

**UNIPAMPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA MINERAL-PPGTM**

**GIOVANI NUNES PARISI**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**GEOQUÍMICA ELEMENTAR COM ÊNFASE EM ELEMENTOS TERRAS RARAS  
EM MÁRMORES DO BLOCO SÃO GABRIEL NO  
ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE**

**Orientadora: Professora Dr.<sup>a</sup> Delia Del Pilar  
Montecinos de Almeida**

**CAÇAPAVA DO SUL**

**2018**

**GIOVANI NUNES PARISI**

**GEOQUÍMICA ELEMENTAR COM ÊNFASE EM ELEMENTOS TERRAS RARAS  
EM MÁRMORES DO BLOCO SÃO GABRIEL NO  
ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE**

**Trabalho apresentado ao programa de Pós-Graduação Strictu sensu em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa-Campus Caçapava do Sul, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Mineral.**

**Orientadora: Professora Dr. <sup>a</sup> Delia Del Pilar Montecinos de Almeida**

**CAÇAPAVA DO SUL**

**2018**

P234g

Parisi, Giovani Nunes

Geoquímica elementar com ênfase em elementos terras raras em mármore do Bloco São Gabriel no Escudo Sul-Rio-Grandense / Giovani Nunes Parisi.

49 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Pampa, MESTRADO EM TECNOLOGIA MINERAL, 2018.

"Orientação: Delia Del Pilar Montecinos de Almeida".

1. Mármore. 2. Petrografia. 3. Elementos Terras Raras. 4. Bloco São Gabriel. 5. Escudo Sul-Rio-Grandense. I. Título.

**GIOVANI NUNES PARISI**

**GEOQUÍMICA ELEMENTAR COM ÊNFASE EM ELEMENTOS TERRAS RARAS  
EM MÁRMORES DO BLOCO SÃO GABRIEL NO  
ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE**

**Trabalho apresentado ao programa de Pós-Graduação Strictu sensu em Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pampa-Campus Caçapava do Sul, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Mineral.**

**Orientadora: Professora Dr. <sup>a</sup> Delia Del  
Pilar Montecinos de Almeida**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DEFENDIDA EM:**

**7 de maio de 2018/**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Dra. Lucy Takehara Chemale  
(CPRM)**

---

**Prof. Dr. Viter Pinto  
(UFPel)**

---

**Prof. Dr. Tiago Rafael Gregory  
(UNIPAMPA)**

## RESUMO

A presente dissertação apresenta resultados petrográficos e litoquímicos de mármore calcíticos e dolomíticos coletados em quatro áreas distintas do Bloco São Gabriel, que seguem: (i) área Batovi, (ii) Área Palma; (iii) Área Passo Feio; e (iv) Área Porongos. O conjunto de mármore que afloram nessas áreas compõe um grupo mineralogicamente homogêneo. O carbonato predomina largamente sobre os outros minerais na composição modal destas rochas. Entretanto em algumas áreas, onde há minerais magnesianos como a serpentina e o talco, pode haver uma tendência a dolomitização. Após a análise e tabulação de dados das amostras de mármore calcíticos e dolomíticos, ficou estabelecido um critério prospectivo para os mármore do Bloco São Gabriel, onde foi possível separar duas populações de mármore. A primeira composta pelas áreas (i) Batovi e (ii) Palma com mármore de composição predominante Calcítica e uma segunda população de mármore predominantemente Dolomíticos, composta pelas áreas (iii) Passo Feio e (iv) Porongos. Já o estudo geoquímico, através dos Elementos Terras Raras na sequência Metassedimentar de origem carbonática, constatou que amostras apresentaram anomalias negativas de Cério e positiva de Eu. No que se refere à anomalia negativa de Ce, que ocorre devido à baixa concentração de Elementos Terras Raras da água do mar. Esta anomalia de Ce é em consequência do  $Ce^{+4}$  e o  $Ce^{+3}$ , terem um grande campo de estabilidade Eh-Ph. A anomalia negativa de Ce em rochas sedimentares, particularmente em rochas carbonáticas, tem sido utilizada comumente como um argumento de origem marinha, enquanto a sua inexistência é atribuída à influência de águas continentais, particularmente para rochas carbonáticas. Quanto à anomalia positiva de Eu nos sedimentos marinhos ou na água do mar, esta tem sido atribuída a um fluxo hidrotermal.

**Palavras Chaves: Mármore, Petrografia, Elementos Terras Raras, Bloco São Gabriel, Escudo Sul-Rio-Grandense**

## ABSTRACT

The present dissertation presents petrographic and litoquímicos results of calcitic and dolomitic marbles collected in four distinct areas of the São Gabriel Block, which follow: (i) Batovi area, (ii) Palma Area; (iii) Passo Feio Area; and (iv) Porongos Area. The set of marbles that appear in these areas make up a mineralogically homogeneous group. The carbonate predominates largely of the modal composition of these rocks. However in some areas where there are magnesian minerals such as serpentine and talc, there may be a tendency to dolomite. After analyzing and tabulating data of the samples of calcitic and dolomitic marbles, a prospective criterion was established for the marbles of the São Gabriel Block, where it was possible to separate two populations of marbles. The first one consists of the areas (i) Batovi and (ii) Palma with marbles of predominantly Calcitic composition and a second population of predominantly dolomite marbles, composed of (iii) Feio and (iv) Porongos areas. On the other hand, the geochemical study, through the Rare Earth Elements in the Metasedimentary sequence of carbonate origin, found that samples presented negative anomalies of Cerium and positive of Eu. Regarding the negative anomaly of Ce, this occurs due to the low concentration of Rare Earth Elements of sea water. This Ce anomaly is a consequence of  $Ce + 4e$  and  $Ce + 3$ , having a large Eh-Ph stability field. The negative anomaly of Ce in sedimentary rocks, particularly in carbonate rocks, has been commonly used as an argument of marine origin, while its absence is attributed to the influence of continental waters, particularly for carbonate rocks. As for the positive anomaly of Eu in marine sediments and in sea water, this has been attributed to a hydrothermal flow

**Keywords: Marbles, Petrography, Rare Earth Elements, São Gabriel Block, Sul-Rio-Grandense Shield**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Domínios Geotectônicos do Escudo Sul Rio Grandense de Soliani (1986), modificado por Wildner <i>et al.</i> (2008), onde pode ser visualizada a área de estudo. ....	10
<b>Figura 2 -</b> Mapa de localização da área de estudo (PARISI, inédito), .....	11
<b>Figura 3 -</b> Calcário Agrícola no Brasil - produção x consumo (ABRACAL, 2017). ....	17
<b>Figura 4 -</b> Coluna estratigráfica simplificada de Wildner <i>et al.</i> (2008). ....	20
<b>Figura 5 -</b> Mapa Geológico do Domínio São Gabriel .....	23
<b>Figura 6 -</b> A- Vista geral do bandamento do mármore na Mineração Mônego em Vila Nova do Sul e - B- dobra em “M deitada” na parede oeste da cava .....	24
<b>Figura 7 -</b> Dobras desarmônicas no ponto GN-200. ....	25
<b>Figura 8 -</b> A) Vista geral da cava da Mina Ibaré; B) Mármore cinza com bandamento.....	25
<b>Figura 9 -</b> Contato tectônico do granito sobre o mármore cinza-escuro.....	26
<b>Figura 10 -</b> Camada de mármore intercalada com quartzito .....	27
<b>Figura 11 -</b> Vista dos estratos na Mina Ciocari (Ponto GN-206). ....	27
<b>Figura 12 -</b> Fotomicrografias, amostra GN 200 C em aumento de 7X, nicóis paralelos (A) e nicóis cruzados(B), mostrando o bandamento ressaltado pela seta vermelha. dado pela alternância de níveis claros e escuros. Escala gráfica de 2,0 mm .....	29
<b>Figura 13 -</b> Fotomicrografias (amostra GN-303) em aumento de 25X, nicóis paralelos (A) e nicóis cruzados (B). Mármore com textura granoblástica poligonal de grão médio a fino, com a presença de flogopita orientadas pela foliação metamórfica e em outro setor da lamina serpentina. Escala gráfica de 0.5 mm. ....	30
<b>Figura 14 -</b> Fotomicrografias (Amostra GN-296) em aumento de 25X. nicóis paralelos (A) e nicóis cruzados (B). Mármore com textura xenomórfica de grão médio, com a presença de anfibólio magnésiano. Escala gráfica de 0,5 mm. ....	31
<b>Figura 15 -</b> Fotomicrografia (Amostra GN-488A) em aumento de 25X, nicóis paralelos. Mármore com textura granoblástica isogranular de grão médio a fino, com a presença de talco e domínios de quartzo orientados pela foliação. Escala gráfica de 0,5 mm. ....	32
<b>Figura 16 -</b> Gráfico Binário CaO-MgO das áreas (A) Batovi, (B) Palma, (C) Passo Feio e (D) Porongos.....	33
<b>Figura 17 -</b> Elementos Terras Raras normalizada PAAS McLennan (1989), das áreas (A) Batovi, (B) Palma, (C) Passo Feio e (D) Porongos.....	35
<b>Figura 18 -</b> Gráfico CaO-MgO dos mármore calcíticos-((i) Batovi, (ii) Palma) e dolomíticos-((iii) Passo Feio e (iv) Porongos).....	38

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 - Coordenadas geográficas que delimitam a área de estudo.....</b>	<b>12</b>
---	-----------



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Localizações da área de estudo</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3 Objetivo</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.1 Objetivo principal</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>2. ESTADO DA ARTE</b> .....	<b>14</b>
<b>3.PRODUÇÃO E CONSUMO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO BRASIL</b> .....	<b>17</b>
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
<b>5.1 Revisão bibliográfica</b> .....	<b>21</b>
<b>5.2 Etapa de campo</b> .....	<b>21</b>
<b>5.3 Análise petrográfica</b> .....	<b>21</b>
<b>5.4 Caracterização Litogeoquímica</b> .....	<b>22</b>
<b>6 RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
<b>6.1 Cartografia</b> .....	<b>23</b>
<b>6.2 Descrições dos afloramentos e petrografia</b> .....	<b>23</b>
<b>6.2.1 Descrição de afloramentos</b> .....	<b>23</b>
<b>6.2.1.1 Descrição de afloramentos – Área Batovi</b> .....	<b>24</b>
<b>6.2.1.2 Descrição de afloramentos – Área Palma</b> .....	<b>25</b>
<b>6.2.1.3 Descrição de afloramentos – Área Passo Feio</b> .....	<b>26</b>
<b>6.2.1.4 Descrição de afloramentos – Área Porongos</b> .....	<b>28</b>
<b>6.2.2 Petrografia</b> .....	<b>28</b>
<b>6.2.2.1 Petrografia das amostras – Área Batovi</b> .....	<b>28</b>
<b>6.2.2.2 Petrografia das amostras – Área Palma</b> .....	<b>29</b>
<b>6.2.2.3 Petrografia das amostras – Área Passo Feio</b> .....	<b>29</b>
<b>6.2.2.4 Petrografia das amostras – Área Porongos</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3 Geoquímica</b> .....	<b>32</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
<b>APÊNDICE 1 – TABELA DAS ANALISES GEOQUÍMICAS</b> .....	<b>44</b>
<b>APÊNDICE 2 – MAPAS TOPOGRAFICOS E TABELA DE COORDENADAS</b> .....	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Sampaio e Almeida (2005) não há rochas com uma variedade de aplicações tão ampla quanto o calcário e o dolomito. Isto porque são rochas utilizadas na: (i) construção civil de diversas maneiras, como blocos, material para agregados, cimento, cal, rochas ornamentais; (ii) na indústria química como fluxantes, fundentes, matéria-prima para as indústrias de vidro, refratários, carga, agentes para remover enxofre, fósforo; (iii) na indústria siderúrgica, como abrasivos; (iv) na agricultura como corretivos de solos e remineralizantes, entre outros usos.

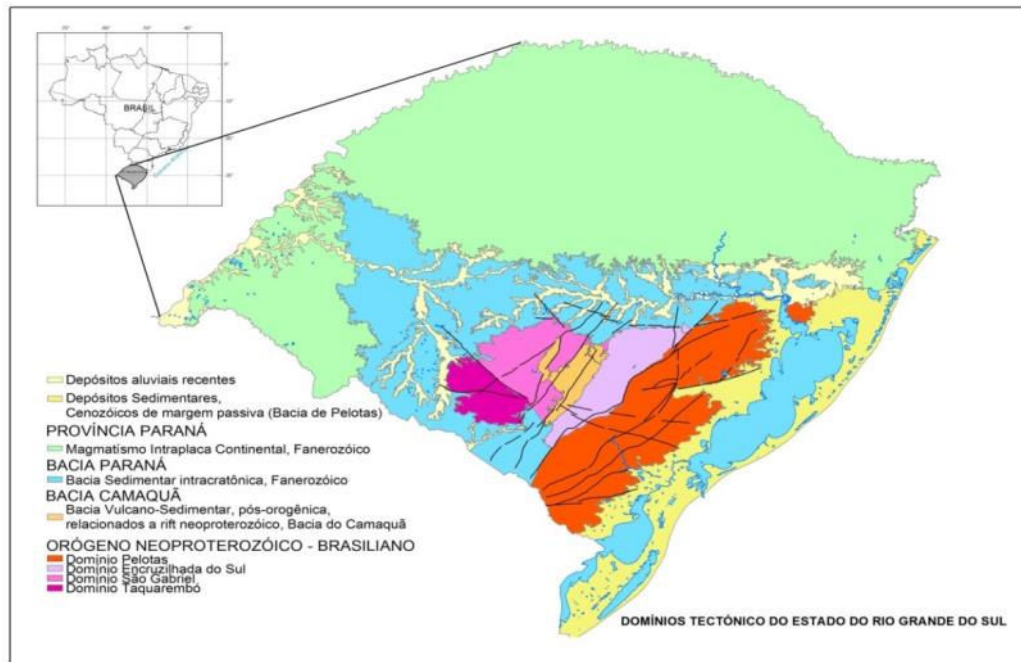
Os corretivos de solo têm muita importância no Rio Grande do Sul, visto que uma parcela expressiva da economia do estado provem do agronegócio. A elevada produtividade no campo, por meio de agricultura de alto desempenho é resultado dos avanços tecnológicos em diversas áreas, abrangendo a seleção de variedades mais resistentes, produtivas e a melhoria no processo de fertilidade do solo. Este último item, que necessita de insumos agrícolas, tais como adubos e corretivos de solo, estão diretamente ligados a prospecção geológica (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005).

A produtividade agrícola brasileira torna indispensável a necessidade da correção química do solo, devido ao intemperismo pronunciado. O intemperismo eleva os índices de acidez, que é um dos limitadores da produção agrícola, principalmente devido à toxidez causada pelos íons  $Al^{+3}$  e  $Mn^{+2}$ , o que exige a necessidade de correção do solo. Assim sendo, o estudo de novos jazimentos de calcários e dolomitos, tornam-se extremamente necessários na agricultura do país. (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005)

Aliado ao acima exposto, este estudo fez parte de um programa institucional da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, de pesquisa de agrominerais no estado do Rio grande do Sul. Além do que, a principal demanda por calcário está intrinsecamente ligado à produção agrícola e diante da importância desse setor no estado do Rio Grande do Sul, cerca de 90% da área agrícola do estado é voltada à produção de grãos (cereais e oleaginosas), de acordo com a Fundação de Economia e Estatística (INDICADORES FEE, 2017).

Neste contexto, esta dissertação visou realizar o estudo das jazidas de calcário que ocorrem no Escudo Sul-Riograndense. O estudo teve como enfoque correlacionar as principais características petrológicas e geoquímicas, de forma a definir um modelo de prospecção para este insumo mineral, fundamental ao estado do Rio Grande do Sul. Entre as diferenças geoquímicas destaca-se a separação das assinaturas de Elementos Terras Raras

(ETR) de diferentes amostras coletadas, nos depósitos presentes nos municípios de Caçapava do Sul, Lavras do Sul e Vila Nova do sul no Bloco São Gabriel, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1-** Domínios Geotectônicos do Escudo Sul Rio Grandense de Soliani (1986), modificado por Wildner *et al.* (2008), onde pode ser visualizada a área de estudo.

A dissertação foi realizada com amostras de calcários e mármore coletadas para o Projeto Agrominerais do Rio Grande do Sul, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (TONIOLO; PARISI, em preparação). O foco principal do projeto da CPRM foram jazimentos de mármore (calcário agrícola), pesquisa por fosforitos e rochas alcalinas para uso como remineralizadores de solo (rochagem). Destaca-se que dentre os resultados do projeto estão a descoberta de dois novos corpos carbonatíticos (Três Estradas e Joca Tavares). Dos quais, o primeiro está na etapa de estudo de pré-viabilidade econômica para implantação de uma mina pela empresa Águia Metais Ltda. O projeto também realizou mapeamento geológico na escala 1:750.000, entre 2014 e 2016, com coleta de amostras em todos os blocos tectônicos do Rio Grande do Sul. A metodologia da amostragem é apresentada no item 3 metodologia, nesta dissertação.

## 1.1 Localizações da área de estudo

As amostras selecionadas para este trabalho estão localizadas dentro do perímetro do Bloco São Gabriel, quais sejam: (i) Área Batovi, com amostras coletadas na coxilha homônima e na região da Vila Nova; (ii) Área Palma com amostras na Mina Ibaré; (iii) Área Passo Feio, localizada no entorno da cidade de Caçapava do Sul e a (iv) Área Porongos, localizada na porção leste do Bloco São Gabriel. A localização das áreas selecionadas pode ser visualizada na Figura 2.

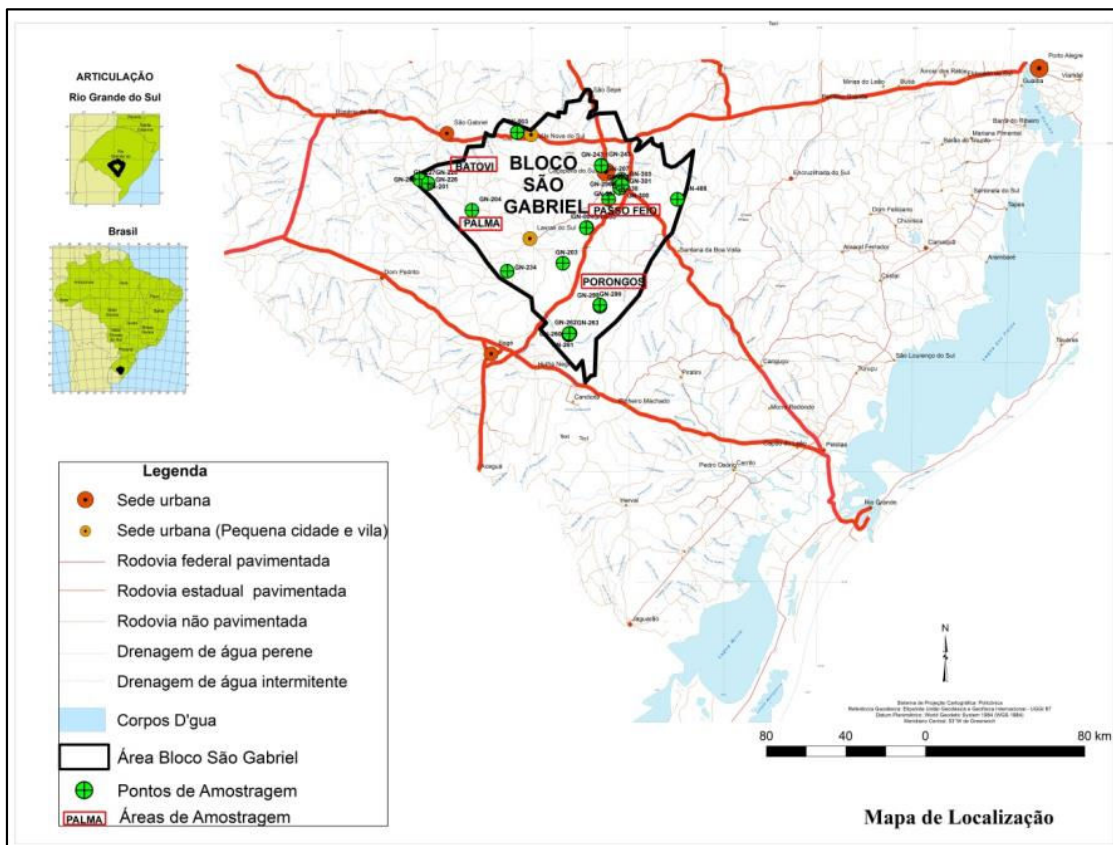


Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo (PARISI, inédito),

A área geral objeto desta pesquisa, que inclui todas as áreas acima mencionadas encontra-se limitada pelas coordenadas apresentadas na Tabela 1, com o Datum WGS- 84.

A oeste	30°29'54,93"S	54°30'9,07"W
A sul	31°24'44,31S	53°34'29,91"W
A norte	30°7'53,97"S	53°33'35,47"W
A leste	30°28'4,19"S.	53°3'13,43"W

**Tabela 1** - Coordenadas geográficas que delimitam a área de estudo

O acesso à área estudada é realizado pela BR-290, no sentido oeste, até o entroncamento com a BR-392, distante cerca de 300 km de Porto Alegre, conforme o mapa de localização da Figura 2.

A morfologia do Escudo é definida por lineamentos de escala regional, com direções NNE-SSW e secundariamente NW-SE; foi dividida por Soliani Júnior (1986) e modificado por Wildner *et al.* (2008) conforme apresentado na Figura 1, em quatro segmentos crustais principais: Domínios Pelotas, Encruzilhada do Sul, São Gabriel e Taquarembó. O Bloco São Gabriel é limitado a sul pelo lineamento Ibaré e a leste pela sutura Caçapava do sul, Modelagem geofísica da sutura de Caçapava do Sul mostra que esta estrutura é profundamente assentada e pode ser interpretada como zona de sutura entre os terrenos São Gabriel e Tijucas (CHEMALE JR., 2000; VEDANA; PHILIPP, 2016).

## 1.2 Justificativa

A escolha do tema desta dissertação foi principalmente direcionada pelo projeto Agrominerais do Rio Grande do Sul, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM, onde sou pesquisador em geociências. O projeto que teve como foco principal a pesquisa de novas áreas de insumos agrícolas no estado e que geraram dados geoquímicos, principalmente de elementos terras raras dos mármore da região do Bloco São Gabriel. A CPRM autorizou de desenvolvimento da presente dissertação com o uso de todos os dados de campo, petrografia e geoquímica da empresa.

## 1.3 Objetivo

### 1.3.1 Objetivo principal

O objetivo principal desta dissertação é a caracterização petrográfica e geoquímica dos mármore que ocorrem no Bloco São Gabriel, de forma a compartimentar as diversas ocorrências existentes, integrando os dados petrográficos e geoquímicos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- A. Estabelecer a mineralogia dos diferentes tipos de mármore encontrados no Domínio São Gabriel;
- B. Estabelecer as assinaturas geoquímicas dos mármore do Domínio São Gabriel;
- C. Determinar as diferenças e semelhanças dos padrões de Elementos Terras Raras dos mármore das áreas estudadas;
- D. Propor um modelo para a prospecção dos mármore do Domínio São Gabriel.

## 2. ESTADO DA ARTE

Mármore é o termo que designa os calcários que sofreram um processo de metamorfismo com modificação no arranjo cristalino, composição mineral e/ou química. Considera-se calcário uma rocha sedimentar formada por mais de 50% de minerais carbonáticos, principalmente calcita e dolomita e a sua formação pode se dar através de precipitação química ou orgânica (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005).

De longe, a calcita apresenta maior valor econômico, comparada às demais, dolomita, mármore e greda ou giz. A similaridade entre as propriedades físicas dos minerais carbonatados resulta numa dificuldade na identificação, ou melhor, na distinção entre eles. Em decorrência disso, são utilizados recursos adicionais de identificação, além do uso convencional das propriedades físicas desses minerais e/ou rochas. A aragonita ( $\text{CaCO}_3$ ) possui a mesma composição química da calcita, entretanto difere na estrutura cristalina. Seu aproveitamento econômico acontece apenas para os depósitos de conchas calcárias e oolitas. Trata-se de um mineral metaestável, cuja alteração resulta na calcita, a forma mais estável. Outros minerais carbonatados, notadamente, siderita ( $\text{FeCO}_3$ ), ankerita ( $\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$ ) e a magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ), estão comumente associados ao calcário e ao dolomito, contudo em menor quantidade. O cálcio é um dos elementos mais comuns, estimado em 3-4% da crosta terrestre. Por meio das atividades de erosão e corrosão, incluindo a solução de ácidos carbônicos ou outros de origem mineral, as rochas são desintegradas e o cálcio em solução é conduzido para o mar por meio da drenagem das águas. Após atingir o oceano, parte do carbonato de cálcio dissolvido precipita-se, em decorrência da sua baixa solubilidade na água marinha. A evaporação e as variações de temperatura podem reduzir o teor de dióxido de carbono contido na água, causando a precipitação do carbonato de cálcio em consequência das condições de saturação. O carbonato de cálcio depositado, segundo esse procedimento, origina um calcário de alta pureza química. (LUZ; LINS, 2008). As rochas carbonáticas foram descritas em diversos trabalhos no Brasil e a seguir é apresentada a revisão bibliográfica dos trabalhos mais significativos para este trabalho.

Szubert e Presotto (1974) fizeram uma avaliação global e representativa dos recursos calcários/mármore do Rio Grande do Sul. Estes autores concluem que as rochas presentes no Rio Grande do Sul tratam-se de mármore e descrevem as características mineralógicas, textuais e estruturais destas rochas. Além disso, fazem um levantamento da potencialidade do Estado, no tocante às rochas carbonáticas, quanto a matéria prima para fabricação de cimento e corretivo de solo.

Bortolotto (1986), no estudo “Petrologia dos Mármore de Caçapava do Sul-RS”, concluiu que os mármore foram afetados pelo Granito Caçapava e apófises quedele emanaram, resultando deste processo a geração de rochas de metamorfismo de contato, que temporariamente, são mais jovens que as rochas metamórficas de baixo grau (fácies xistos verdes) nas quais ocorreu o alojamento do magma granito e que essas rochas carbonáticas apontam no sentido de se tratarem de mármore dolomíticos impuros de contato.

Parente *et al.* (1998) em seu trabalho Comportamento geoquímico dos elementos terras raras da sequência metacarbonática magnesianiana Pré-Cambriana (~1.8Ga) da faixa móvel Oros, publicou o estudo geoquímico, através dos Elementos Terras Raras (ETR) em sequências carbonáticas magnesianas, para este autor este tipo de estudo é ainda raro, sobretudo no Brasil. As razões são várias e envolvem desde o baixo teor desses elementos juntos a essas rochas, outrora, aquém do limite de detecção dos equipamentos analíticos, até a falta de conhecimentos sobre a distribuição desses elementos nas rochas carbonática. Nos mármore calcíticos, os Elementos Terras Raras estão em associações com as frações argilosas, enquanto nos mármore magnésíticos parecem ocorrer associados aos complexos orgânicos e/ou complexos solúveis.

Figueiredo (2012) em sua dissertação identificou três fácies de metacarbonatos, denominadas de mármore calcíticos, mármore calci-dolomíticos e mármore dolomíticos, ao norte da cidade de Tangará, na região do Serrote Preto, Província Borborema. Os mármore calcíticos apresentam concentrações de CaO e MgO entre 34,4% e 47,6% e 3,1% a 15%, respectivamente, maiores concentrações de elementos traços e elementos terras raras, com padrões de enriquecimento de elementos terras raras leves em relação aos elementos terras raras pesados e composições isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  variando de -10,1 a -1,7‰ (média de -4,3‰). Já os dolomíticos apresentam uma maior heterogeneidade nos valores dos elementos analisados com concentrações de CaO e o MgO entre 30,2% a 43% e 6,4% a 19,6% respectivamente. Em condições deposicionais distintas dentro dos mares arqueanos.

Goulart *et al.* (2013) com uma análise integrada dos isótopos de estrôncio, carbono e oxigênio revelou a preservação de assinaturas isotópicas primárias na formação Passo Feio, assim como no Complexo Cambai. Quando comparadas com a variação destes isótopos na água do mar ao longo do Neoproterozoico, verificou um intervalo entre 770 e 730 Ma.

Torres *et al.* (2006) em seu trabalho Aspectos geológicos, petrográficos e geoquímicos dos mármore dolomíticos com nódulos de quartzo da sequência metavulcano-sedimentar de Acarape- CE, caracteriza as rochas metassedimentares terrígenas neoproterozoicas, contendo intercalações de mármore, rochas calcissilicáticas e rochas metabásicas e intermediárias de




natureza alcalina. Os mármoreos apresentam composição calcítica-dolomítica a dolomítica, com discretas variações no campo das rochas calcissilicáticas, refletidas nos diagramas de elementos maiores CaO – MgO – SiO<sub>2</sub>. Os elementos terras raras mostram uma curva irregular, com modesto enriquecimento de terras raras leves em relação as pesadas e com anomalia fortemente positiva de Ce e ligeiramente positiva de Eu.

Neis (2017) em sua monografia menciona que nos mármoreos de Caçapava do Sul há predomínio de dolomita, e classifica-os como dolomíticos e sugerem idades entre 800 e 750 Ma, em um modelo de bacias compartimentadas.

### 3.PRODUÇÃO E CONSUMO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO BRASIL

Segundo o Sumário Mineral do Calcário Agrícola do Brasil (BRASIL, 2016), a produção de calcário agrícola se dá em quase todos os estados brasileiros e os dados mais recentes da Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL, 2017), conforme exposto na Figura 3. Segundo dados informados pela ABRACAL o preço médio ponderado praticado na mina em Caçapava do Sul em 2017, foi de R\$ 52.00 /tonelada.



**Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola**  
CALCÁRIO AGRÍCOLA - BRASIL

**PRODUÇÃO / ENTREGAS / CONSUMO APARENTE** (em 1.000 t)

UF	PRODUÇÃO	ENTREGAS			CONSUMO APARENTE
		PRODUZIDO NO ESTADO	EXPORTADO PARA OUTROS ESTADOS	IMPORTADO DE OUTROS ESTADOS	
RS	3,065,2	3,057,4	0,0	PR = 128,0 VOT = 13,6	3,199,0
SC	502,3	501,5	PH = 208,4	PH = 380,0 VOT = 12,1	685,2
PR	4,700,0	4,700,0	SP = 268,8 SC = 380,0 RS = 128,0 MS = 720,4	MG = 3,2 SP = 22,6 SC = 208,4	3,437,2
SP	3,249,5	3,249,5	MG = 74,9 PR = 22,6	MG = 891,5 PR = 268,8 VOT = 568,1	4,312,3
MG	6,404,0	5,912,6	SP = 891,5 GO = 57,2 MS = 22,2 ES = 5,7 MT = 4,7 PR = 3,2 RS = 1,5 Diversos = 377,8	SP = 74,9 DF = 122,3 GO = 75,8	4,821,7
MS	2,422,5	2,406,0	MT = 2,0	MG = 22,2 PR = 720,4 VOT = 27,6	3,174,2
MT	5,302,5	4,851,3	RO = 92,1	MG = 4,7 MS = 2,0 TO = 260,4 GO = 303,0	5,329,3
GO	3,861,8	3,525,3	MT = 303,5 BA = 227,3 TO = 151,5 MG = 75,8	MG = 57,2 VOT = 134,7	2,959,6
TO	2,233,7	2,300,9	PA = 334,8 BA = 297,6 MT = 260,4 MA = 186,0	GO = 151,5	1,373,6
BA	615,0	615,0	AL = 47,1 ES = 47,1	TO = 297,6 GO = 227,3 ES = 24,0 MG = 2,1 VOT = 0,7	1,070,7
PI	210,3	200,6	MA = 17,5	CE = 207,1 TO = 14,9	510,3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>31,694,3</b>	<b>29,963,0</b>	<b>5,209,6</b>	<b>5,226,7</b>	<b>30,873,1</b>
<b>OUTROS</b>	<b>2,884,1</b>	<b>3,275,9</b>	<b>965,7</b>	<b>948,6</b>	<b>2,365,8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>34,578,4</b>	<b>33,238,9</b>	<b>6,175,3</b>	<b>6,175,3</b>	<b>33,238,9</b>

VOT - Votorantim  
Revisão 27/07/2017.

**Figura 3 - Calcário Agrícola no Brasil - produção x consumo (ABRACAL, 2017).**

Por outro lado, o preço do calcário agrícola resulta numa estreita relação entre a demanda e a produção, levando a um baixíssimo nível de estoques, de forma que a produção tem praticamente acompanhado o consumo. O Plano Nacional de Mineração 2030, (BRASIL, 2011) prevê que o consumo de calcário agrícola deverá crescer mais que os demais agrominerais. As projeções para a produção são da ordem de 54,8 Mt em 2022 e 94,1 Mt em 2030.

#### 4. GEOLOGIA REGIONAL DA ÁREA DE ESTUDO

A formação do Escudo Sul-Rio-Grandense ficou registrada em sua morfologia por lineamentos de escala regional, com direções NNE-SSW e secundariamente NW-SE que, corroboradas pelas descontinuidades gravimétricas e aeromagnetométricas (FERNANDES *et al.*, 1995a; COSTA, 1997; CPRM, 2010), que permitem o reconhecimento de quatro segmentos crustais principais: (i) Domínio Pelotas, (ii) Domínio Encruzilhada do Sul, (iii) Domínio São Gabriel e (iv) Domínio Taquarembó (SOLIANI JR., 1986; FERNANDES *et al.*, 1995b; HARTMANN *et al.*, 1998; LEITE *et al.*, 1998, 2000; CHEMALE JR., 2005; WILDNER *et al.*, 2008).

Na porção noroeste estão localizadas rochas pertencentes ao Domínio São Gabriel, alvo do interesse principal deste trabalho. O Bloco São Gabriel é limitado a sul pelo lineamento Ibaré e a leste pela sutura de Caçapava do sul. A modelagem geofísica mostra que a estrutura é profundamente assentada e pode ser interpretada como zona de sutura entre os terrenos São Gabriel e Tijucas (CHEMALE JR., 2000; PHILIPP *et al.*, 2016). O terreno São Gabriel pode ser subdividido em (i) rochas metamórficas e granito-gnáissicas do Complexo Cambaí; (ii) seqüências vulcano-sedimentares do Cinturão Metamórfico Vacacaí e (iii) Bacia do Camaquã.

O Terreno São Gabriel constitui-se de gnaisses cálcio-alcálicos juvenis (BABINSKI *et al.*, 1996) cortados por metagranitóides, todos incluídos no Complexo Cambaí e intrusivos nas seqüências vulcanosedimentares dos complexos Palma e Bossoroca. O Complexo Bossoroca é constituído de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas andesíticas e dacíticas, representando a parte vulcânica principal do arco magmático desenvolvido no Terreno São Gabriel. O Complexo Palma é constituído por rochas meta-vulcânicas máficas e ultramáficas, intercaladas com xistos e paragneisses pelíticos e quartzíticos e representa uma associação de bacia back-arc e ofiolitos com a tectônica de subducção geradora das rochas mais jovens do Bloco São Gabriel (HARTMANN *et al.*, 2007).

Ocorrem ainda rochas do Cinturão Metamórfico Vacacaí, onde estão inseridos os mármore, objeto principal desta dissertação (LAUX *et al.*, 2010). Estas rochas são caracterizadas como uma seqüência formada por (i) depósitos de fundo marinho (BIFs, grafitamármore calcítico, metapelitos grafitosos e metabasaltos), (ii) depósitos turbidíticos progradantes (metarenitos calcíferos, metagrauvacas, metarenitos sarcoseanos, metapelitos e mármore dolomítico silicático) e (iii) depósitos arenosos de mar raso do Terreno São Gabriel (SCHMITT, 1995), que circundam toda a associação de rochas da

unidade, sendo constituída por metassedimentos, metavulcânicas e metaultramáficas (HARTMANN *et al.*, 2007).

Aflora ainda a Suíte Lagoa da Meia Lua, constituída de granito, granodiorito, diorito, tonalito e localmente gabros, metamorfizado no fácies xisto verde a anfíbolito baixo (UFRGS, 1996; GARAVAGLIA *et al.*, 2002). De forma contemporânea as intrusões graníticas mais jovens do que 600Ma iniciaram a deposição da Bacia do Camaquã, que tem neste domínio a maior área de afloramentos das rochas vulcanossedimentares com todas as formações geológicas representadas na coluna estratigráfica, (CHEMALE JR., 2000). A coluna utilizada nesta dissertação estratigráfica é apresentada na Figura 4.









ÉON	ERA	PERÍODO	$10^6$ anos	Coluna Estratigráfica Simplificada de Wildner <i>et al.</i> (2008)	
FANEROZOICO	CENOZOICO		65		Depósitos colúvio-aluviais, de barreiras e eólicos.
	MESOZOICO				
	PALEOZOICO		251		PROVÍNCIA PARANÁ-Rochas sedimentares e vulcânicas.
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	EDIACARIANO	542		PROVÍNCIA MANTIQUEIRA ROCHAS GRANITOIDES
		CRIOGENIANO	630 850		COMPLEXOS METAMORFICOS - a) ortognaisses, metavulcano-sedimentares, metamáfica-ultramáficas e básica-ultrabásicas. b) granito-gnáissicos
	PALEOPROTEROZOICO		1000		
		ESTATERIANO	1600 1800		COMPLEXO METAMORFICOmetavulcano sedimentar
		RIACIANO	2050		COMPLEXOS METAMORFICOS - ortognaisses, granitóides milonitizados, paragnaisses e supracrustais pelito-carbonática e vulcânica.
		SIDERIANO	2300 2500		COMPLEXO GRANULÍTICO - gnaisse bimodal félsico-máfico.
					BACIA DO CAMAQUÃ Rochas sedimentares e vulcânicas.

Figura 4 - Coluna estratigráfica simplificada de Wildner *et al.* (2008).

## **5 METODOLOGIA**

Visando alcançar os objetivos propostos, este estudo compreendeu as seguintes etapas: (i) análise bibliográfica, (ii) etapa de campo, (iii) análise petrográfica tradicional de amostras selecionadas, (iv) caracterização litogeoquímica - análises geoquímicas de rocha total, integração e interpretação dos dados obtidos.

### **5.1 Revisão bibliográfica**

As rochas carbonáticas foram descritas em diversos trabalhos no Brasil, para este trabalho foram pesquisados os mais significativos. As fontes de coleta das informações foram os repositórios digitais como o Portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no Repositório institucional da Universidade federal da Bahia (RI UFBA), no Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LUME), no Portal SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), no Repositório Institucional de Geociências da CPRM (RIGEO) e na base de dados internacional *Science Direct*.

### **5.2 Etapa de campo**

O Trabalho de campo da região objeto deste estudo abrangeu o período entre os anos de 2011 e 2013, dividido em etapas de 15 dias, totalizando 60 dias, quando foram coletadas amostras das ocorrências de mármore conhecidas no Domínio São Gabriel. Em outras etapas do projeto, no qual esta dissertação está inserida, foram visitados afloramentos da área da presente dissertação. As amostras foram coletadas preferencialmente em bancadas de exploração nas minas visitadas, foram selecionados locais onde a rocha não apresentasse alteração, camadas de marga, procurou-se também coletar amostras em locais afastados de zona de falha.

### **5.3 Análise petrográfica**

A partir da consolidação da etapa de campo, foram selecionadas 51 amostras para a confecção de lâminas delgadas. Estas foram realizadas no Laboratório de Petrografia do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, a partir do método descrito por Hutchinson (1974),

com a substituição de Bálsamo do Canadá por Araldite Industrial, objetivando dar maior resistência às lâminas.

A descrição petrográfica foi realizada na CPRM, pela petrógrafa Andrea Sander - com o uso de estereomicroscópio de luz transmitida plano-polarizada Olympus SZ61, com aumento progressivo entre 7X e 40X, e em microscópio óptico petroográfico de luz transmitida Nikon Eclipse 50iPOL com aumentos de 25X, 40X, 100X, 200X e 500X. A composição modal foi efetuada por estimativa visual percentual dos constituintes mineralógicos conforme o proposto por Terry e Chilingar (1955).

#### **5.4 Caracterização Litogeoquímica**

As amostras selecionadas a partir de para a petrografia foram encaminhadas para análise química de rocha total nos laboratórios ACME e GEOSOL, para análises de rocha total (elementos maiores, elementos traços e terras raras). Todas as amostras foram preparadas no laboratório da Superintendência Regional de Porto Alegre da CPRM - Serviço Geológico do Brasil. As amostras foram analisadas por ICP-MS no pacote “Group 1F-MS” para 53 elementos com abertura através de água régia conforme SGS Canada Inc. (2008), apresentadas no Apêndice 1. Apesar da abertura não ser o mais indicada para rochas carbonáticas, foi o única disponível, já que é o padrão que o Serviço Geológico do Brasil – CPRM adota em suas análises geoquímicas.

Os resultados foram organizados em planilhas eletrônicas e colocados no programa *Geochemical Data Toolkit 4.1* (JANOUSEK ET AL., 2006), onde foram gerados diagramas, para facilitar a interpretação dos resultados. Os dados de Elementos Terras Raras foram inicialmente normalizados pelo condrito de Boynton (1984). Após análise dos resultados esta opção foi descartada, optando-se por uma normalização para rochas sedimentares pós-arqueanas, como já sugerido por Goldschmidt (1954), que foi o primeiro a indicar que os efeitos homogeneizantes dos processos sedimentares se traduzem em distribuições dos Elementos Terras Raras, tornando a distribuição quase constante e semelhante aos ambientes sedimentares modernos. Por esta razão foram testadas as normalizações de sedimentos pós-arqueanos *NASC-North American Paleozoic Shales*, *ES-European Shales*, e *PAAS-Post-Archaean Average Australian Shale* (ROLLINSON, 1993) e, após análise, optou pela normatização PAAS de McLennan (1989).

## 6 RESULTADOS

A seguir são apresentadas a Cartografia, Descrições de afloramentos e Petrografia das áreas (1) Batovi, (2) Palma, (3) Passo Feio e (4) Porongos.

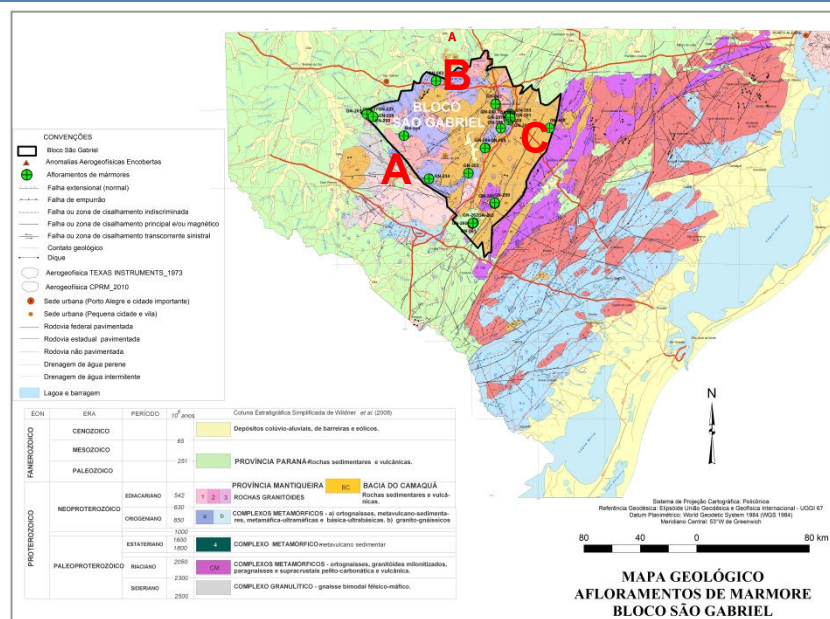
### 6.1 Cartografia

Os pontos GN podem ser visualizados em detalhe com no mapa de localização das amostras e tabela de coordenadas no Apêndice 2, apresentado no final deste trabalho.

### 6.2 Descrições dos afloramentos e petrografia

#### 6.2.1 Descrição de afloramentos

No Domínio São Gabriel os mármore ocorrem em todos os quadrantes, em unidades do Complexo Metamórfico Vacacaí, podendo estar encaixados, ainda, no Complexo Cambaí (figura 5).



**Figura 5 - Mapa Geológico do Domínio São Gabriel**

A) Mina Ibaré-Lavras do Sul; B) Mina Mônego-Vila Nova; C) Mina Mônego-Caçapava do Sul.

Fonte: mapa geológico simplificado extraído mapa geológico de Wildner *et al.* (2008).



### 6.2.1.1 Descrição de afloramentos – Área Batovi

Na região de Vila Nova do Sul ocorrem duas minas de mármore, próximas uma da outra. Na mina da Mônego Mineração o mármore é calcítico, sendo usado na avicultura (Figura 6 A e B). A parte maciça das lentes de mármore já foi explorada, restando camadas de mármore intercalados com a encaixante (**GN-03**). Intrusões graníticas cortam toda a sequência. Amostras de testemunhos de sondagem (**GN-211**) também foram coletadas, fornecidas pela mineração Mônego, proprietária das sondagens.



**Figura 6** - A- Vista geral do bandamento do mármore na Mineração Mônego em Vila Nova do Sul e - B- dobra em “M deitada” na parede oeste da cava.

Já no Complexo Batovi, no lado oeste do Domínio São Gabriel, no município de São Gabriel, foi visitada uma pedreira desativada. Aflora em uma das bancadas da pedreira um mármore de cor cinza escuro, finamente bandado. Podem ainda ser visualizadas no local um conjunto de dobras desarmônicas, evidenciadas pela alternância de tons de cinza nas amostras (Figura 07), No ponto **GN-200**, foram coletadas as amostras **GN-200A, B, C e D**.



**Figura 7** - Dobras desarmônicas no ponto GN-200.

### 6.2.1.2 Descrição de afloramentos – Área Palma

A Mina Ibaré localiza-se em São Gabriel, no Complexo da Palma. A área pertence à Votorantim e o mármore presente é calcítico (figura 8 – A e B).



**Figura 8** - A) Vista geral da cava da Mina Ibaré; B) Mármore cinza com bandamento

Na parte superior da pedreira afloram basaltos e andesitos, da Formação

Acampamento Velho. O ponto foi denominado de **GN-204** e foram coletadas e analisadas as amostras: D-mármore, coletada em diversas partes aleatoriamente; E-mármore bandado; G-mármore; H-mármore bandado; K-mármore branco e J-mármore branco.

### 6.2.1.3 Descrição de afloramentos – Área Passo Feio

O Complexo Passo Feio formam ocorrências com várias minas em exploração, cujo mármore é usado como corretivo de solo. Estes depósitos de mármore apresentam feições semelhantes entre si, como a intercalação de camadas de quartzitos, anfibólio-biotita xisto, feldspato-anfibólio-quartzo-biotita gnaiss, granitos concordantes e discordantes e por vezes milonitizados. O conjunto de rochas encontra-se ondulado por dobras abertas e diques de rochas básicas podem cortar as lentes de mármore.

Foi amostrado na pedreira da Mônego Mineração, um mármore dolomítico (**GN-01**). Nesta pedreira ocorre um granito foliado, com veios de quartzo concordantes. (**GN-01B**). O plano do contato do granito com o mármore é NS, 48°E (Figura 09).



**Figura 9** - Contato tectônico do granito sobre o mármore cinza-escuro

Ainda na Mineração Mônego (**GN-02**), em uma porção da pedreira aflora mármore separado por contato tectônico de rocha granítica, observa-se a intercalação do quartzito com camada de mármore com  $S_0/S_1$  próxima da horizontal (Figura 10), (amostra **GN-02A**).



**Figura 10** - Camada de mármore intercalada com quartzito

A pedreira Razzera (**GN-229**) está localizada na mesma cava da Mineração Mônego e apresenta a mesma relação do mármore (**GN-229B e D**) em contato com granitos por vezes milonitizados (**GN-229C**).

Na pedreira da Mina Ciocari (**GN-206**) observa-se a intercalação de bandas claras e escuras marcando a estratificação/bandamento com direção  $S_0/S_1$ . (Figura 11). Foi coletada a amostra **GN-206D**, na base da parede da pedreira, formada por camadas de rocha metassedimentar, com sulfeto disseminado, intercaladas com mármore.



**Figura 11** - Vista dos estratos na Mina Ciocari (Ponto GN-206).

Mais ao sul de Caçapava do Sul, na continuidade do Complexo Passo Feio, ocorre a

Pedreira do Mudador (Ponto **GN-04**), que é constituída na base por mármore dolomítico cinza escuro venulado, onde foi coletada uma amostra. Em direção ao topo, devido à forte oxidação, a rocha adquire tons avermelhados. Na bancada, inferior, também com mármore cinza e vênulas esbranquiçadas, foram retirados blocos para revestimento, (Ponto **GN-05**) e coletadas duas amostras (Amostras **GN-05A e B**).

Mais para o sul dessa pedreira, pouco depois do Rio Camaquã, mas ainda no Complexo Passo Feio, na região do Cerro Malcriado, município de Bagé, ocorre outro depósito de mármore dolomítico de cor cinza e intensamente tectonizado (Ponto **GN-203**) pesquisado pela Companhia Brasileira de Cobre - CBC, O qual nunca explorado. A rocha é de cor cinza, intensamente tectonizada. Neste depósito foram obtidas as amostras **GN-203A a F**.

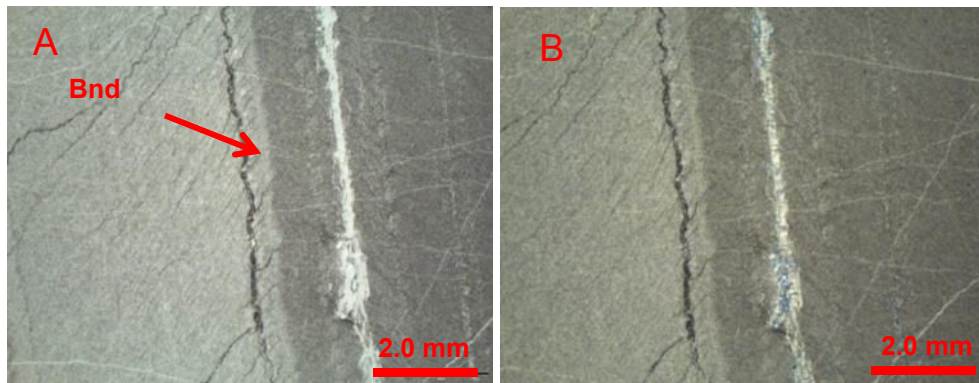
#### **6.2.1.4 Descrição de afloramentos – Área Porongos**

Próximo ao contato do Domínio São Gabriel com o Domínio Tijucas foram coletadas amostras em pedreiras e/ou afloramentos. Mármore bandados, foliados, intercalados com camadas e leitos de quartzitos e quartzo-biotita xisto nos pontos **GN-260 a 263 e GN-298, GN-299 e GN-488**.

### **6.2.2 Petrografia**

#### **6.2.2.1 Petrografia das amostras – Área Batovi**

A amostra **GN-200C**, do Cerro do Batovi, apresenta bandamento dado pela alternância de níveis centimétricos de cor clara e escura, afetado por clivagem de crenulação. Afloram ainda mármore de grãos extremamente finos, com tamanhos inferiores a 0,3 mm, constituídos de carbonato micrítico maciço, onde se destacam alguns níveis ou vênulas de quartzo xenomórfico poligonal e raros filossilicato (Amostras **GN-201C e GN-227**) (Figura 12).



**Figura 12** - Fotomicrografias, amostra GN 200 C em aumento de 7X, nicóis paralelos (A) e nicóis cruzados(B), mostrando o bandamento ressaltado pela seta vermelha. dado pela alternância de níveis claros e escuros. Escala gráfica de 2,0 mm

As amostras da região de Vila Nova foram classificadas petrograficamente como metamargas, constituídas de carbonato com grãos de quartzo. Rocha sedimentar com níveis de concentração do quartzo, muscovita e zircão (amostra **GN-03C**) e alternância de bandas espessura centimétrica. Estas bandas alternam-se com outras de granulometria fina a média, constituídas por quartzo, zoisita e feldspato oxidado e sericitizado e bandas de textura granoblástica, granulometria média, constituídas por carbonato (amostra **GN-03G**).

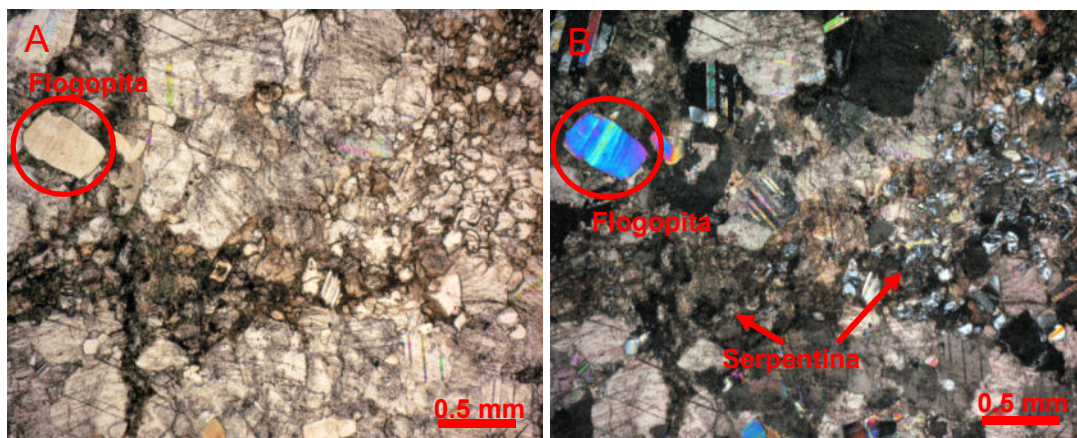
#### 6.2.2.2 Petrografia das amostras – Área Palma

As amostras da Mina Ibaré (Vila Palma) da Votorantin representam petrograficamente um mármore com mineralogia similar e percentual modal de carbonato superior a 95%. Em geral a textura é granoblástica isogranular, xenomórfica, fina a média, com tamanho do grão variando de 0,5 a 4 mm. A deformação é evidenciada nas amostras: **GN-204G(A)** onde os carbonatos estão estirados com planos de macla encurvados; a **GN-204E(B)** mostra uma *microshear* ao longo do qual há a cominuição dos grãos; a amostra **GN-204(C)** tem domínios elípticos de carbonato estirados e a matriz fina que os cerca está alinhada; a amostra **GN-204B(D)** é muito semelhante a anterior; a amostra **GN-234A(E)** apresenta forte foliação dada pelo alinhamento do carbonato e raros cristais de quartzo; e a **GN-234C(F)** que apresenta intensa brechação. O conjunto mármores da Mina Ibaré mostra que os mesmos são constituídos quase que exclusivamente por carbonatos, com textura xenomórfica de forma geral, de média a fina.

#### 6.2.2.3 Petrografia das amostras – Área Passo Feio

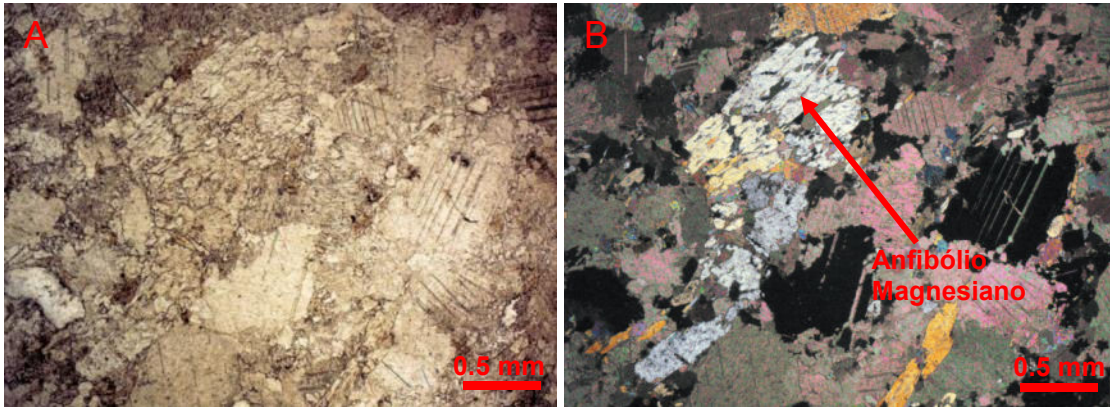
A petrografia de mármores do complexo Passo Feio mostra um grupo homogêneo, com texturas granoblásticas poligonais ou isogranulares, de grão médio a fino. Estes mármores são

constituídos essencialmente de carbonatos, com quantidades subordinadas de silicatos como anfibólio magnesiano, que foi identificado em função da presença de duas séries de clivagens na seção basal, que se cortam em um ângulo de aproximadamente 60°, se distingue do anfibólio férrico em função da sua fórmula pleocróica, onde o mineral monocróico é incolor (DEER; HOWIE; ZUSSMAN, 1966, p. 185). Soma-se a isso a paragênese magnesianas, com a presença de talco, flogopita (tom castanho avermelhado), clorita magnesianas (incolor) e serpentina (Figura 13). Estes minerais foram gerados pelo metamorfismo de fácies xisto verde a anfibolito. Amostra **GN-302**, amostra **GN-303** (Figura 13) e amostra **GN-296** (Figura 14).



**Figura 13** - Fotomicrografias (amostra GN-303) em aumento de 25X, nicóis paralelos (A) e nicóis cruzados (B). Mármore com textura granoblástica poligonal de grão médio a fino, com a presença de flogopita orientadas pela foliação metamórfica e em outro setor da lamina serpentina. Escala gráfica de 0.5 mm.

Os mármore do Complexo Passo Feio apresentam textura granoblástica isogranular extremamente fina (inferior a 0,3 mm), constituídos essencialmente de carbonato e de algum quartzo. Estes mármore apresentam brechação intensa, marcada por fragmentos centimétricos a milimétricos, angulosos, cimentados por carbonato microcristalino. (Amostras **GN-203D** e **F**).



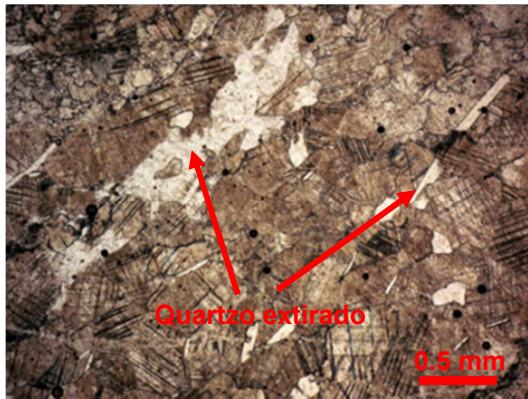
**Figura 14** - Fotomicrografias (Amostra GN-296) em aumento de 25X. nicóis paralelos (A) e nicóis cruzados (B). Mármore com textura xenomórfica de grão médio, com a presença de anfibólio magnésiano. Escala gráfica de 0,5 mm.

#### 6.2.2.4 Petrografia das amostras – Área Porongos

Os mármore desta área apresentam estrutura maciça, equigranular, xenomórfica de grão fina (<1,5 mm). Amostra composta essencialmente de carbonato, com palhetas de mica aleatoriamente distribuídos (amostra **GN-262A**). Mármore bandado de carbonato granoblástico isogranular fino (< 0,8 mm) com níveis xenomórficos ricos em serpentina e mica (amostra **GN-262B**). Mármore de granulometria fina a média e textura granoblástica, sendo constituída essencialmente por carbonato (amostra **GN-263C**).

Os mármore apresentam granulometria fina a média e textura granoblástica, sendo constituída essencialmente por carbonato (**GN-298**). Ocorre brechação intensa, marcada por fragmentos de tamanhos diversos, angulosos, de mármore cimentado por carbonato microcristalino. Localmente os mármore são cimentados por sílica microcristalina que também preenche fraturas (**GN-299**).





**Figura 15** - Fotomicrografia (Amostra GN-488A) em aumento de 25X, nicóis paralelos. Mármore com textura granoblástica isogranular de grão médio a fino, com a presença de talco e domínios de quartzo orientados pela foliação. Escala gráfica de 0,5 mm.

Os mármore do afloramento **GN-488** apresentam textura granolepidoblástica de grão fino, que são constituídos de um arranjo poligonal de carbonato com raras palhetas orientadas de bandas de quartzo, xenomórfico de grão fino (figura 15).

### 6.3 Geoquímica

Os resultados das análises geoquímicas das amostras estão apresentadas no Apêndice 1.

Um dos norteadores deste trabalho foi a prospecção de mármore dolomíticos e ou calcíticos dos diferentes setores do Bloco São Gabriel, os quais podem ser visualizados nos gráficos Binários CaO-MgO com os resultados das quatro áreas estudadas (Figura 16).

Na Área Batovi (A) os teores de CaO variam de 24,15 a 54,61%. Quanto aos teores de MgO variam de valores próximos de Zero a no máximo 19,94%, sendo classificados como calcita mármore. Na Área Palma (B), as amostras apresentaram uma tendência calcítica, como pode ser visto no gráfico, onde os teores de CaO variam de 40,05 a 55,54% e de MgO variam de valores próximos de Zero a no máximo 9,01%, sendo classificados como calcita mármore estas amostras. Na Área Passo Feio (C), houve uma tendência de amostras dolomíticas, no gráfico binário CaO-MgO, onde os teores de CaO variam de 25,69 a 34,14%. Quanto aos valores de MgO variam de próximos de 16,61 a 21,14%. Na Área Porongos (D) houve uma tendência dolomítica como pode ser visto no gráfico, gráfico binário CaO-MgO, onde os teores de CaO variam de 25,25 a 41,99 % e os de MgO variam de 6,53 a 21,38 %.(Figura16)

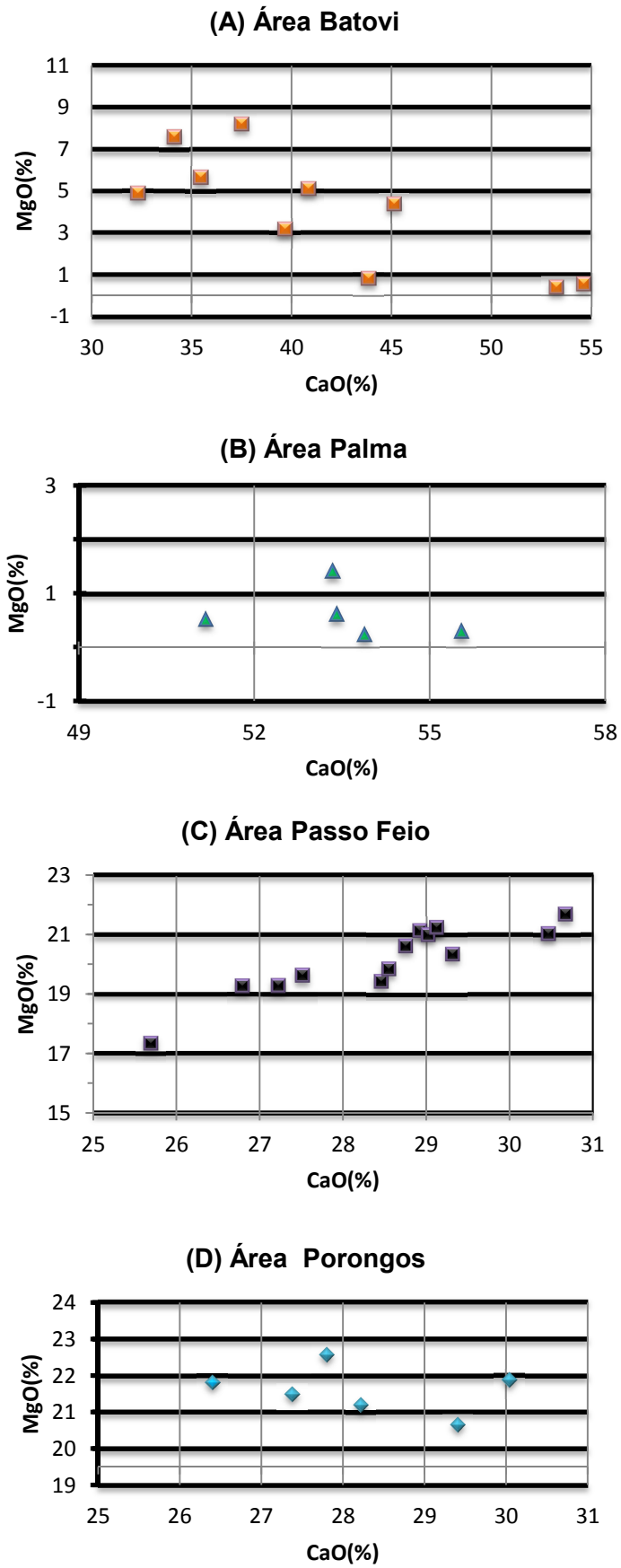
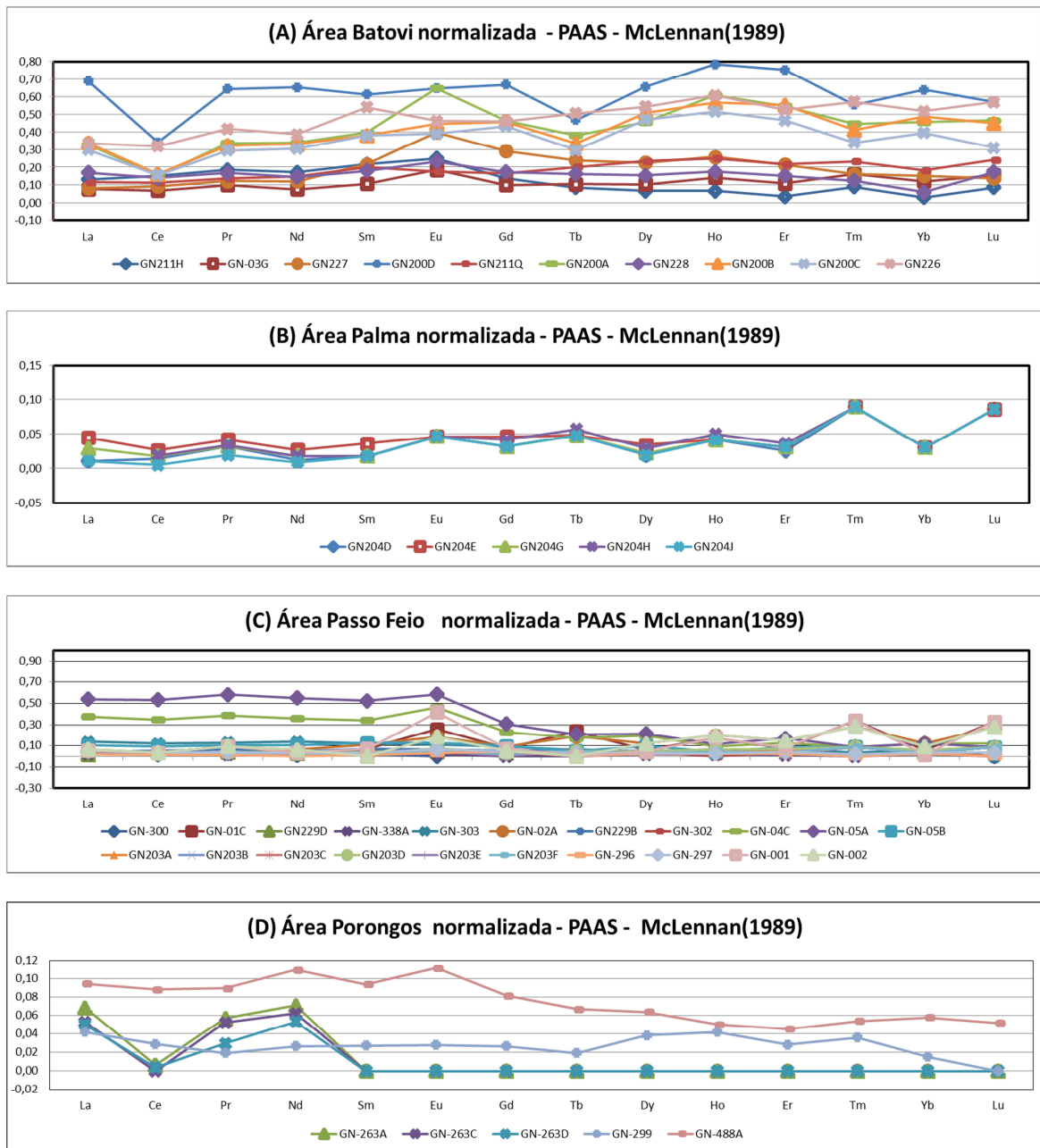


Figura 16 - Gráfico Binário CaO-MgO das áreas (A) Batovi, (B) Palma, (C) Passo Feio e (D) Porongos.

Como já mencionado na metodologia desta dissertação, foi adotada a normatização sugerida por Goldschmid (1956) que é caracterizada pelos efeitos homogeneizantes dos processos sedimentares se traduzem em distribuições de Elementos Terras Raras quase constantes e a distribuição em ambientes sedimentares modernos é semelhante à dos sedimentos pós-arqueanos (NASC-*North American Paleozoic shales*, ES – *European shales*, e PAAS- *Post-Archaean average Australian shale*) (ROLLINSON, 1993) e dentre elas optou-se pela normalização PAAS de McLennan, (1989), (Figura 17).

Em uma análise dos gráficos (figura 17) de Elementos Terras Raras normalizados das áreas (A) Batovi, (B) Palma, (C) Passo Feio e (D) Porongos pode ser visualizada a presença de uma anomalia negativa de cério que é bem conhecida como fato de que a abundância de Elementos terras raras na água do mar é muito baixa. Esta anomalia de Ce é prontamente explicada devido ao  $Ce^{+4}$  e  $Ce^{+3}$ , têm um grande campo de estabilidade Eh-Ph. Sabe-se também que o fracionamento do Ce em relação aos outros Elementos Terras Raras está associado à sua remoção mais fácil na presença de oxigênio. Assim, nos oceanos, o  $Ce^{+3}$  é oxidado para  $Ce^{+4}$ , que é insolúvel, precipitando como  $CeO_2$  resultando num empobrecimento desse elemento na água do mar, em relação aos outros Elementos Terras Raras (HOYLE et. al., 1984).

A anomalia negativa de Ce em rochas sedimentares, particularmente em rochas carbonáticas, tem sido utilizada comumente como um argumento de origem marinha, enquanto a sua inexistência é atribuída à influência de águas continentais. Ainda na análise dos gráficos apresentados na Figura 17, a anomalia positiva de Eu nos sedimentos marinhos ou na água do mar, tem sido atribuída a um fluxo hidrotermal, cujo processo é acompanhado também por um enriquecimento em Elementos Terras Raras leves (HENDERSON, 1984).



**Figura 17** - Elementos Terras Raras normalizada PAAS McLennan (1989), das áreas (A) Batovi, (B) Palma, (C) Passo Feio e (D) Porongos.

A análise do padrão normalizado para área ao folhelho PAAS- *Post-Archaean average Australian shale* (MCLENNAN, 1989), tem sido de grande utilidade na reconstituição paleoambiental na análise dos gráficos das quatro áreas abordadas nesta dissertação. Pode ser inferido que todos os mármore analisados tem origem marinha. Não obstante, apesar da abertura das análises geoquímicas não ser o mais indicada para rochas carbonáticas, foi o única disponível, já que é o padrão que o Serviço Geológico do Brasil – CPRM adota em suas análises geoquímicas.

De uma maneira geral a geoquímica elementar do bloco São Gabriel é descrita a seguir

com os valores mais significativos de cada das quatro áreas. (i) Área Batovi - entre os elementos menores mais significativos podem ser visualizados os valores de Sr que variam de 72,4 até 1741 ppm, assim como os de La que variam de 3 até 26 ppm, entre outros. No que se refere a elementos maiores, os valores se apresentaram homogêneos sem anomalias. Na (ii) Área Palma - os elementos menores nas amostras mostraram um comportamento sem grandes variações, a exceção do Sr, com valores entre de 279 a 2207 ppm e o do Ba com valores que variaram de 5 a 27 ppm. Os elementos maiores não apresentaram variações significativas. A (iii) área Passo Feio -apresentou valores mais significativos de Sr entre 35,2 e 134,0 ppm, nos elementos maiores as amostras não apresentaram variações. E finalmente a (iv) Área Porongos, nos elementos menores, ressalta-se o Ba que variou de 7 a 2515 ppm e o Sr que variou de 32,6 a 180 ppm. Os elementos maiores nas amostras tiveram um comportamento homogêneo, sem anomalias significativas.

## 7 CONCLUSÕES

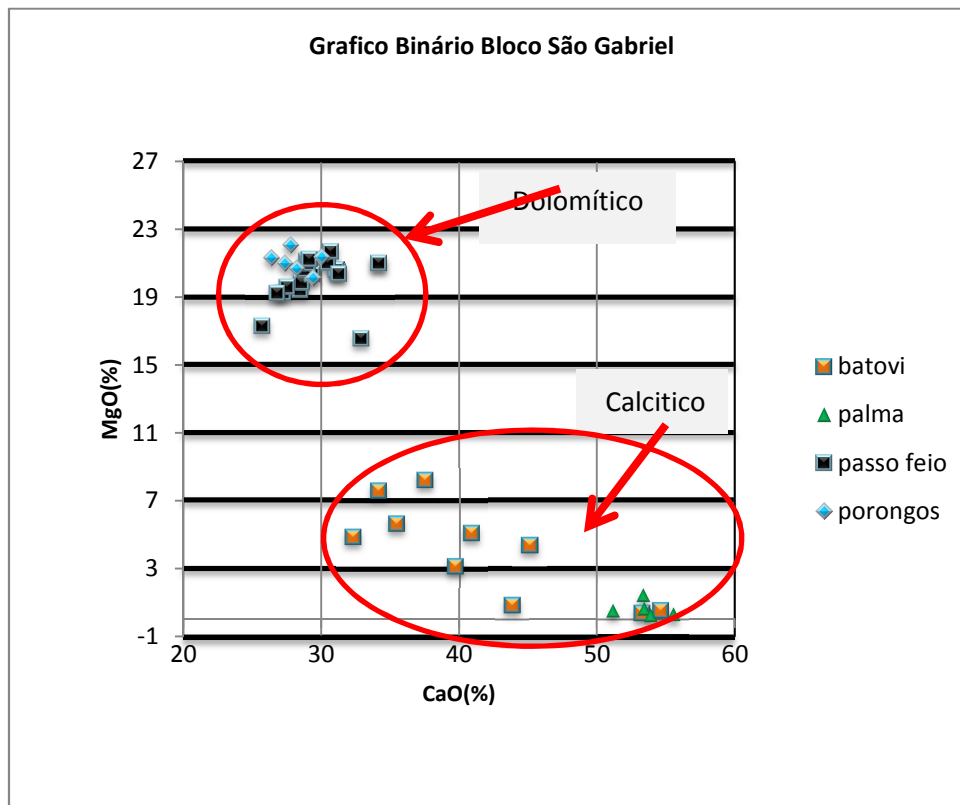
O conjunto de mármore que ocorrem nas regiões de Batovi, Palma, Passo Feio e Porongos compõe um grupo mineralogicamente homogêneo, onde o carbonato predomina largamente sobre os outros minerais, chegando a constituir até 99% da composição modal destas rochas. Há o predomínio do carbonato calcítico sobre os demais (dolomita e magnesita) como pode ser constatado nas lâminas delgadas. Entretanto em algumas amostras, onde há minerais magnesianos como a serpentina e o talco a dolomita pode estar presente.

Os mármore pertencentes a (i) Área Batovi parecem ter sido submetidos a condições de metamorfismo muito baixo, uma vez que apresentam grão extremamente fino (inferior a 0,2 mm), compostos de carbonato micrítico maciço, onde se destacam alguns níveis escuros de opacos pulverulentos e de quartzo xenomórfico poligonal, que talvez representem uma So. Esta foliação encontra-se dobrada, com clivagem de crenulação. A mineralogia é pobre, com carbonato calcítico, opacos e a quartzo. Semelhante ao Batovi, os mármore da (ii) Área Palma também exibem um grau metamórfico baixo, preservando estruturas primárias, como uma possível So. O grão é muito fino (inferior a 0,2 mm) e o carbonato presente é a calcita, em um arranjo micrítico maciço, com níveis escuros de opacos pulverulentos. Entre o grupo de mármore, este é o que apresenta maior heterogeneidade, com mistura entre rochas metacalcárias e frações vulcânicas. Petrograficamente também é o que mais apresenta os efeitos do metamorfismo dinâmico, com a presença de brechas.

No (iii) Passo Feio a textura predominante é a granoblástica, xenomórfica média a fina (0,2 a 2,5 mm), constituída essencialmente de carbonato, com raros cristais aciculares de tremolita, antofilita, talco e localmente domínios de serpentina em geral com formas globulares sugerindo que são pseudomorfos de olivina ou humitas, sugerindo a presença de carbonato dolomítico. Alguns destes mármore encontram-se submetidos a deformação, imprimindo sobre a textura brechação e até mesmo orientação de minerais. Os mármore que ocorrem na (iv) Área Porongos têm textura predominantemente granoblástica isogranular fina (tamanho dos grãos entre 1 e 0,2 mm), constituído de carbonato com raras palhetas de talco, clorita magnesiana, agulhas de tremolita e níveis de concentração de opacos onde podem ser encontradas evidências de metamorfismo dinâmico. Em amostras isoladas foi encontrado o quartzo sugerindo a presença de mármore impuros ou o efeito do metamorfismo regional.

O estudo geoquímico, através dos ETR, da sequência metassedimentar de baixo grau do Bloco São Gabriel não mostrou diferenças entre os mármore calcíticos e dolomíticos, como apontou a análise petrográfica. Nos mármore de uma maneira geral todas as rochas

apresentaram anomalia de negativa de Cério. Esta anomalia de Ce é devido ao fato que o  $Ce^{+4}$  e o  $Ce^{+3}$ , têm um grande campo de estabilidade Eh-Ph, (HOYLE et. al., 1984). A anomalia negativa de Ce em rochas sedimentares, particularmente em rochas carbonáticas, tem sido utilizada comumente como um argumento de origem marinha, enquanto a sua inexistência é atribuída à influência de águas continentais. Quanto à anomalia positiva de Eu nos sedimentos marinhos ou na água do mar, esta tem sido atribuída a um fluxo hidrotermal, cujo processo é acompanhado secundariamente por um enriquecimento em Elementos Terras Raras leves. De uma maneira geral o estudo dos Elementos Terras Raras mostrou que as amostras na totalidade são de sedimentos de origem marinha.



**Figura 18** –Gráfico CaO-MgO dos mármore calcíticos--(i) Batovi, (ii) Palma) e dolomíticos--(iii) Passo Feio e (iv) Porongos).

E finalmente, sugere-se a possibilidade de estabelecer um critério prospectivo para os mármore do Bloco São Gabriel, onde foi possível separar duas populações de mármore. A primeira composta pelas áreas (i) Batovi e (ii) Palma com mármore com composição predominante Calcítica e uma segunda população de mármore predominantemente Dolomítico, composta pelas áreas (iii) Passo Feio e (iv) Porongos (Figura 18).

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola - ABRACAL, **Calcário agrícola no Brasil 2017**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <[http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/CALC%C3%81RIO%20AGR%C3%8DCLA%20BRASIL%202016%20SPR\(1\).pdf](http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/CALC%C3%81RIO%20AGR%C3%8DCLA%20BRASIL%202016%20SPR(1).pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2018.
- BABINSKI, M. *et al.* Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil. **Geology**, v.24, p.439-442, 1996.
- BORTOLOTTI, O. J. **Petrologia dos marmores de Caçapava do Sul, RS**. 1986. 1 v. Dissertação (Mestrado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- BOYNTON, W.V. Geochemistry of Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson, P., Ed., **Rare Earth Element Geochemistry**, Elsevier, New York, 1984, 63-114. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444421487500083?via%3Dihub>>. Acesso em: 06 jul. 2018.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2015**. Brasília, 2016.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de mineração 2030**: secretaria de geologia, mineração e transformação mineral, Brasília, 2011.
- GARAVAGLIA, L.; BITENCOURT, M. F.; NARDI, L.V.S. Cumulatic diorites related to post-collisional, Brasiliano/PanAfrican mafic magmatism in the Vila Nova Belt, Southern Brazil. **Gondwana Research**, v.5, p. 519–534, 2002.
- CHEMALE JR., F. The geological evolution of neoproterozoic to eopaleozoic belts in the SE Brazilian and SW African continental margins. In: GONDWANA 12, GEOLOGICAL AND BIOLOGICAL HERITAGE OF GONDWANA, 2005, Mendoza. **Abstracts...** Mendoza: Academia Nacional de Ciências, 2005. p. 99.
- CHEMALE JR., F. Evolução Geológica do Escudo Sul-rio-grandense. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Ed.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.13-52.
- CHEMALE, JR., F. *et al.*, Stratigraphy and tectonism of precambrian to early paleozoic units in the southern Brazil and Uruguay. **Acta Geologica Leopoldênsia**, São Leopoldo, v. 44, p.1-11, 1995.



COSTA, A. F. U. **Teste e modelagem geofísica da estruturação das associações litotectônicas pré-cambrianas no escudo sul-rio-grandense.** Porto Alegre, 1997. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul:** relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectométricos. Rio de Janeiro: Lasa Prospecções, 2010. v. 1. Programa Geologia do Brasil (PGB).

DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. **Minerais constituintes das rochas:** uma introdução. Tradução: Carlos Antônio Regêncio Macedo. Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 1966.

FERNANDES, L. A. D. *et. al.* Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-rio-grandense: uma contribuição a partir das assinaturas geofísicas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.25, p.375-384, 1995a.

FERNANDES, L. A. D. *et al.* Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-rio-grandense: uma contribuição a partir do registro geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.25, p.351-374, 1995b.

FIGUEIREDO, S.B. **Geoquímica e gênese das formações ferríferas e metacarbonatos da porção sul do Maciço São José Do Campestre, Província Borborema.** 2012. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

GOLDSCHMIDT, V.M. **Geochemistry.** Oxford: Oxford University Press, 1954.

GOULART, R. V.; REMUS, M.V.D.; REIS, R.S., Composição isotópica de Sr, C e O e geoquímica de ETRs das rochas carbonáticas do Bloco São Gabriel, Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.40, n.1, p. 75-97, 2013.

HARTMANN, L. A.; CHEMALE JUNIOR, F.; PHILIPP, R. P. Evolução geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré- Cambriano. In: IANNUZZI, R.; FRANTZ, J. C. **50 Anos de Geologia.** Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 97-123.

HARTMANN, L. A.; TINDLE, A.; BITENCOURT, M. de F. O metamorfismo de fácies anfíbolito do Complexo Passo Feio, RS, com base em química dos minerais. **Pesquisas**, Porto Alegre, v.17, n.12, p.62-71, 1990.

HENDERSON, P., **Rare earth element geochemistry**, England, 1984.

HOYLE, J. *et al.* The behavior of the rare earth elements during the mixing of river and sea waters. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 48, p.143-149, 1984.

HUTCHINSON, C. S. **Laboratory handbook of petrographic techniques**. New York: Wiley & Sons, 1974.

INDICADORES Econômicos FEE, v. 45, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewFile/4121/3935>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

JANOUSEK, V.; FARROW, C. M.; ERBAN, V., Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). **Journal of Petrology**, v. 47, p.1255-1259, 2006.

LAUX, J.H *et al.* U-Pb of Cerro Batovi Metamorphic Complex. First record of statherian rocks in the Rio Grande do Sul state – Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 7., 2010 Brasília. **Anais...** Brasília, 2010. 1 CD ROM

LEITE, J. A. D. *et al.* Zircon U-Pb zircon geochronology of Neoproterozoic juvenile and crustal reworked terranes in southernmost Brazil. **International Geology Review**, v.40, p.688-705, 1998.

LUZ, A. D.; LINS, F.A.F. **Rochas e minerais industriais**. Rio de Janeiro:CETEM-MCT, 2008.

MCLENNAN, S. M. Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary process. **Review of Mineralogy**, v.21, p.169-200, 1989.

NEIS, L. P. **Aplicação de razão Sr87/Sr86 e geoquímica em mármore do Escudo Sul-riograndense**. 2017. 1. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PARENTE, V. C.; GUILLOU, J. J.; JUNIOR, L. E.C. Comportamento geoquímico dos elementos terras raras da sequência metacarbonática magnesiana pré-cambriana (~1.8ga) da faixa móvel Orós. *Revista Brasileira de Geociências*, v.28, n.4, p. 485-496, 1998.

PHILIPP, R.P., PIMENTEL, M.M., CHEMALE JUNIOR, F., Tectonic evolution of the Dom Feliciano Belt Southern Brazil: geological relationships and U-Pb geochronology, **Brazilian Journal of Geology**, 46(Suppl 1), 83-104, June 2016.

ROLLINSON, H. **Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation.**, London: Longman 1993.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. **Rochas e minerais industriais**, CETEM, 2005, Rio de Janeiro, v. 985, capítulo 16, p. 363-387.

SCHMITT, R. S. **Evolução Tectono-metamórfica do Complexo Metavulcano-sedimentar Coxilha do Batovi, São Gabriel (RS)**. 1995. 159 f. Dissertação ( Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

SGS Minerals Services. **Rocks to results: a practical guide to laboratory operations.** 2.ed. Lakefield, Canada, 2008.

SOLIANI JÚNIOR, E. **Os dados geocronológicos do escudo sul-rio-grandense e suas implicações de ordem geotectônica.** 1986. [450] f. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

SZUBERT, E. C.; PRESOTTO, C. A. **Projeto Inventário de calcário no Rio Grande do Sul: Relatório Final da Solicitação de Serviços nº4.** Porto Alegre: CPRM, 1974. 2 v.

TERRY, R.D.; CHILINGAR, G.V. Comparison charts for visual estimation of percentage composition. **J.Sedim.Petrol.**, v.25, p.229-234, 1955.

TORRES, P. F. M. *et al.* Aspectos geológicos, petrográficos e geoquímicos dos mármore dolomíticos com nódulos de quartzo da sequência metavulcano-sedimentar de Acarape-CE. **Revista Brasileira de Geociências** , v. 36,p.567-760, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL-UFRGS. **Projeto Lagoa da Meia Lua - Rufino Farias** - Vila Nova: Geologia da Faixa X. 1996. 178 f. Monografia (Conclusão de Curso de Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996. Mapeamento Geológico 1:25.000

VEDANA. L. A.; PHILIPP, R. P. Análise petrográfica e proveniência dos metassedimentos do Complexo Pontas do Salso, Terreno São Gabriel, Cinturão Dom Feliciano, RS. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.43, n.3, p.229-248, set./dez. 2016

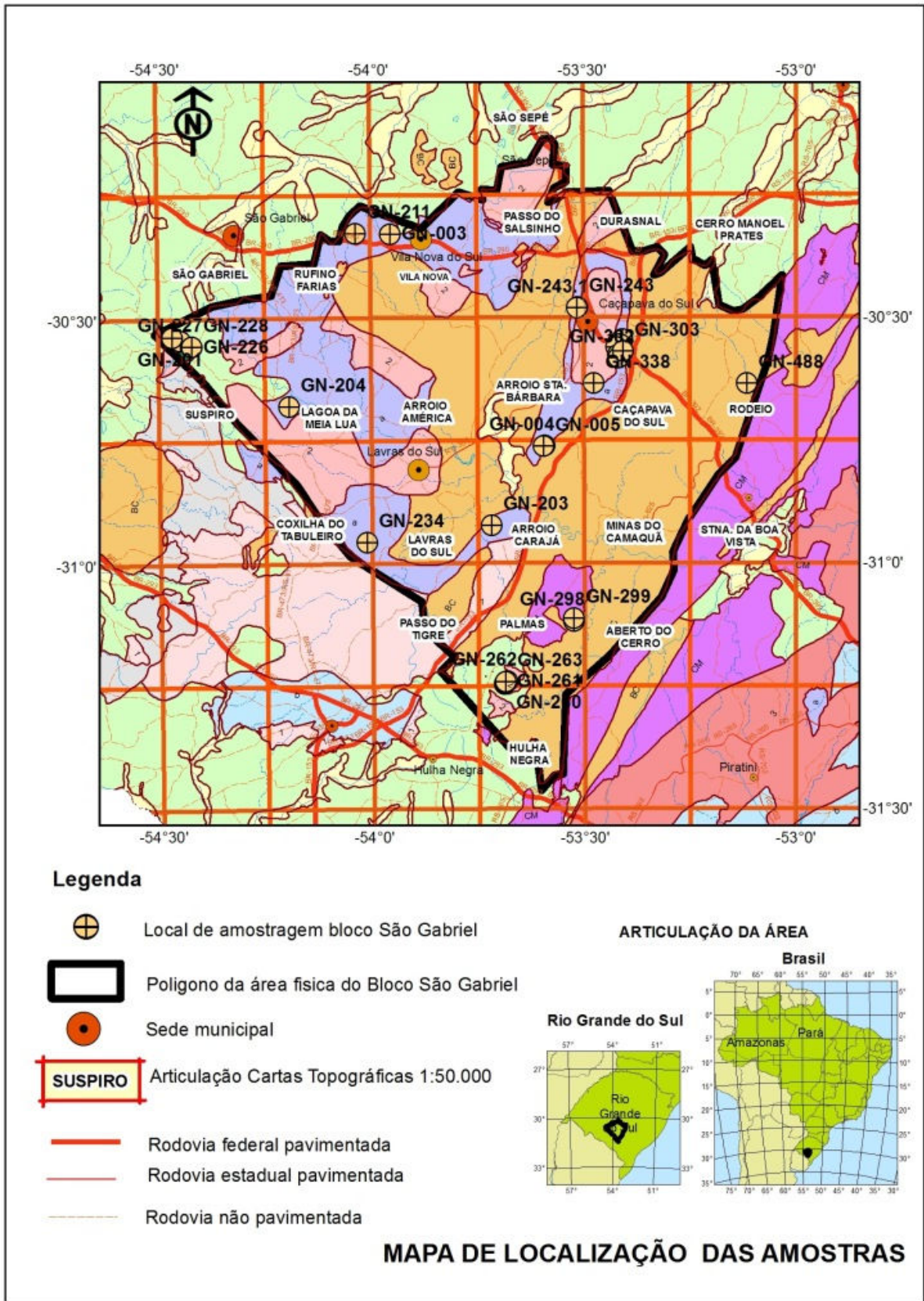
WILDNER, W. *et al.*. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Sul:** Escala 1:750.000. Porto Alegre: CPRM, 2008. 1 DVD. Programa Geologia do Brasil; Mapas geológicos Estaduais.







APÊNDICE 2 – MAPAS TOPOGRAFICOS E TABELA DE COORDENADAS





AMOSTRA	COORDENADAS UTM		DOMINIO	ROCHA
	E	N		
GN211H	785142,00	6641172,00	batovi	marmore
GN-03G	216104,00	6641025,00	batovi	marmore
GN201B	743042,00	6619014,00	batovi	marmore
GN201C	743042,00	6619014,00	batovi	marmore
GN201D	743042,00	6619014,00	batovi	marmore
GN227	747410,00	6616818,00	batovi	marmore
GN200D	744880,00	6618128,00	batovi	marmore
GN211Q	785142,00	6641172,00	batovi	marmore
GN200A	744880,00	6618128,00	batovi	marmore
GN228	747410,00	6616818,00	batovi	marmore
GN201A	743042,00	6619014,00	batovi	marmore
GN200B	744880,00	6618128,00	batovi	marmore
GN200C	744880,00	6618128,00	batovi	marmore
GN226	268222,00	6617845,00	batovi	marmore
GN204D	768883,00	6602580,00	palma	marmore
GN204E	768883,00	6602580,00	palma	marmore
GN204G	768883,00	6602580,00	palma	marmore
GN204H	768883,00	6602580,00	palma	marmore
GN204J	768883,00	6602580,00	palma	marmore
GN204K	768883,00	6602580,00	palma	marmore
GN-300	168090,00	6614742,00	passo feio	marmore
GN-01C	268468,00	6617082,00	passo feio	marmore
GN229D	268468,00	6617042,00	passo feio	marmore
GN-338A	262680,00	6608227,00	passo feio	marmore
GN-303	269247,00	6116615,00	passo feio	marmore
GN-02A	267910,00	6617287,00	passo feio	marmore
GN229B	268468,00	6617042,00	passo feio	marmore
GN-302	268207,00	66140354,00	passo feio	marmore
GN-04C	251913,00	6593941,00	Passo Feio	marmore
GN-05A	251679,00	659787,00	Passo Feio	marmore
GN-05B	251679,00	6593787,00	Passo Feio	marmore
GN203A	240254,00	6575764,00	passo feio	marmore
GN203B	240254,00	6575764,00	passo feio	marmore
GN203C	240254,00	6575764,00	passo feio	marmore
GN203D	240254,00	6575764,00	passo feio	marmore
GN203E	24254,00	6575764,00	passo feio	marmore
GN203F	240254,00	6575764,00	passo feio	marmore
GN-296	267802,00	6616391,00	passo feio	marmore
GN-297	267704,00	6616481,00	passo feio	marmore
GN-262A	244484,00	6540618,00	porongos	marmore
GN-262B	244484,00	6540618,00	porongos	marmore
GN-263A	244134,00	6540504,00	porongos	marmore
GN-263C	244134,00	6540504,00	porongos	marmore
GN-263D	244134,00	6540504,00	porongos	marmore
GN-298	259260,00	6654480,00	porongos	marmore
GN-299	259225,00	6555150,00	porongos	marmore
GN-488A	297267,00	6608878,00	porongos	marmore
GN-260	243845,00	6539928,00	porongos	marmore
GN-261	243991,00	6540153,00	porongos	marmore