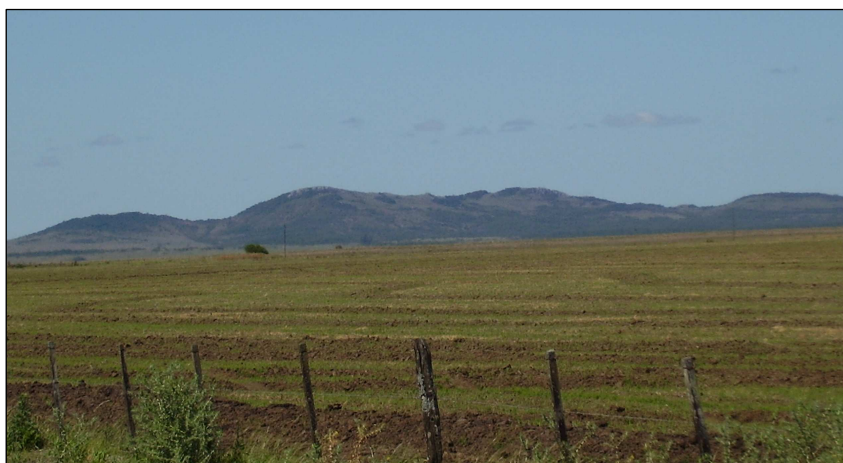


Figura 46 - Cerro do Jarau, 2007.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Segundo MRS (2002), nesta estrutura a porção central é composta por arenitos fluviais que gradua externamente para arenitos eólicos limitados, na sua parte norte, por uma crista de quartzo. Esta possuindo falha de centenas de metros de largura por aproximadamente 4 Km de extensão. Essa crista mostra uma forma de arco com alongamento principal para N 30° W e representa na porção norte, o contato com as rochas vulcânicas básicas que circundam a estrutura. Assim, a feição geomorfológica representada por esta crista foi interpretada como Estrutura Falhada Anelar do Jarau por Schuck et al. (1987), que identificou a formação da mesma por um processo cisalhamento frágil.

Esta estrutura dômica constitui um grande obstáculo para o curso do Arroio Garupa, e conforme Schuck et al. (1987) tem dificuldade de degradá-la o que provoca uma adaptação no seu traçado, que passa a ter então uma forma de arco envolvendo o denominado Domo da Boa Vista do Garupa,

A sudeste da cidade, os principais responsáveis pelo modelado do relevo são os arroios Areal e Cati, que ocorrem sobre as rochas areníticas da Formação Botucatu. As formas encontradas no interflúvio destes arroios são coxilhas associadas a um relevo degradado com diversos topos residuais de formas planas ou levemente abauladas (Figura 47).



Figura 47 - Formas de relevo próximas aos arroios Cati e Areal, 2007.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Através do mapeamento geomorfológico podemos concluir que o município de Quaraí não é marcado por grandes elevações, predominando as pequenas formas arredondadas chamada localmente de coxilhas.

Na carta topográfica do município de Quaraí, Folha Topográfica do Serviço Geográfico do Exército (1982), o ponto mais elevado corresponde o Cerro do Jarau com 308 m, localizado na porção norte-noroeste do 1º Distrito. No entanto, Simões (1993) afirma que o Cerro do Cardal, com aproximadamente 318m, seria o local de maior altitude do Município.

No 1º Distrito encontram-se as áreas mais baixas do município. Próximo ao Rio Quaraí (oeste), as altitudes não ultrapassam 100 m, e o relevo é representado por planícies aluviais. Na porção norte-noroeste localiza-se o Cerro do Jarau,

composto por uma serra com onze cerros. Giudice (1961) destaca que o mais elevado está a 308m e o mais baixo a 280 m abrangendo uma área de aproximadamente 10 Km de extensão. A área abrangida pelo Cerro do Jarau caracteriza-se por apresentar diferenciação morfológica em uma área restrita, indicando diversidade litológica e estrutural, que responde seletivamente aos processos erosivos (Lisboa, 1987).

Na porção sul-sudeste, predominam as coxilhas altas destacando-se a Coxilha de Santa Helena com aproximadamente 19 Km de extensão, e alguns cerros com alturas significativas: Cerro do Salsal (244m), Cerro do Trinta (233m), Cerro dos Marcelinos (230m) e o Cerro do Chapéu (225m).

No 2º Subdistrito, as elevações predominantes são suaves e arredondadas em forma de coxilhas baixas, onde a Coxilha de Japejú, com aproximadamente 24 Km de extensão, destaca-se como o divisor de águas das sub-bacias do Arroio Garupá e do Arroio Inhanduí. Já o 3º Subdistrito é o mais destacado em elevações e, conseqüentemente, o mais dissecado. Na sua porção norte encontramos o Cerro do Cardal com 272 m, o Cerro Grande 280 m, e o Cerro da Tuna com 260 m. Na porção sudeste encontra-se a Coxilha de São Manuel com 19 Km de extensão e ao sul a Coxilha de São Rafael, com 21 Km de extensão.

O perfil (A - A') (Figura 48) demonstra as feições características e mapeadas no município; as planícies, coxilhas baixas e altas e os cerros.

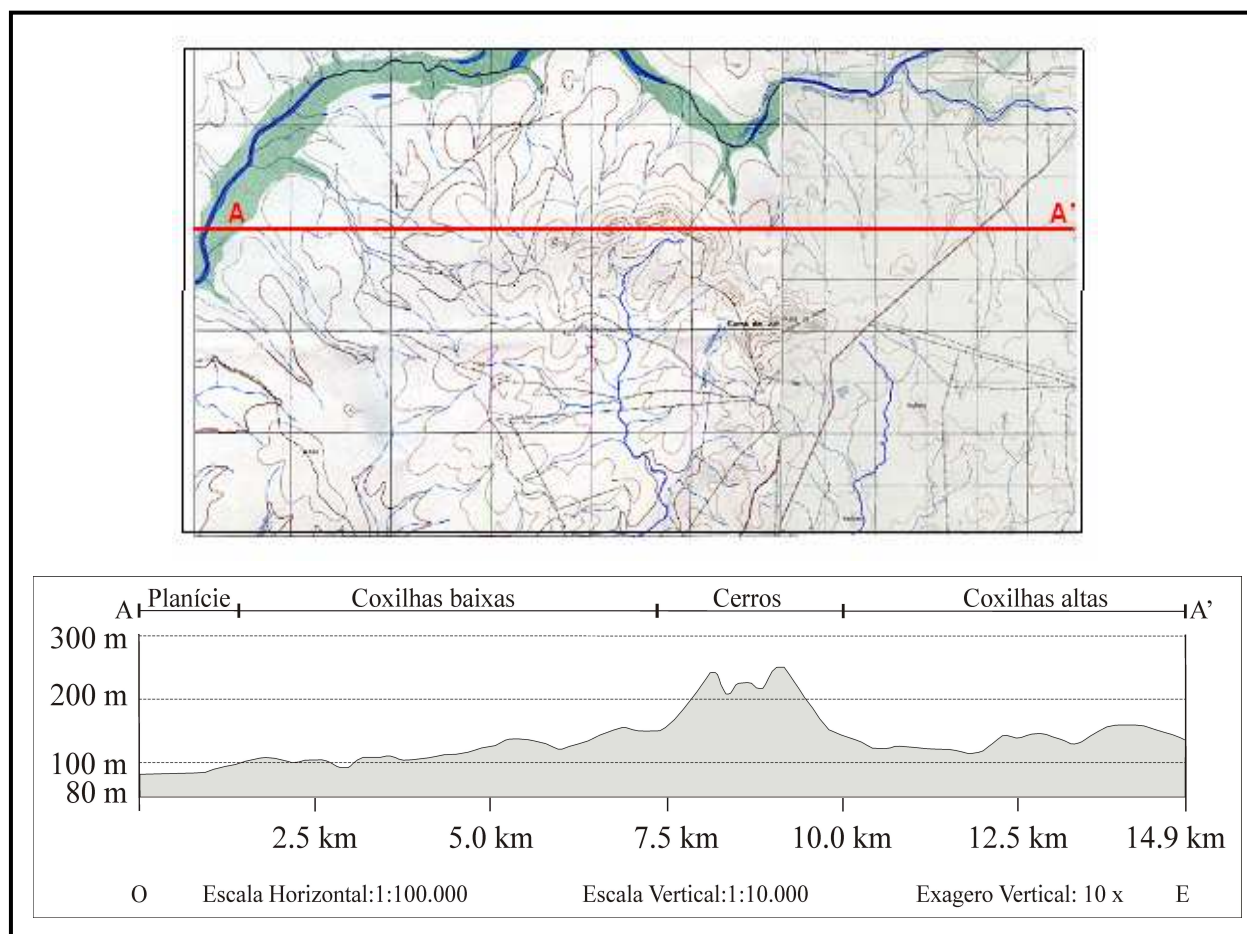


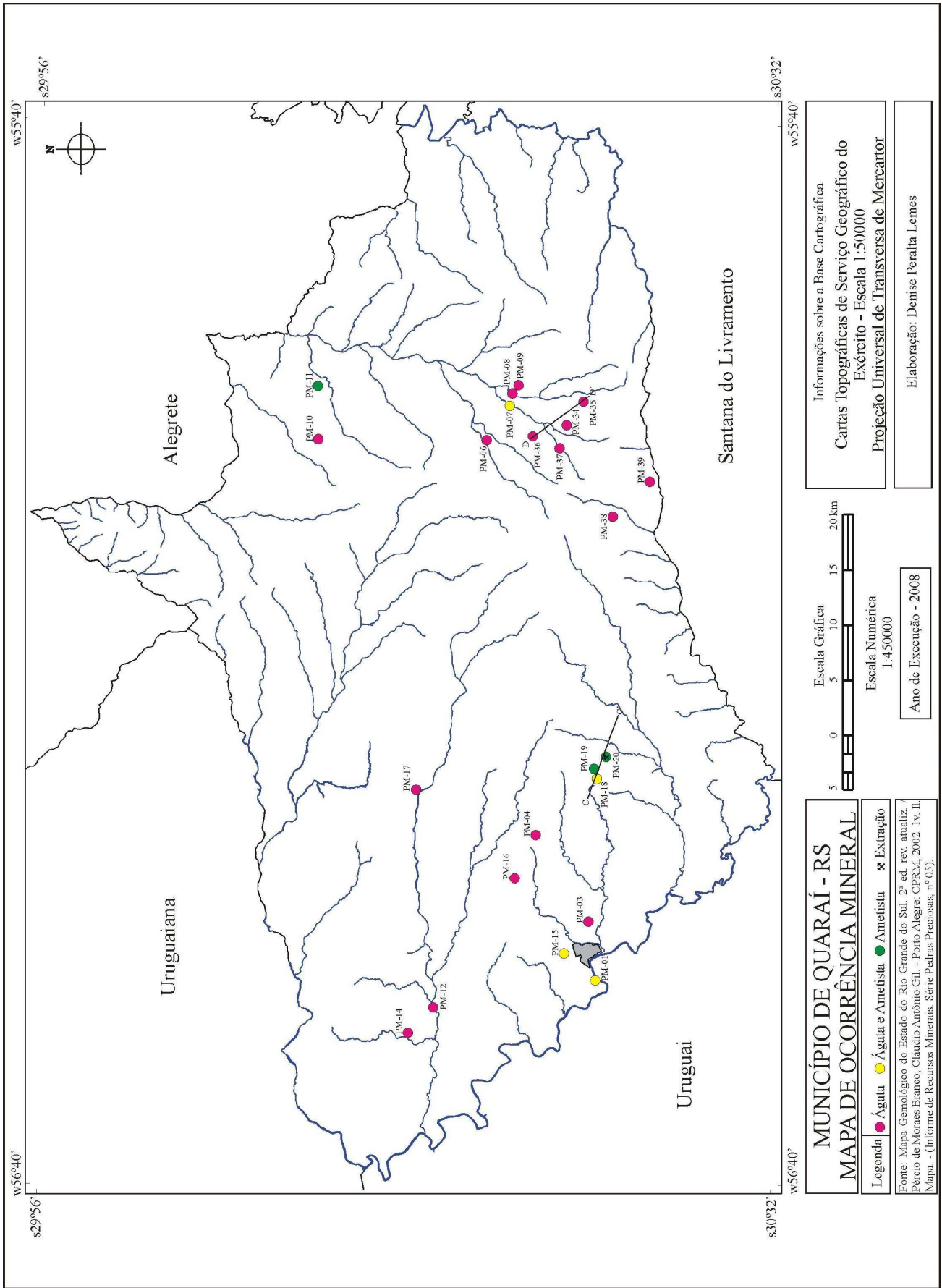
Figura 48 – Perfil das principais feições de relevo no município de Quarai.  
Org: Denise Peralta Lemes

### 3.2 Áreas de Ocorrência mineral no município

A ocorrência mineral em Quarai é ressaltada em vários trabalhos dentre eles destacamos as pesquisas de Wagner (1911), Schmitt et al (1991), Branco e Gil (2002) e Acauan (2003). O primeiro autor relata em seus manuscritos a abundância de minerais da família da sílica no município. Entre os minerais catalogados pelo autor na época destacam-se: o quartzo, a ametista, opala, calcedonias entre outros.

Em estudos mais recentes realizados por Branco e Gil (2002) foram constatadas a ocorrência de seis tipos de minerais no município: a ágata, ametista, cornalina, cristal-de-rocha, jaspe e ônix, sendo que para o presente estudo foram considerados apenas os dois primeiros. A Figura 49 ilustra a distribuição espacial da ocorrência desses minerais no município.





**MUNICÍPIO DE QUARAÍ - RS**  
**MAPA DE OCORRÊNCIA MINERAL**

● Ágata   ● Ametista   ★ Extratção  
 ● Ágata e Ametista   ● Ametista   ★ Extratção

Fonte: Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. 2ª ed. rev. atualiz. Pércio de Moraes Branco; Cláudio Antônio Gil. - Porto Alegre: CPRM, 2002. IV. II. Mapa. - (Informe de Recursos Minerais. Série Pedras Preciosas, nº 05).

Escala Gráfica  
 Escala Numérica  
 1:450000  
 Ano de Execução - 2008

Informações sobre a Base Cartográfica  
 Cartas Topográficas de Serviço Geográfico do Exército - Escala 1:50000  
 Projeção Universal de Transversa de Mercator

Elaboração: Denise Peralta Lemes

### 3.2.1 Ametista em Quaraí-RS

De acordo com Schmitt et al (1991) foram identificados no município, quatro derrames basálticos, sendo aquele portador de mineralização o terceiro da seqüência. Segundo os autores é possível a visualização direta do contato, em discordância litológica, entre o arenito da Formação Botucatu e o primeiro derrame basáltico da Formação Serra Geral. Os autores ainda ressaltam que os principais depósitos de ametista situam-se nas localidades de Rosada, Cati-Quatepe e Salsal, distante 6,36 e 45 Km, respectivamente.

Segundo Wagner (1911) a ametista era abundante no município naquele período, sendo encontrados cristais de tamanhos variados e de cores entre lilás-claro e roxo escuro. Através dos relatos do autor, na época o mineral foi objeto de grande comércio. As ametistas localizavam-se próximo aos arroios Mancarrão, Garupa, Quaraí-Mirim e em outros pontos.

Nos estudos realizados por Branco e Gil (2002) foram apontadas à ocorrência de ametistas em seis locais no município, dos quais em este mineral encontra-se sozinho (PM 19, PM 20) e em outros quatro encontram-se associados com ágatas e cristais de rocha (PM 01, PM 07, PM 15, PM 18).

O ponto identificado como PM 01 localiza-se próximo a Cabanha Branca, onde existe um garimpo a céu aberto intermitente, e onde há extração de ágatas, ametistas e cristal de rocha. Durante visita ao local foi constatado que os minerais são extraídos de forma manual, utilizando-se pás para fazer as escavações. A retirada destes é clandestina e na ocasião não foi possível chegar até o local das escavações.

O ponto PM 07 (Figura 50), fica localizado próximo ao Arroio Pai Passo, nos estudos de Branco e Gil (2002), à ocorrência desse mineral.

Através das saídas de campo, foram encontradas ametistas e ágatas espalhadas pelo campo e uma escavação na margem esquerda do Arroio Pai Passo. Assim, o ponto PM 15 localiza-se na saída de Quaraí em direção Uruguaiana, mais precisamente na Fazenda Santa Zeli, sendo que no local, conforme a pesquisa, existiu um garimpo a céu aberto que encontra-se hoje abandonado. Durante a visita, foi constatado que existe escavações e retirada de

ágatas e ametistas de forma clandestina. Também não foi possível chegar às escavações neste local.



Figura 50 - Imagem de satélite mostrando o ponto PM 07, próximo ao Arroio Pai Passo  
Fonte: Google Earth, 2008

O ponto PM 18 localiza-se próximo a Sanga do Salso, onde existe um garimpo a céu aberto abandonado que, possivelmente, é utilizado para extração de cristal de rocha, ágatas e ametistas (Figura 51 e 52).



Figura 51 - Imagem de satélite mostrando o ponto PM 18, garimpo a céu aberto.  
Fonte: Google Earth, 2008



Figura 52 – PM 18 garimpo a céu aberto abandonado, localizado próximo a Sanga do Salso, 2005.  
Foto: Denise Peralta Lemes

O ponto PM 19 fica localizado na Fazenda Cantarelli, na localidade das Laranjeiras, onde existe uma mina de ametista abandonada que conforme os trabalhos de Branco e Gil (2002), significa que no local ocorre ou ocorreu jazimento com lavra mecanizada, mesmo que intermitente, paralisada ou abandonada. Desta forma, através da figura 53 podemos perceber uma enorme área escavada. Consta que no local foi encontrada uma pedra de ametista muito bonita e de tamanho considerado, porém, hoje a supostamente mina encontra-se abandonada, embora a relatos que ainda existe escavações no local mas de forma clandestina.



Figura 53 - Imagem de satélite mostrando o ponto PM 19, mina de ametista abandonada.  
Fonte: Google Earth, 2008

O ponto PM 20, também localizado na Fazenda Cantarelli (Laranjeiras), possui uma mina a céu aberto em atividade. No local conforme pode ser observado



nas Figura 54 a paisagem está desfigurada. Neste ocorreu extração de ametista, mas hoje não estão sendo retirados minerais do local.



Figura 54 - Imagem de satélite mostrando o ponto PM 20, mina de ametista a céu aberto  
Fonte: Google Earth de 2008.

Como pode-se perceber no município, a exploração de ametista não é realizada de maneira sistemática, mas têm-se notícias da sua ocorrência em alguns locais indicados por Branco e Gil. Isto foi verificado através de perfurações e escavações de poços e açudes, e dos relatos de moradores, escavadores clandestinos e de lapidadores (principais compradores do mineral no município).

A exploração de ametistas é pouco desenvolvida, sendo que a maioria das áreas requeridas ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) estão em fase de pesquisa. Portanto, a descrição dos depósitos desta região está baseada na coleta de dados realizados em campo, em algumas escavações e também nos jazimentos de Santana do Livramento e em Artigas, no Uruguai.

Segundo Acauan (2003) os depósitos de ametistas no município ocorrem predominantemente em colúvio e em geodos no basalto mais raramente. Os derrames são pouco espessos e, por vezes, são separados por lentes de arenitos intertrápicos. Schmitt et al (1991) destaca que o derrame portador da mineração é também pouco espesso, levando a crer que lhe falta à zona intermediária. O fraturamento vertical é predominante, sendo que o fraturamento horizontal de base ou de topo é o que se salienta em proporção.

As gemas encontradas têm coloração lilás escuro, mas são de pequeno tamanho. A mineralização caracteriza-se por pequenos geodos, sendo raros os

casos de minerais com mais de 50 cm de diâmetro. As ametistas encontradas na superfície, os fragmentos de drusas e cristais disseminados no solo argiloso aparecem associadas a seixos de arenito silicificado, mais conhecido na região por *pedra de rio*.

As ametistas neste local apresentam coloração mais escura do que aquelas localizadas no Alto Uruguai, portanto de melhor qualidade para a indústria de jóia. Entretanto, como ainda não foram encontrados geodos inteiros para extração, a ametista é mais procurada para coleção e/ ou ornamentação.

Ainda vale destacar que na região da Fronteira Oeste já teve há alguns anos uma produção significativa deste mineral, hoje, no entanto não se destaca como área produtora, embora constatada, a ocorrência desse mineral.

### 3.2.2 Ametista no departamento de Artigas-RU

No distrito mineiro de Artigas, segundo Duarte (2008), foram mapeados e identificados seis derrames sendo dois mineralizados (portadores de ametistas) e quatro não mineralizados. Aqueles portadores de mineralização foram denominados de *colada* Catalán (derrame portador inferior – 2) e o *colada* Cordilhiera (derrame portador superior – 4). O termo *colada* é derrame de lava em espanhol e é usado para manter a linguagem dos mineradores da área de estudo (DUARTE, 2008).

O mineral é encontrado desde as cotas altimétricas mais baixas de 170 metros (derrame inferior -2) e as porções mais elevadas com aproximadamente 240 metros (Cordilhiera de Belém, derrame superior – 4).

Duarte (2008) relata que nessa região afloram basaltos andesíticos, de caráter toleítico do grupo baixo-Ti. As espessuras dos derrames são estimadas em aproximadamente 9 a 50 metros, dispostos em unidades tabulares horizontais a subhorizontais. A extração de ametista em Artigas é realizada principalmente na Formação Basáltica de Arapey (equivalente a Formação Serra Geral no Brasil), é uma formação muito extensa e nela contém os melhores jazimentos de ametistas desse município.

Segundo Guinea (2006), em Artigas, existe uma incerteza quanto ao volume das reservas de qualidade de ametistas, mas sabe-se que é encontrada em vários

pontos. A Figura 55 aponta as principais áreas de ocorrência desse mineral no país vizinho.

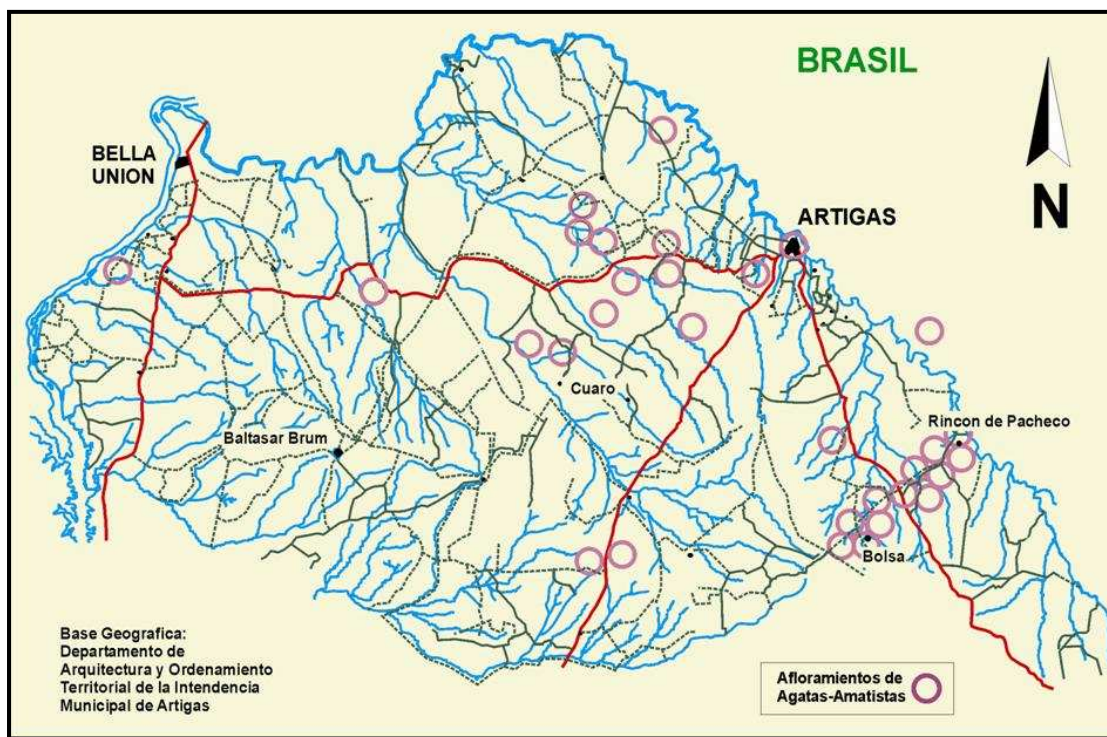


Figura 55 - Mapa ilustrativo das áreas de afloramento de Ágatas e Ametistas no Departamento de Artigas, Uruguai.  
Fonte: Guinea, 2006.

De acordo com Schimitt et al (1991), nos jazimentos de Artigas, os geodos de ametistas estão incrustados na rocha sã, de granulação fina e muito dura. A ocorrência de celadonita é bastante reduzida e, devido a isto, o basalto apresenta grande dureza. Para Scopel (1997) a presença de celadonita é um guia prospectivo para presença de geodos mineralizados de ametistas, tanto em Artigas como no Alto Uruguai.

No município uruguaio, o mineral é extraído de duas formas, a primeira, onde o basalto é muito duro e compacto, a mineração é feita através de galerias subterrâneas artesanais (Figura 56 A e B) para preservar a integridade dos geodos. A segunda em garimpos a céu aberto (Figura 57), o basalto encontra-se decomposto onde aparecem os geodos de ágatas e ametistas muito alterados.



Figura 56 A – Galerias Subterrâneas, 2007.  
Local: *Colada Catalán*, Artigas - Uruguai.  
Foto: Denise Peralta Lemes



Figura 56 B – Galerias Subterrâneas, 2007.



Figura 57 - Garimpo a céu aberto, 2007.  
Local: *Colada Catalán*, Artigas - Uruguai.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Um fato relevante que nos motivou a desenvolver essa pesquisa foi à proximidade existente entre Quaraí-Artigas no Uruguai. O país vizinho possui enormes jazidas de ametistas próximas ao município brasileiro, tendo uma litologia e morfologia muito semelhante conforme foi comprovado através dos estudos de Duarte (2008). No entanto falta saber se os derrames portadores da mineração no território Uruguaio são os mesmos encontrado no brasileiro.

Por isso acredita-se ser importante e necessária a realização de estudos mais aprofundados sobre a geologia de Quaraí, já possivelmente o município pode apresentar grande potencial em ser um excelente produtor e explorador de ametistas e ágatas.



### 3.2.3 Ágata em Quaraí-RS

Wagner em seus estudos de 1911 relatou a ocorrência das ágatas, que os habitantes locais chamavam de “pedra botija”, devido ao som que elas produziam. Nos estudos realizados por Acauan (2003), este avaliou a geologia e gemologia das ágatas na região e concluiu que as gemas têm como rocha hospedeira o basalto e o basalto-andesito, que apresentam fraturamento horizontal e vertical, texturas ofítica a subofítica e são compostos por plagioclásio, piroxênio e minerais Opacos.

Seguindo os estudos de Branco e Gil (2002), foram anotados dezesseis pontos de ocorrências de ágatas no município (PM 03, PM 04, PM06, PM 08, PM 09, PM 10, PM 12, PM 14, PM 16, PM 17, PM 34, PM 35, PM 36, PM 37, PM 38, PM 39). Dos dezesseis pontos, foram visitados doze dentre eles: PM 03, PM 04, PM 06, PM 08, PM 09, PM 12, PM 14, PM 16, PM 17, PM 34, PM 35, PM 36.

O ponto PM 03, fica localizado junto ao (antigo) campo de pouso do município. A presença de ágatas no local é pequena, o mineral encontra-se espalhado pela superfície (Figura 58).



Figura 58 – Ágatas espalhadas pela superfície, 2007.

Local: Junto ao antigo campo de pouso, RS 60.

Foto: Denise Peralta Lemes

O ponto PM 04, localiza-se no (antigo) aeroporto (próximo ao ponto PM 03), onde também foi constatado apenas fragmentos desse mineral.

O ponto PM 06 está localizado no Passo da Guarda, onde foram observadas escavações superficiais próximas a pequenos lajeados. Ainda observou-se, que foram extraídos do local cristais de rocha e ágatas (Figura 59 A e B).



Figura 59 – Escavações superficiais de ágatas, 2007.  
Local: Passo da Guarda, RS 60.  
Foto: Denise Peralta Lemes

Os pontos PM 08 e PM 09, localizam-se no Passo do Pai Passo, onde foram observadas escavações nas margens do arroio, encontrando próximo ao local fragmentos de ágatas, (Figura 60).



Figura 60 - Imagem de satélite mostrando o ponto PM 08 e 09, escavações de ágatas na margem do arroio Pai Passo.  
Fonte: Google Earth, 2008

O ponto PM 12 localizado no Arroio Mancarrão, onde foi constatada uma enorme pedreira abandonada (Figura 61) sendo que, nas suas paredes não foram encontrados minerais preciosos de nenhum tipo (Figura 62).



Figura 61 – Imagem de satélite mostrando o ponto PM 12, pedreira às margens do arroio Mancarrão  
Fonte: Google Earth, 2008



Figura 62 - Pedreira abandonada às margens do Arroio Mancarrão, 2005.  
Foto: Denise Peralta Lemes

O ponto PM 14 localiza-se ao sul do Cerro do Jarau, no local não foram encontrados indícios de extração de ágatas.

Nos pontos PM 16 e PM 17, localizados na estrada que liga Quaraí ao município de Alegrete e na cabeceira do Rio Quaraí-Mirim, respectivamente, foram encontrados montes de ágata e cristal de rochas. Acredita-se que estavam sendo



preparados para serem recolhidos e para posteriormente serem comercializados (Figura 63), próximo do local é freqüente a observação de fragmentos mineral espalhados pelo campo.



Figura 63 – Montes de ágatas e cristal de rocha, 2007.  
Local: as margens da RS 377.  
Foto: Denise Peralta Lemes

No ponto PM 34, localizado na Estância Querência, foram encontradas ágatas espalhadas pelos campos. Nesta área, hoje encontram-se as lavouras da estância, e percebe-se que o local foi intensamente escavado e retrabalhado. O mineral que lá aparecia, é encontrado em pouca quantidade.

Os pontos PM 35 e PM 36 estão localizados próximo ao Arroio Pai Passo, também em áreas agricultáveis (Figura 64), no local encontram-se plantações de arroz. Nesta também constatou-se à ocorrência de ágata mas em pequenas quantidades e dispersas pelo campo.



Figura 64 - Imagem de satélite mostrando os ponto PM 35 e 36, áreas agricultáveis do Arroio Pai Passo. Fonte: Google Earth, 2008.

### 3.3 As formas de relevo e as ocorrências minerais no município de Quaraí-RS

Como já foi mencionado anteriormente, os minerais que foram considerados ao longo do trabalho são as ágatas e as ametistas. Para contemplar essa etapa da pesquisa aparecem traçados alguns perfis nas áreas onde foram constatadas as ocorrências desses minerais no município de Quaraí.

O mapa de ocorrência mineral (Apêndice D) nos mostra a localização dos pontos traçados nos perfis (B – B') e (C – C').

#### 3.3.1 Formas de relevo e as ágatas

Foram traçados perfis topográficos nas áreas de ocorrência desse mineral para ilustrar as áreas apontadas com a presença de ágatas.

As ágatas foram encontradas em diferentes locais do município localizando-se, principalmente, nas áreas de coxilhas baixas, onde o relevo é caracterizado por ondulações menos acentuadas que as coxilhas altas. Além destas, as ágatas também são encontradas próximas às margens de arroios e sangas como Mancarrão, Quaraí-Mirim, Pai Passo e Sanga do Salso.

Os dois pontos traçados no perfil (B – B') foram o PM 36 e o PM 35, localizados próximo ao Arroio Pai-Passo à aproximadamente 100 metros de altura. Atualmente o local é utilizado para a plantação de arroz, onde foi observada a ocorrência de ágata, porém em pequena quantidade.

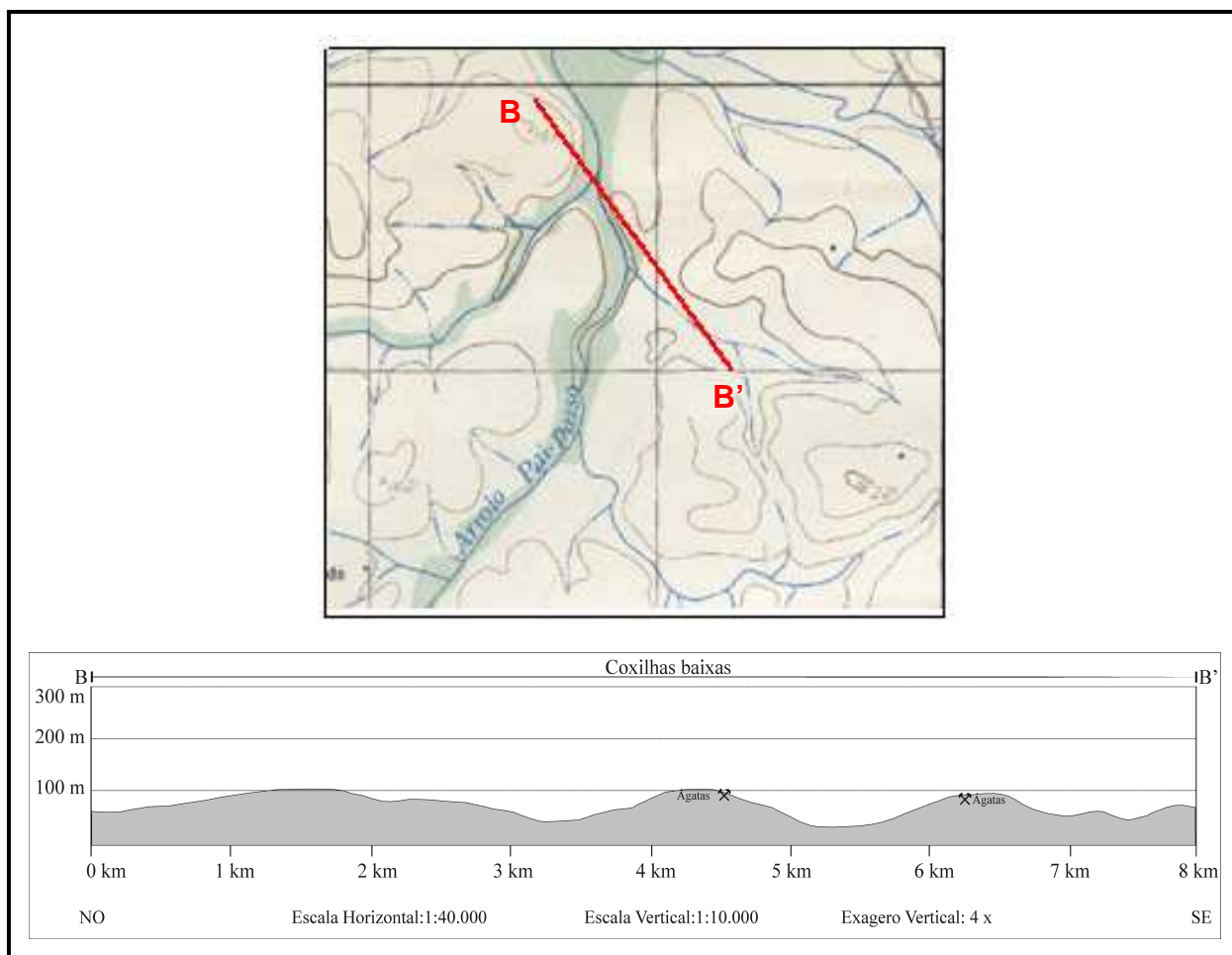


Figura 65 – Perfil localizando as ametistas nas coxilhas altas.  
 Local: Arroio Pai Passo.  
 Org: Denise Peralta Lemes

### 3.3.2 Formas de relevo e as ametistas

Conforme mostra o perfil (C - C') da Figura 66, os pontos utilizados para a demarcação do perfil foram os pontos PM 19 e PM 20, os dois localizados na Fazenda Cantarelli (Laranjeiras). Com sua análise, pode-se visualizar que as ametistas encontram-se nas áreas de coxilhas altas, onde seus pontos de extração estão situados a cerca de 200 metros de altitude. As coxilhas nesses locais são marcadamente arredondadas e de certa forma bem preservadas.

Percebesse ainda, que as cotas altimétricas onde foram encontradas as ametistas são semelhantes com as cotas altimétricas das ametistas encontradas em Artigas no Uruguai, lembrando que neste as altitudes de extração estão entre 170 a 240 metros.

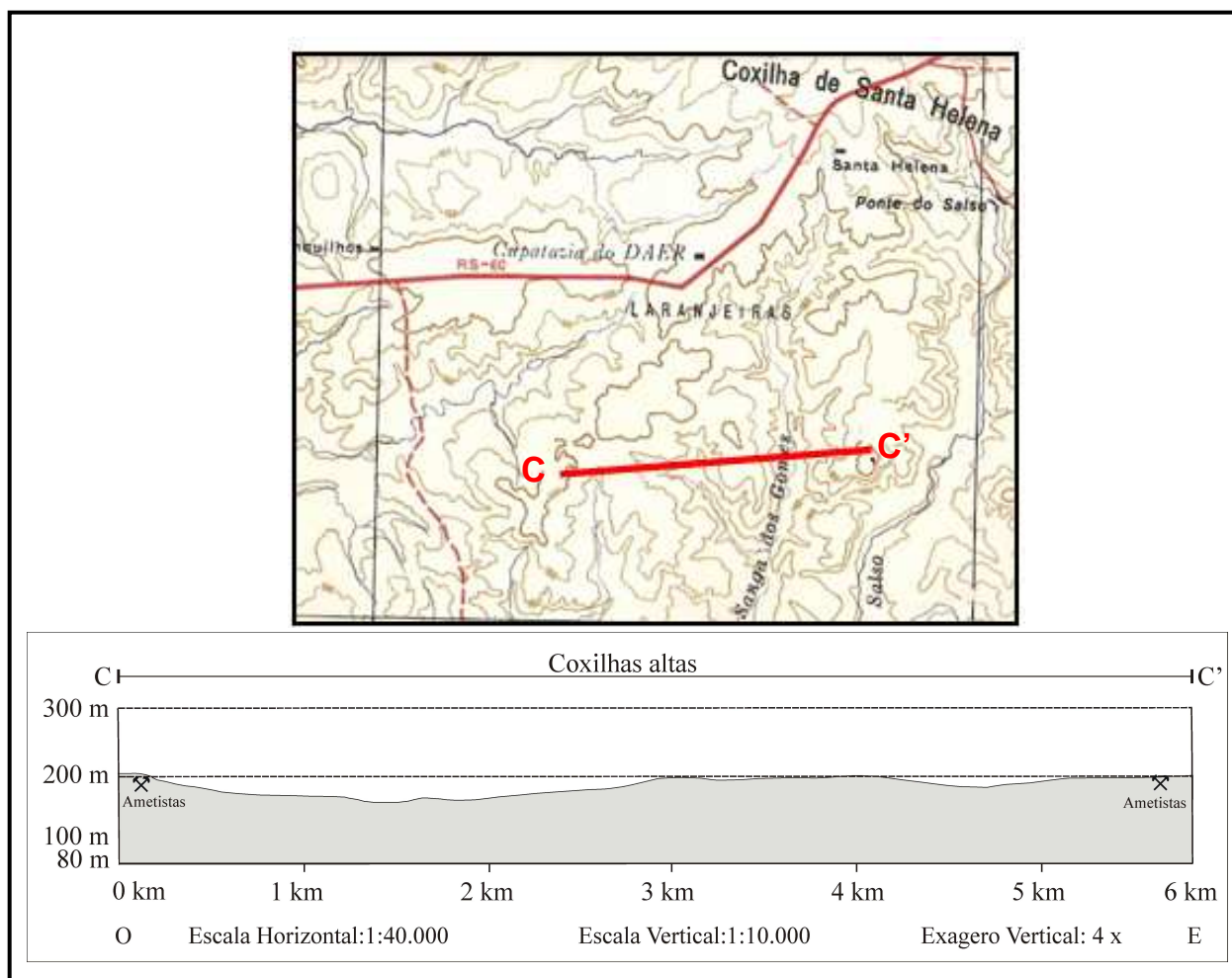


Figura 66 - Perfil localizando as ágatas nas coxilhas baixas.

Local: Laranjeiras.

Org: Denise Peralta Lemes

Como não há estudos aprofundados da geologia local, pois não existe muitos cortes propícios no relevo para se fazer uma análise detalhada da geologia, tentou-se através da geomorfologia fazer uma correlação das áreas de ocorrência mineral e as formas de relevo. Para tal questão, foram utilizados além do mapa de compartimentação geomorfológica (Apêndice E), os dados de Duarte (2008) que nos apontam 2 derrames em território Uruguaio com cotas de mineração em torno dos 170 a 240 metro.

Através das observações da paisagem, acredita-se que a geomorfologia tenta nos estabelecer certa (co)relação das áreas de ocorrência mineral e as feições do relevo. Em alguns pontos, pode-se perceber, que as ágatas são encontradas em cotas abaixo das ametistas, isso nos remete a hipótese da ocorrência de 2 derrames

distintos onde as ametistas teriam se formado posteriormente às ágatas, conseqüentemente o derrame seria mais recente (comparado-se com os derrames do Uruguai). A outra possibilidade é a ocorrência de um derrame único muito alterado e retrabalhado onde o mineral é encontrado nos colúvios. É válido destacar que apenas a estratigrafia dos derrames poderá ou não concretizar tais suposições, embora ela pareça bastante evidente.

### 3.3.3 Utilização econômica das gemas no município

Como pode-se perceber, não foram encontrados grandes depósitos de minerais no município. Sabe-se que estudos sobre a geologia local são incipientes. Há projetos sendo desenvolvidos no município, mas que até o momento não apresentam os resultados.

Baseado no trabalho de Branco e Gil (2002), foram pontuados vários locais de extração mineral, mas nenhuma delas com grande produção a ponto de trazer benefícios ao município. O material encontrado nesses locais se limita ao comércio local, pois são de pequeno tamanho, e são utilizados geralmente para coleção e ou ornamentação. Existem no município, vários locais onde é feita a lapidação de ametistas e ágatas, mas o mineral que é lapidado vem do Uruguai (Artigas), onde lá sim são encontradas ametistas de diversos tamanhos e de ótima qualidade.

O município necessita de estudos mais específicos sobre sua geologia. Indícios de minerais existem, no entanto precisa-se saber se o derrame portador de ametistas encontra-se em Quaraí ou em outro local. Essas são algumas questões que devem ser analisadas para que esse mineral, se encontrado em grande quantidade possa ser aproveitado, não apenas para adorno de moradias, mas sim para exploração comercial, gerando lucros consideráveis ao município, que necessita com urgência de novos investimentos e incentivos econômicos.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

No decorrer do desenvolvimento do trabalho surgiram vários momentos que levaram à reflexões e avaliações. Alguns pontos relevantes tiveram de ser reconsiderados, entre eles o objetivo proposto ao iniciar a pesquisa, os caminhos percorridos e finalmente o resultado que se desejava obter. Assim, ao longo do percurso, alguns ajustes foram necessários, destacando-se a centralização da pesquisa geomorfológica e seu objetivo geral.

A metodologia adotada possibilitou a classificar do relevo em diferentes compartimentos o que propiciou um melhor entendimento da paisagem ao ser hierarquizado em morfoestrutura, morfoescultura e unidades morfológicas menores.

Trabalhar com imagens em formato digital foi um dos pontos muito relevantes dentre os procedimentos operacionais, pois o tempo para a confecção dos mapas foi reduzido de forma considerável, e os resultados alcançados mais precisos do que se fossem feitos com técnicas manuais.

A ciência geomorfológica contribui muito para um bom planejamento municipal, pois além de ser uma ferramenta que estuda o relevo, também oferece técnicas que facilitam o entendimento de diversos ambientes naturais, aqui no caso facilitada pela cartografia geomorfológica. Com o estudo geomorfológico desenvolvido no município de Quaraí-RS, espera-se que trabalhos futuros no intuito de ir além dessa compreensão possam ser desenvolvidos neste âmbito, já que entende-se que estes estudos estão apenas começando.

Os aspectos do meio físico poderão ser levados para avaliação e possíveis inventários ambientais do município, contribuindo para as diversas etapas de um bom planejamento do ambiente, indicando as melhores alternativas para o uso e ocupação do espaço local. Pelo fato do município de Quaraí ter sua ocupação, caracterizada por extensos campos de criação de gado, o crescimento das lavouras, necessita de um planejamento que vise o desenvolvimento sustentável das atividades futuras e também o monitoramento das atividades em andamento, pois como foi destacado no estudo, muitas áreas encontram-se visivelmente degradadas.

Com o mapeamento geomorfológico foi possível fazer a caracterização, a análise e a cartografia das formas de relevo existente no município até o terceiro táxon proposto por Ross (1992). Assim, também buscou-se apresentar junto aos

aspectos geomorfológicos, os demais elementos fundamentais para compreensão do relevo (clima, geologia, solo, hidrografia) propiciando assim uma maior inter-relação de suas estruturas.

Ainda se preocupou em relacionar a ocorrência de ágatas e ametistas com as formas de relevo, onde foi possível constatar que as ametistas estão localizadas geralmente nas coxilhas altas, com altitudes em torno de 200 metros, altura aproximada das ametistas encontradas em Artigas. Já as ágatas são encontradas em relevos mais suaves, nas coxilhas mais baixas e próximas a planícies e arroio importantes do município, em altitudes que variam de 80 a 140 metros.

Outro fato que deve ser considerado é que a extração desses minerais, não é muito significativa para o município. Hoje as ametistas encontradas são muito pequenas e de pouco valor comercial, sendo utilizadas normalmente para coleção e adornos para casas.

É importante destacar que não existem estudos muito aprofundados sobre a geologia do município e que os dados utilizados aqui nessa pesquisa foram baseados principalmente no trabalho desenvolvido por Branco e Gil, (2002), Duarte (2008) e atividades de campo desenvolvidas em 2005 em parceria com a UFRGS, juntamente com geólogos de Quaraí e Santana do Livramento. As atividades de campo realizadas neste mesmo ano resultariam em uma dissertação de mestrado prevista a ser publicada no ano de 2007 pela UFRGS, na qual constariam dados muito importantes a essa pesquisa, mas infelizmente não foi concluída a tempo, e não podemos contar com alguns dados que certamente enriqueceriam este trabalho.

É neste sentido que se espera novos interesses aos estudos não só em análises geomorfológicas, mas também gemológicas do município, pois sabe-se que a área possui potencialidades e necessita de estudos mais aprofundados. A elaboração do mapeamento geomorfológico espera contribuir dessa maneira, para o entendimento das estruturas e formação do relevo, sobrepondo fundamental importância no processo de uso e ocupação do relevo, de acordo com as potencialidades e restrições de cada local.

O trabalho possibilitou a reflexão a respeito de duas hipóteses sobre a ocorrência minerais no município, sendo a primeira a ocorrência de dois derrames distintos onde as ametistas teriam se formado posteriormente às ágatas, conseqüentemente o derrame das ametistas seriam mais recente. E a segunda a ocorrência de um derrame único muito alterado e retrabalhado onde o mineral

apresenta-se em colúvios. É válido destacar que apenas a estratigrafia dos derrames poderá ou não concretizar tais suposições, embora pareçam bastante evidentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAUAN, R. B. **Caracterização geológica e gemológica da ametista e ágata de Santana do Livramento, Sudoeste do RS.** Trabalho de conclusão do curso de Geologia - UFRGS. Instituto de Geociências. Porto Alegre. 89 p., 2003

AGOSTINI, I. M. **Ágata do Rio Grande do Sul.** Brasília: DNPM, 1998.

ALMEIDA, N.O. **Metodologias em Geomorfologia Ambiental.** Geosul. n.01, p. 59-68, 1986

Anuário Comércio Exterior. **Análise Comércio Exterior.** Análise. São Paulo. 253 p. 2006.

APEX/IBGM. **Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimentos.** 2008

Disponível em:  
<[http://www.aprendendoaexportar.gov.br/gemasejoias/html/sobre/dados\\_sobre.html](http://www.aprendendoaexportar.gov.br/gemasejoias/html/sobre/dados_sobre.html)>  
. Acesso: 25 jun 2008.

ARCHELA, R.S; ARCHELA, E. **Síntese cronológica da cartografia no Brasil.** Portal da Cartografia. Londrina, v.1, n.1, maio/ago p. 93 – 110. 2008. Disponível in: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>. Acesso: jul 2007

ASSUNÇÃO, W. L. **Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG).** UNESP/PP, 281p. 2002. Tese (Doutorado em Geografia).

AB´SABER, A. N. **Um conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia, 18, IGEO-USP, São Paulo. 1969

ABREU, A. A. **A teoria geomorfológica e sua edificação:** análise e crítica. In: Revista Brasileira de Geomorfologia. 4 (2) p. 51-67. 2003.

ABREU, S. F. **Recursos minerais do Brasil.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973.

AUGUSTIN, A, H. **Geologia do Depósito de ágata e Ametista da Mina Novo São João, Santana do Livramento, RS** (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal

do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível: <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=34063389> Acesso: 30 out 2008.

BARRETO,S,B; BITTAR,S.M.B.B. **Gemas do Brasil**. In: TALLER IBEROAMERICANO DE RECURSOS MINERALES Y APOYO A LA PEQUEÑA MINERIA, Havana 2008. Disponível em: <http://petitamineria.com/programa.htm>. Acesso em: 26 out 2008

BERNARDY, R.J & MIORIN, V. M. F . **Estudos da ação antrópica sobre o meio ambiente em áreas de produção familiar, na sub-bacia do Areal, município de Quaraí-RS**. Geografia: Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v 11, n. 1, p. 41-50, 2001.

BORTOLUZZI, C.A. **Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria**, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p.7- 86, 1974.

BRANCO, P. M. **Províncias gemológicas**. Disponível em: [http://www.portaldasjoias.com.br/Novembro\\_03/Gemologia/gemologia.htm](http://www.portaldasjoias.com.br/Novembro_03/Gemologia/gemologia.htm). Acesso em: 15 Nov. 2007.

BRANCO, P. de M.; GIL, C. A. A. **Mapa gemológico do estado do Rio Grande do Sul**. 2. ed. rev. atual. Porto Alegre: CPRM, 2002.

CABRAL, I.L.L.; MACIEL FILHO, C.L. Medidas de erosão e deposição em solos arenosos. **Geografia**, v. 16, p. 95- 116, 1991.

CÂMARA G; SOUZA R. C. M; FREITAS U. M; GARRIDO J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling". **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CASTRO, F.C.N; ALBUQUERQUE, F. J. A; SILVA F. L. M; MELO, J. S; PIMENTEL NETO, J. G; SILVA FILHO, P. A.; NOBREGA, P. R . C; SANTOS, R. A. A. **A busca por relações entre o geoprocessamento e a geomorfologia na elaboração de um planejamento territorial**. Anais - I I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 2004. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr2/pdfs/poster16.pdf>. Acesso: 20 nov 2007.

CASTRO, C de; JATOBÁ, L. **Litosfera. Minerais, Rochas, Relevo**. Recife: Editora Universitária, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2ª ed. 188p. 1980.

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG., 2001.

De BIASI, M. de. **Carta de declividade de vertentes**: confecção e utilização. Geomorfologia, São Paulo, IGEO/USP, n. 21, 1970

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sumário mineral 2006**: Desempenho da economia mineral, v. 2: Brasil Mineral: a Economia que Brilha. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral. 2006.

DESCRIÇÃO GERAL DAS ÁREAS INVENTARIADA. **Inventário florestal contínuo**. Disponível em [http://coralx.ufsm.br/ifcrs/Cap\\_II\\_Descri%E7%E3o%20Geral.pdf](http://coralx.ufsm.br/ifcrs/Cap_II_Descri%E7%E3o%20Geral.pdf) Acesso: 25 set 2007.

DIAGNÓSTICO URBANO E AMBIENTAL DE QUARAÍ. Atelier A3 consultoria de arquitetura LTD. Org: Antônio Augusto Nadal da Luz e Vanisse dos Santos Silva Rodrigues. Prefeitura municipal de Quaraí, Gestão 2005 -2008.

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro** 2006. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68>>. Acesso em: 02 maio 2008.

DNPM. **Sumário Mineral Brasileiro** 2007. Disponível em: <[http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2007/diamant\\_SM2007.doc](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2007/diamant_SM2007.doc)>. Acesso em: 02 maio 2008.

DUARTE, L. C. **Evolução geológica, geoquímica e isotópica das mineralizações de geodos com Ametista, Artigas, República Oriental do Uruguai**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível: <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=38073367> Acesso: 15 out 2008.

DUARTE, P. A. **Cartografia Básica**. Florianópolis, SC: Ed da UFSC, 2 ed. 1988.

EBERT, H. D.; PENTEADO, A. H. D. G. **Modelagem tridimensional de estruturas geológicas complexas em microcomputadores..** Geociências. São Paulo, v. 14, n. 2, p. 227-245, 1995.

EMBRAPA, monitoramento por satélite. **Sistema de Gestão de Território da ABAG/RP**, 2005 Disponível em: <http://www.abagrp.cnpm.embrapa.br/areas/geomorfologia.htm>. Acesso: 20 nov 2007.

EWART, A.; MILNER, S. C.; ARMSTRONG, R. A.; DUNCAN, A. R. Etendeka volcanism of the Goboboseb mountains and Messum Igneous Complex, Namibia. Parte I: geochemical evidence of early cretaceous Tristan Plume Melts and the Role of crustal contamination in the Paraná-Etendeka CFB. *Journal of Petrology*, v 39, n.2, p191-225, 1998.

FERREIRA, L. I. **Estudos Geomorfológicos em Áreas Amostrais da Bacia do Rio Araguari-MG**. Uma abordagem da Cartografia Geomorfológica. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005. Disponível: [http://www.ig.ufu.br/posgrad/disserta/2005/ivone\\_luzia.pdf](http://www.ig.ufu.br/posgrad/disserta/2005/ivone_luzia.pdf) Acesso: 25 nov 2007.

FISCHER, A.C. Petrografia e geoquímica das fases silicos dos geodos mineralizados a ametista (Região do Alto Uruguai, RS, Brasil). Tese de (Doutorado em Geociência) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Universiti Toulouse II. 2004.

FULFARO, V. J. e BARCELLOS, J. H. F **Bacia Sedimentar do Paraná: A Formação Caiuá**. Geociências São Paulo: Editora UNESP, 1993.

FURTADO, D. N. **Serviço de visualização de informações geográficas na Web**: A publicação do atlas de Portugal utilizando a especificação Web Map Service. Dissertação de Mestrado em Ciência de Informação Geográfica. São Paulo: 2006 Disponível: <http://www.isegi.unl.pt/Cursos/Mestrados/CSIG/Dissertacoes.asp> Acesso: 14 jan 2007.

GIUDICE, A. P. **“Cerro do Jarau”**. Quaraí: datilografado (palestra), 1961.

GLOBAL MAPPER SOFTWARE. Disponível em: <http://www.globalmapper.com/>. Acesso em 10 jan. 2008.

GOMES, M.E.B. **Mecanismos de resfriamento, estruturação e processos pós-magmáticos em basaltos da Bacia do Paraná- região de Frederico Westphalen (RS) – Brasil**. Tese (Doutora em Geociência), Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1996.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente** ed. 3 ed. , Rio de Janeiro, Bertrand Brasil , 2001.

GUINEA, J.G. **Minerales de la sílie en Artigas**. Centro PAOF- Artigas del Museo Nacional Ciências Naturales. Madrid-Espanha. 2006

HEEMANN, R. **Geologia, controles e guias prospectivos para depósitos de ágata na região do Salto do Jacuí**. Dissertação (Mestrado em engenharia), Programa de Pós - Graduação em engenharia de Minas, Metalurgia e dos Materiais da UFRGS. 107p. 1997.

HEEMANN, R. **Modelagem estrutural e trisimentsional para prospecção e avaliação dos depósitos de ágata do distrito mineiro de Salto do Jacuí (RS)**. Tese (Doutorado em Engenharia) Programa de Pós - Graduação em engenharia de Minas, Metalurgia e dos Materiais da UFRGS, 2005.

HUBP, J. L. **Dicionário Geomorfológico**. México: UNAM, Instituto de Geografia, 1989.

IBGE. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. IBGE, 1986.

IBGM - **Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos**. Políticas e ações para a Cadeia Produtiva de Gemas e Jóias. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br/index.cfm?saction=conteudo&mod=70454C4050031F4C434F39101B1B435C4B5844&id=525BE38C-3472-FB8F96923E3B97C5A567&buscaibgm=Políticas%20e%20ações%20para%20a%20Cadeia%20Produtiva%20de%20Gemas%20e%20Jóias> Acesso: 02 dezembro 2008

Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (19--), disponível em: [http://coralx.ufsm.br/ifcrs/Cap\\_0\\_Apresenta%E7%E3o.pdf](http://coralx.ufsm.br/ifcrs/Cap_0_Apresenta%E7%E3o.pdf). Acesso: 15 dezembro 2008

JATOBÁ, L. **Noções Básicas de Geomorfologia**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2006

JOLY, F. **Point de vue sur la géomorphologie**. Annales de Géographie. 522-541 1977.

JUCHEM, P. L.; BRUM, T. M. M. Geologia e mineralogia. In: Agostini, Ivone Maria et al. **Ágata no Rio Grande do Sul**. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Departamento de Produção Mineral-DNPM, (Série Difusão Tecnológica; nº. 5). 1998.



JUCHEM, P. L. **Mineralogia, geologia e gênese dos depósitos de ametista da região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Geociência), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

KAUL, P. F.T Geologia. In: IBGE Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: 1990

KLIMAZEWSKI, M. (Editor). **Problems of geomorphological mapping**. Data of the International Conference of the Subcommission on Geomorphological Mapping. Institute of Geography of the Polish Academy of Sciences. Warsaw, 1963.

KOSTENKO, N.P. **Geomorfologia Estructural**. México: UNAM, Facultad de Geografia, 1975.

LEMES, D. P; OLIVEIRA, A. L de. Geomorfologia Ambiental e Agricultura Familiar na Bacia do Arroio Areal Quaraí-RS. In: V Seminário Latino-americano, I Seminário Ibero-americano de geografia Física. Santa Maria . **Anais...** p. 261- 271. 2008

LEMES D.P; SARTORI, P.L. P **Geografia Física do município de Quaraí-RS; Compartimentação geomorfológica**. Trabalho de conclusão de curso de Geografia -UNIFRA. Santa Maria. 2002.

LIMAVERDE, J. de A. **Produção, industrialização e comércio de gemas do Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1980.

LISBOA, N. A; 1987. Reconhecimento Geológico da Região do Jarau, Quaraí, RS. In SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, III, Curitiba. **Anais ...**, Curitiba v1: 319 – 332.1987

MARCHIORI, J. N. C. **Areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul: Elementos para uma História Natural**. Ciência e Ambiente. Santa Maria, v. 3, n. 5, p. 62-86. jul. -dez. 1992.

\_\_\_\_\_ **Vegetação e Areais no Sudoeste Rio-Grandense**. Santa Maria. Ciência e Ambiente, Santa Maria: 11: 81 - 91. 1995.

MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MILANI, E. J. et al. **Bacia do Paraná**. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.

MINIOLI, B.; PONÇANO, W. L.; OLIVEIRA, S.M.B. Extensão geográfica do vulcanismo basáltico do Brasil Meridional. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v 43, p433-437. 1971

MOREIRA, A. A. N. **Cartas Geomorfológicas**. Geomorfologia. São Paulo, v. 5, p.1-11, 1969.

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

MRS estudos Ambientais Ltda. **Gestão Integrada de Inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí/Cuareim (Brasil/Uruguai)**. Minuta, 2002.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) version 2**. Disponível em: <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2>. Acesso em 01 jan. 2008.

PAGNOSSIN, E. M. **A atividade mineira em Ametista do Sul/RS e a incidência de silicose em guarimpeiros**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

PETRI, S.; FÚLFARO, J.V. **Geologia do Brasil**. São Paulo. T. A. Queiroz, Universidade de São Paulo. 1983

ROSS, J.L.S. **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo**. Revista do Departamento de Geografia, 6, FFLCH/USP, São Paulo, 17-29p.1992

\_\_\_\_\_ **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo, Contexto, 1996.

\_\_\_\_\_ **Geomorfologia aplicada aos EIAS-RIMAS**. P. 291 – 336. In: GUERRA, A.J.T, CUNHA, S.B. da (Org) Geomorfologia e meio Ambiente. Rio de Janeiro Brasil, 1999.

ROSSATO, M, S; SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra feições ilustradas**. Porto Alegre, RS : Ed. da UFRGS, 2003

RUELLAN, F. **Notas de Geomorfologia**. Boletim Geográfico.nº152, set/out. Ano XVII. 515- 517p. 1959.

SARTORI, P. L. P.; PEREIRA FILHO, W. Morfologia do Rio Grande do Sul: tipos de modelados e formas de relevo. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, IX., 2001, Recife. **Anais ...** Recife: UFPE. CFCM. DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS. P. 149 – 150. 2001

SCOPEL, R.M.; GOMES, M.E.B; FORMOSO, M.L.L.; PROUST, D. Dessames portadores de ametista na região de Frederico Westphalen-Iraí-Planalto-metista do Sul, RS-Brasil. In: CONGRESSO URUGUAYO DE GEOLOGIA. Montevideo, **Actas...**1998.

SCHERER, C.M.S.; CARAVACA, G.; SOMMER, C.A. Evolução dos depósitos eólicos do grupo São Bento (Cretáceo inferior da Bacia do Paraná) no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL: ESCUDOS E BACIAS. Porto Alegre, **Anais...** UFRGS. 2003.

SCHMITT, J. C.; CAMATTI; BARCELLOS, R. C. Depósitos de ametista e ágata no Rio Grande do Sul. In: **Principais depósitos minerais do Brasil**. Vol. 4: gemas e rochas ornamentais. Rio de Janeiro: DNPM, 1991.

SCHNEIDER R. L; MUHLMANN. H; TOMMAZI. E; MEDEIROS, R. A; DAEMON, R. F; NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28 .p. Porto Alegre, **Anais...**Porto Alegre SBG 1974

SCHOBENHAUS, C; LOPES, R. da C. (Coords.) **Mapas de Integração da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes**. Montevideo: CPRM/SEGEMAR/MOPC/DINAMIGE/SERGEOMIN, 2001. 1 CD ROM.

SCHUCK, M. T. G; LISBOA, N. **A Identificação de padrões estruturais no Grupo São Bento, Quaraí, RS, através da análise de imagens orbitais e sub-orbitais**. Pesquisas; Porto Alegre, n 20, p. 5 a 24, 1987.

SCHUMANN W **Gemas do Mundo**. 9. ed. ampl. atual. Traduzido por Rui Ribeiro Franco e Mario Del Rey. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2006.

SEBRAE – RS. **Plano estratégico de Marketing-Setor Pedras**. Contexto projetos em Marketing. Consórcio South Brazilian Design. Porto Alegre, 31p. 2000.

SILVA, J. X. da. Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 3º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SIMÕES, D. **Quaraí: Terras e Águas**. Quaraí: Gráfica Espírito Santo, 1993.

SOUTO, J. J. **Desertos, uma ameaça? Estudos dos núcleos de Desertificação na Fronteira do Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura/DRNR. 1985.

SOUZA, L. H. F.; FERREIRA, I. L.; RODRIGUES, S. C. **Cartografia digital aplicada ao mapeamento geomorfológico**. In: Revista Sociedade & Natureza. Uberlândia, 16 (30) p. 133- 144. Jun. 2004.

SOUZA, L. H. F. **Representação Gráfica de Feições Lineares do Relevo: Proposta de Aplicação de Simbologia Linear Digital na Cartografia Geomorfológica (Dissertação de Mestrado)**. UBERLÂNDIA – MG 2006. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7785/000556909.pdf?sequence=1>  
Acesso: 20 nov 2007.

SUERTEGARAY, D M. A. **Deserto Grande do Sul: controvérsia**. Porto Alegre : UFRGS , 1998

TEIXEIRA, W. **Vulcanismo: produtos e importância para a vida**. In: TEIXEIRA, Wilson et al. (orgs.). Decifrando a terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

THOMAZ, E. L. **Análise empírica da fragilidade potencial do rio Iratim-Guarapuava PR**. Dissertação (Mestrado) – USP/FFLCH. São Paulo, 2000.

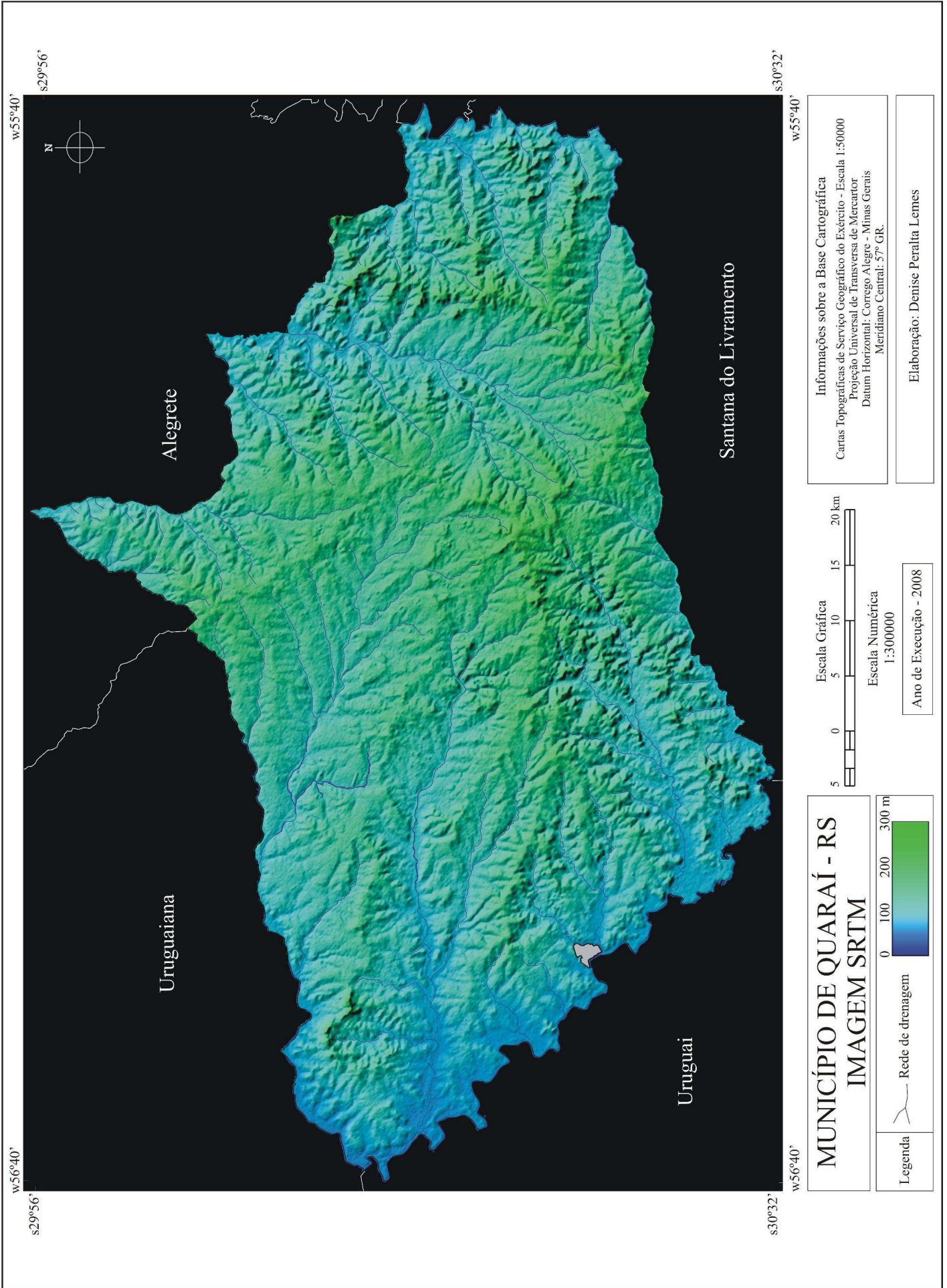
VEIGA, P.; MEDEIROS, E. R. & SUERTEGARAY, D. M. A. A Gênese dos Campos de Areia no Município de Quaraí, RS. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1, Porto Alegre, **Anais**, 1987.

WAGNER, H. **Município de Quaraí**. Arquivos do Autor. 1911.

WILDNER, W.; ORLANDI F. V.; GIFFONI, L. E. **Itaimbezinho e Fortaleza, RS e SC - Magníficos canyons esculpidos nas escarpas Aparados da Serra do planalto vulcânico da Bacia do Paraná.** In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S. (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil 2003.** Publicado na Internet em 01/07/2006 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio050/sitio050.pdf>

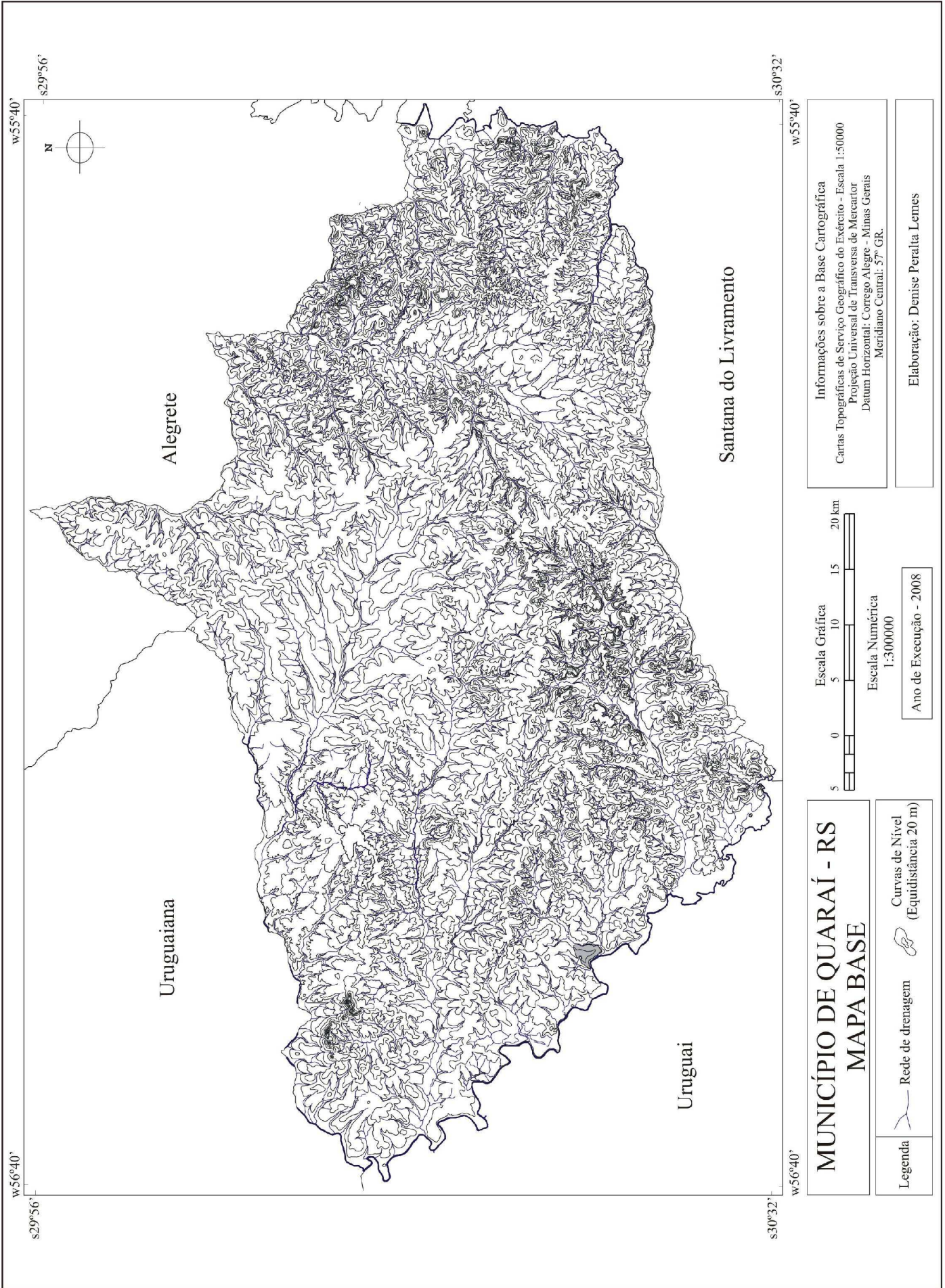
ZALÁN, P. V. et al..Bacia do Paraná. In: RAJA-GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (coords.) **Origem e evolução de Bacias Sedimentares.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1990.

**APÊNDICE A**  
**MUNICÍPIO DE QUARAÍ-RS – IMAGEM DO SRTM**



**APÊNDICE B**  
**MUNICÍPIO DE QUARAÍ-RS – MAPA BASE**





**MUNICÍPIO DE QUARAÍ - RS**  
**MAPA BASE**

- Legenda**
-  Rede de drenagem
  -  Curvas de Nível (Equidistância 20 m)

Escala Gráfica  
0 5 10 15 20 km

Escala Numérica  
1:300000

Ano de Execução - 2008

Informações sobre a Base Cartográfica  
 Cartas Topográficas de Serviço Geográfico do Exército - Escala 1:50000  
 Projeção Universal Transversa de Mercator  
 Datum Horizontal: Corrego Alegre - Minas Gerais  
 Meridiano Central: 57° GR.

Elaboração: Demise Peralta Lemes

w56°40' s29°56' w55°40' s30°32'

Uruguaiana Alegrete Uruguai Santana do Livramento

**APÊNDICE C**  
**MODELO DE FICHA DE CAMPO**

**Apêndice III - MODELO DE FICHA DE CAMPO**

Data: Nº do ponto  
Localidade:  
Acesso:  
Latitude Longitude Altitude

**Geomorfologia – Padrão de forma**

Unidade Morfoestrutural

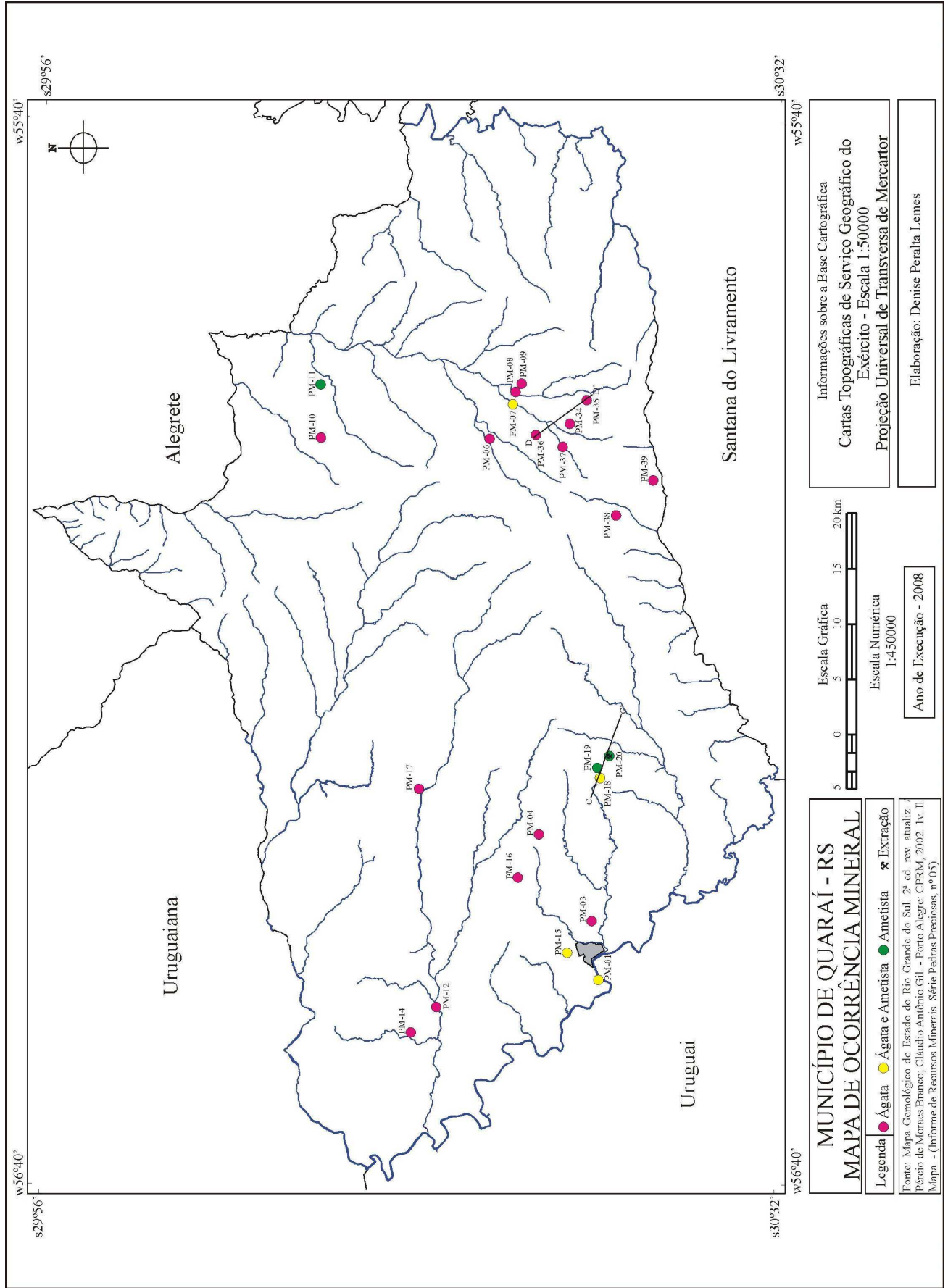
Unidade Morfoescultural

Unidade Morfológica:

Tipo de forma de relevo predominante:

Tipo de modelado:

**APÊNDICE D**  
**MAPA DE OCORRÊNCIA MINERAL - LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS**  
**TOPOGRÁFICOS**



**MUNICÍPIO DE QUARAI - RS**  
**MAPA DE OCORRÊNCIA MINERAL**

Legenda ● Ágata ● Ágata e Ametista ● Ametista ✱ Extratção

Fonte: Mapa Geomológico do Estado do Rio Grande do Sul. 2ª ed. rev. atualiz. / Périco de Moraes Branco; Cláudio Antônio Ghil. - Porto Alegre: CPRM, 2002. IV. II. Mapa. - (Informe de Recursos Minerais. Série Pedras Preciosas, nº 05).

Escala Gráfica  
 0 5 10 15 20 km

Escala Numérica  
 1:450000

Ano de Execução - 2008

Informações sobre a Base Cartográfica  
 Cartas Topográficas de Serviço Geográfico do Exército - Escala 1:50000  
 Projeção Universal de Transversa de Mercator

Elaboração: Denise Peralta Lemes

**APÊNDICE E**  
**MAPA DE COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E OCORRÊNCIA**  
**MINERAL NO MUNICÍPIO DE QUARAÍ-RS**



