

## Relação entre a compartimentação geomorfológica e a ocorrência de ágata e ametista no município de Quaraí, RS

<sup>1</sup>Denise Peralta Lemes, <sup>2</sup>Carlos Alberto da Fonseca Pires

<sup>1</sup>*Instituto Superior de Educação do Vale do Jurema/Juína, MT*

<sup>2</sup>*Departamento de Geociências/CCNE/UFSM - Santa Maria, RS*

*e-mail: deniseperaltalemes@yahoo.com.br*

### Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo propor a classificação geomorfológica do município de Quaraí-RS, através da análise dos diferentes padrões de organização da paisagem buscando uma (co)relação entre as formas de relevo e as áreas de ocorrência de ágata e ametista. A base para o mapeamento foram cartas topográficas, imagens de radar e satélite e trabalhos de campo que permitiram o levantamento dos aspectos do meio físico, o mapeamento geomorfológico, e o mapa de localização dos pontos de ágatas e ametistas. A classificação das imagens, o cruzamento dos dados e a elaboração dos mapas foram realizados com uso do aplicativo SPRING 4.3. A metodologia permitiu estabelecer uma significativa relação entre a ocorrência de ágatas e ametistas com as formas de relevo, 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 do município, em altitudes que variam de 80 a 140 metros. O trabalho possibilitou estabelecer duas hipóteses sobre a ocorrência mineral 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 recentes. A segunda a ocorrência de um derrame único muito alterado e retrabalhado onde os minerais ocorrem, também, em colúvios. Palavras-chave: Geomorfologia; ametistas; ágatas; cartografia temática.

### Abstract

This research aims to propose a geomorphological classification of the municipality of Quaraí-RS, by analyzing the different patterns of

organization of the landscape looking for a (co) relationship between the forms of relief and areas of occurrence of agate and amethyst. The basis for topographic mapping were letters, the radar and satellite images and field work that allowed the removal of the physical aspects of the geomorphological mapping, and map the locations of Agate and amethyst. The classification of images, the intersection of data and preparation of maps were made using the Application SPRING 4.3. The methodology allowed to establish a significant relationship between the occurrence of Agate and amethyst with the forms of relief, it was possible to see that the amethyst are generally located in high Coxilha, with altitudes around 200 meters, height of rough amethyst found in Artigas. On the Agate is found in most soft reliefs in Coxilha lower plains and close the stream and the city, at altitudes ranging from 80 to 140 meters. The work has established two hypotheses on the mineral occurrence in the city, the first being the occurrence of two separate spills where the amethyst would be formed later to Agate, therefore the leakage of amethyst would be more recent. The second to occurrence a single stroke changed very where the minerals occur, too, in colúvios.

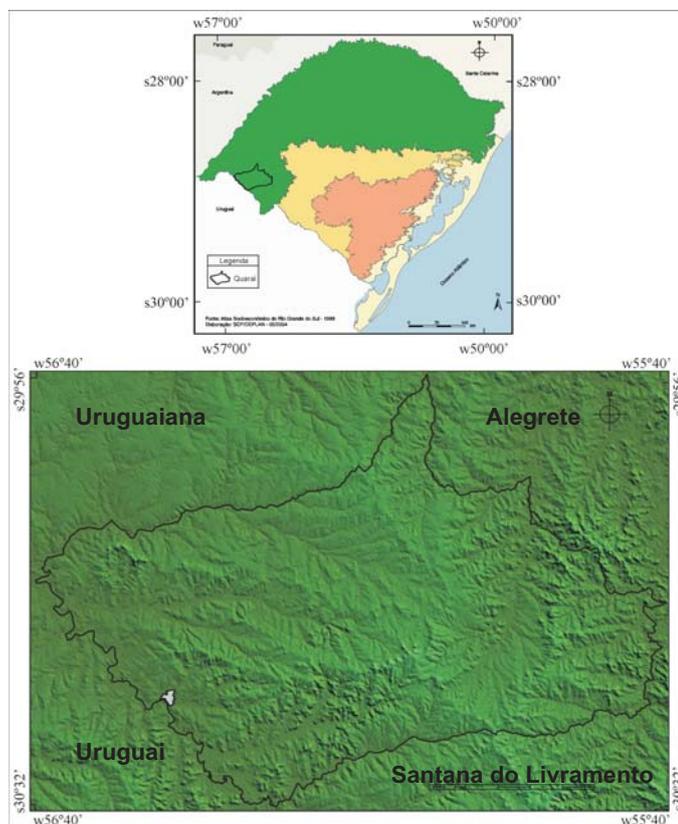
Key-words: geomorphologic; amethyst; agate; thematic cartography

## 1. Introdução

A Cartografia Geomorfológica possibilita a representação das diferentes morfologias da paisagem, além da caracterização das formas do relevo. Trabalhos dessa natureza vêm a contribuir para o conhecimento da área, em nível de poder público municipal, meio científico e mesmo para população, visto que não há trabalhos que contemplem essa temática.

A pesquisa objetivou-se na classificação geomorfológica do município de Quaraí-RS, propondo uma análise dos diferentes padrões de organização da paisagem e suas potencialidades. Com isso propõem-se a confecção do mapa de compartimentação geomorfológica do município, buscando uma relação entre as formas de relevo e as áreas de ocorrência de ágatas e ametistas.

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'S e 30°32'S e 55°39'W GR e 56°40'W GR, 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 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo.  
 Fonte: Imagem SRTM do município de Quaraí.  
 Org: Denise Peralta Lemes

## 2. Materiais e métodos

Para representar uma determinada compartimentação geomorfológica, é importante levar em conta todos os elementos estruturadores da paisagem. A interpretação de seus condicionantes, os processos erosivos, o uso e ocupação do solo, e as áreas de degradação, tem como objetivo final a elaboração de um mapa de compartimentação geomorfológica com esses indicadores, o que necessita de uma metodologia que supra todos estes aspectos apresentando-os de forma sistematizada.

Penck (1924) define as forças que geram as formas de relevo, que são responsáveis pelos processos endógenos e exógenos. De acordo com Ross (1996), essa classificação leva a formulação dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura de Guerasimov e Mescherikov (1968). 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.

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) que abrangem a área de estudo. Os aspectos físicos, como condições do relevo e característica dos solos foram levantados a partir das imagens do *Shuttle Radar Topography Mission* – *SRTM* 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, dos pontos cotados e da rede de drenagem que constituíram o mapa base para a confecção dos mapas de rede de drenagem, hipsometria e declividades. Estas operações foram executadas com o uso do programa *Spring 4.3*.

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.

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%. O mapa de compartimentação geomorfológica 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.

O mapa com os pontos de ocorrência de ametista e ágata foi elaborado a partir de dados fornecidos por Branco e Gil (2002) no seu “Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul”.

### 3. Resultados

#### 3.1. Os principais elementos estruturais do relevo

Segundo Ruellan (1959), a geomorfologia é o estudo explicativo das formas e evolução do relevo terrestre. Com a idéia de explicação das

formas, deve-se 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.

### 3.1.1 Análise das litologias aflorantes

O município de Quaraí, apresenta duas áreas geológicas distintas (Figura 2), compreendendo uma ampla ocorrência de derrames de rochas ígneas vulcânicas da Formação Serra Geral, e exposições restritas de rochas sedimentares. Autores como Perez e Rocha (2000) e Dos Santos et al. (2007) mencionam as ocorrências de afloramentos de arenitos entre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral tanto em Artigas no Uruguai quanto em Quaraí no lado brasileiro.

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), CPRM (2008).

Os arenitos da Formação Botucatu (Figura 3) são de cor avermelhada, com granulação fina a grossa. Os grãos mostram formas bem arredondadas, com alta esfericidade, dispostos em *sets* e *cosets* de estratigrafia cruzada de grande porte, de paleoambiente continental desértico. Sua mineralogia é composta essencialmente por grãos de quartzo e muito pouco feldspato CPRM (2008).

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.

Na localidade do Cerro do Jarau (Figura 4) situado em cota altimétrica superiores a 300 m, o afloramento dos arenitos aparece 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 catáclase, onde os arenitos encontram-se fraturados e quebrados com um preenchimento marcado por uma intensa venulação de quartzo.

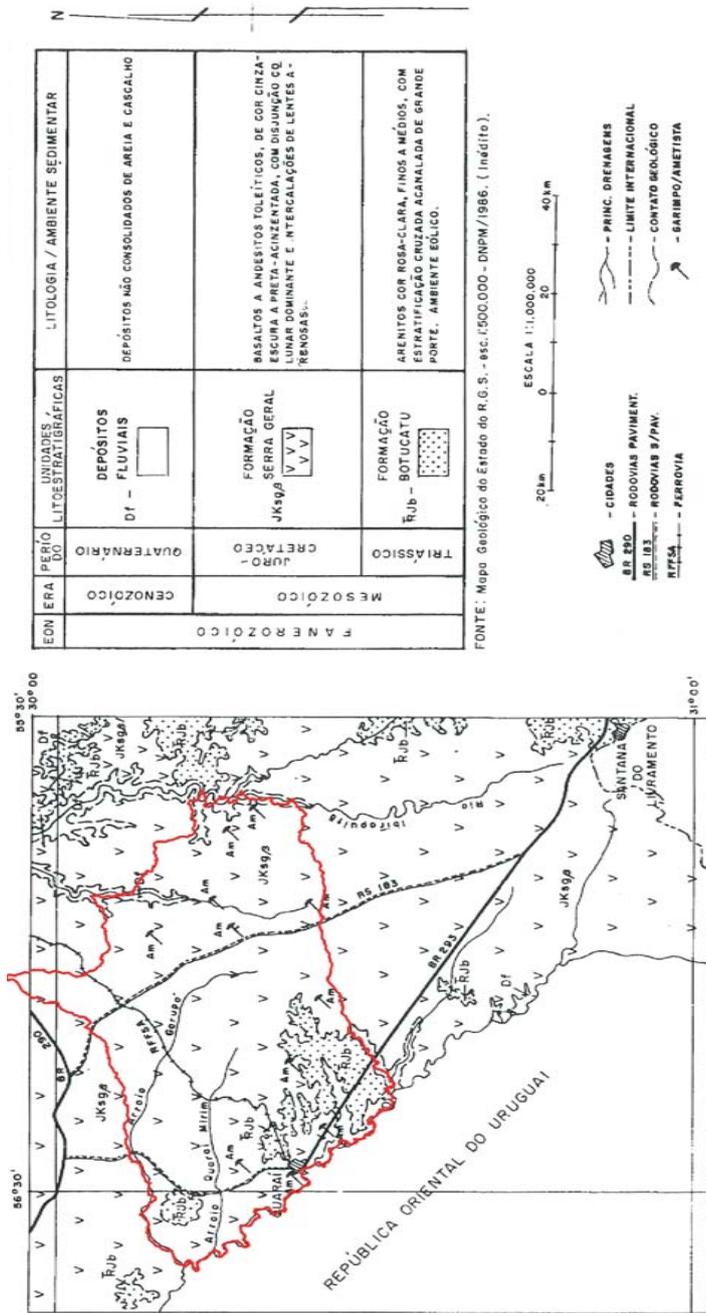


Figura 2. Imagem ilustrativa das unidades litoestratigráficas na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Fonte: Szubert et al. (1978 apud SCHMITT; CAMATTI, BARCELLOS, 1991).



**Figura 3.** Arenito da Formação Botucatu, 2008. Notar *sets* de alto ângulo.  
Local: Margens da BR 293.  
Foto: Denise Peralta Lemes, 2008.



**Figura 4.** Cerro do Jarau município de Quaraí-RS.  
Foto: Denise Peralta Lemes, 2007.

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 5) na rede de drenagem, 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 5.** Afloramentos de lajeado de basalto.  
Local: RS 60, Arroio Lajeado.  
Foto: Denise Peralta Lemes, 2005.

### 3.1.2 *Análise do Relevo*

#### 3.1.2.1 *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 na localidade ou Cerro do Jarau e o ponto mais baixo fica em torno de 80 metros próximos ao Rio Quaraí. Desta forma a área em estudo, foi dividida em seis áreas de altitude distintas, diferenciadas ao longo de sua extensão (Figura 6).

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, circunda os principais morros e cerros do município, ocupando 2,7% da área. Já a classe definida pelas altitudes entre 280 a 320, que são as áreas mais elevadas do município, totalizam aproximadamente 4,2 Km<sup>2</sup>, apenas 0,1% da área.

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. Abrangendo 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>, cerca de 29,4%.

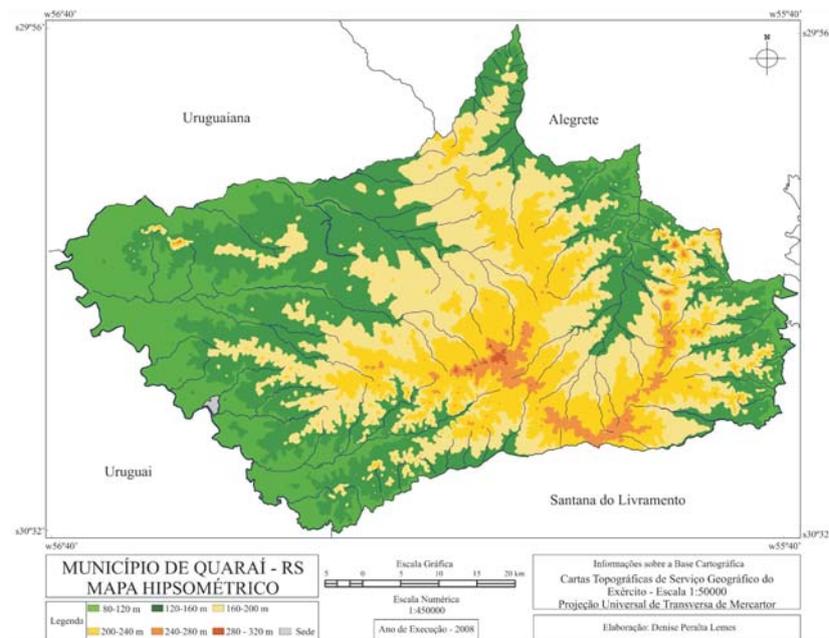


Figura 6. Mapa Hipsométrico do município de Quaraí-RS.

### 3.1.2.2. 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. Desta forma definiram-se cinco classes de declividade, e ficou evidenciado que o município apresenta algumas variações quanto à disposição das classes de declividade (Figura 7).

A classe de declividade de 0 a 5% é que ocupa a maior parte do município, com 73,1% do total. Com isso percebe-se que este fator não é muito acentuado no município, não estando sujeito a grandes movimentos de massas.

As declividades de 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 do que 25% estão associadas os pontos mais elevados do município, próximos ao Cerro do Jarau (318 m) e a nordeste no Cerro Grande (280 m), e norte no Cerro do Cardal (272 m), onde as declividades variam de 8 até alcançar as maiores 25%, as altitudes nesses locais chegam a ultrapassar os 300 metros.

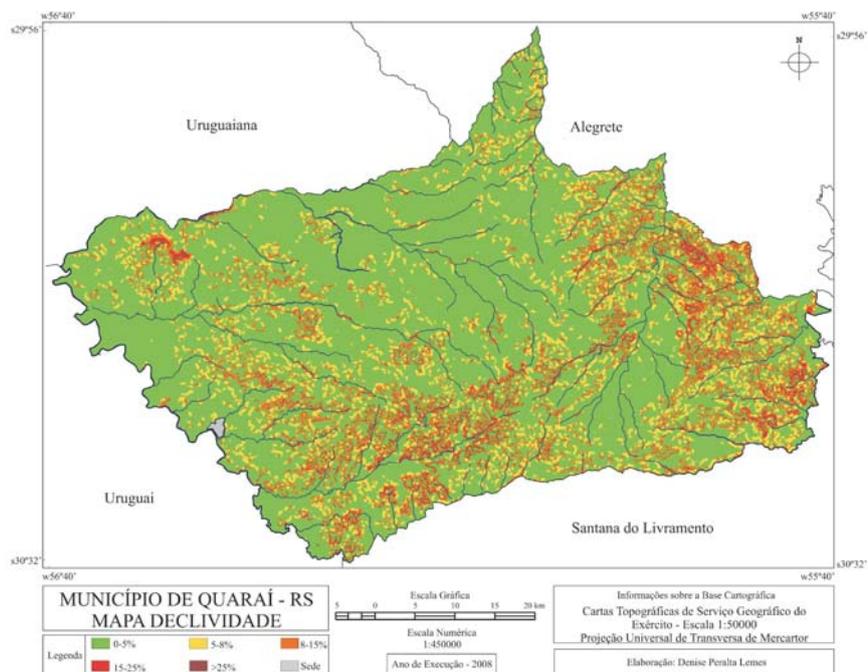


Figura 7. Mapa de declividade do município de Quaraí-RS.

### 3.1.2.3 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 do município, representada no Quadro 1 e descrito 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 Rio 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.

**Quadro 1.** Compartimentação Geomorfológica do município de Quaraí-RS.

Regiões Geomorfológicas (1º Taxon)	Unidades Morfológicas (2º Taxon)	Tipos de Modelados (3º Taxon)
Planaltoda Bacia do Paraná	Vale do Médio Rio Uruguai	Planícies
	Cuesta de Santana	Morros Testemunhos Coxilhas

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 localizadas 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 2 e identificadas na Figura 8.

**Quadro 2.** Tipos de Modelados, Formas de Relevo, Declividade, Hipsometria.

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

Org: Denise Peralta Lemes

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

A ocorrência mineral em Quaraí é ressaltada em vários trabalhos dentre eles as pesquisas de Wagner (1911), Schmitt *et al* (1991), Branco e Gil (2002) e Acauan (2003). Os minerais que foram considerados no presente trabalho são as ágatas e as ametistas.

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, também são encontradas próximas às margens de arroios e sangas como Mancarrão, Quaraí-Mirim, Pai Passo e Sanga do Salso.

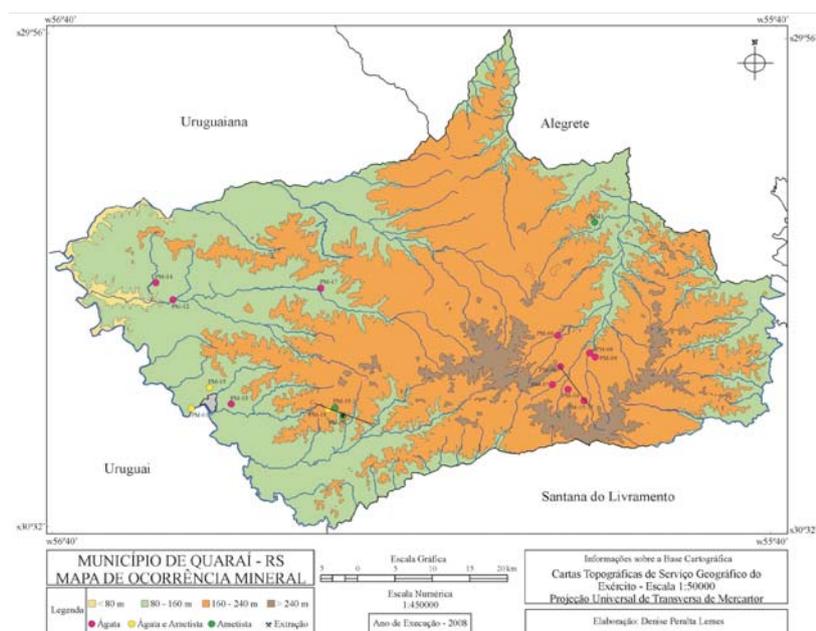


Figura 8. Mapa de compartimentação geomorfológica e as ocorrências de ágatas e ametistas no Município de Quaraí-RS.

As ametistas encontram-se nas áreas de coxilhas altas, onde seus pontos de extração estão situados a cerca de 200 metros de altitude. Como não há estudos aprofundados da geologia local, pois não existem muitos cortes propícios no relevo para se fazer uma análise detalhada da geologia. Assim tentou-se através da geomorfologia fazer uma correlação das áreas de ocorrência mineral e as formas de relevo. Para tal, foram utilizados além do mapa de compartimentação geomorfológica, os dados de Duarte (2008) que nos apontam dois derrames em território Uruguaio com cotas de mineração em torno dos 170 a 240 metros.

Em alguns pontos, pode-se identificar, que as ocorrências ágatas são encontradas em cotas abaixo das ametistas, o que nos remete a hipótese da ocorrência de dois derrames distintos. Desta forma estima-se que as ametistas teriam se formado posteriormente às ágatas, consequentemente o derrame seria de idade geológica 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.

#### 4. Considerações finais

Com o mapeamento geomorfológico foi possível estabelecer a caracterização, a análise e a representação cartográfica das formas de relevo existente no município. Assim, buscou-se apresentar junto aos aspectos geomorfológicos, os demais elementos fundamentais para compreensão do relevo (clima, geologia, solo e hidrografia) propiciando uma maior inter-relação de suas estruturas.

Na relação da ocorrência de ágatas e ametistas com as formas de relevo, foi possível constatar que as ametistas estão localizadas, geralmente, nas coxilhas altas, com altitudes em torno de 200 m, altura aproximada das ametistas encontradas em Artigas no lado Uruguiaio. Já as ágatas são encontradas em relevos mais suaves, nas coxilhas mais baixas e próximas a planícies e arroios importantes do município, em altitudes que variam de 80 a 140 m.

A extração desses minerais, contudo, 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.

O trabalho possibilitou estabelecer duas hipóteses sobre a ocorrência mineral 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 seria mais recente em caso de não ter havido movimentos tectônicos de reativação de falhamentos. A segunda, a ocorrência de um derrame único muito alterado e retrabalhado onde os minerais ocorrem, também, em colúvios. Com isso, a estratigrafia dos derrames poderá complementar as evidências constatadas neste trabalho quanto ao real posicionamento das referidas ocorrências.

#### 5. Bibliografia

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

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.

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.

IBGE. Levantamento de Recursos Naturais, **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguiana e SI.22 Lagoa Mirim:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. **Volume 33.** Rio de Janeiro. IBGE, 1986, p. 796, il. + mapas.

PÉREZ, A.; ROCHA, L.; DECOUD, P.; CARBAJAL, A. “**Comportamento del Acuífero Guaraní en la ciudad de Artigas/Uruguay.**” in Anais do 1<sup>st</sup> Joint World Congress on Groundwater. Fortaleza/CE/Brasil, pp. 1- 19. 2000.

DOS SANTOS E. F.; SILVÉRIO DA SILVA, J.L.; CHAVES, A. CAMPONOGARA., I. **Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do sistema aquífero serra geral/guarani no município de quaraí/rs.** XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços 1. I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste. Gramado, RS. 2007.

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, 17-29 p.1992

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

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

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.

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

Submetido em: 31/03/2009

Aceito em: 17/08/2009