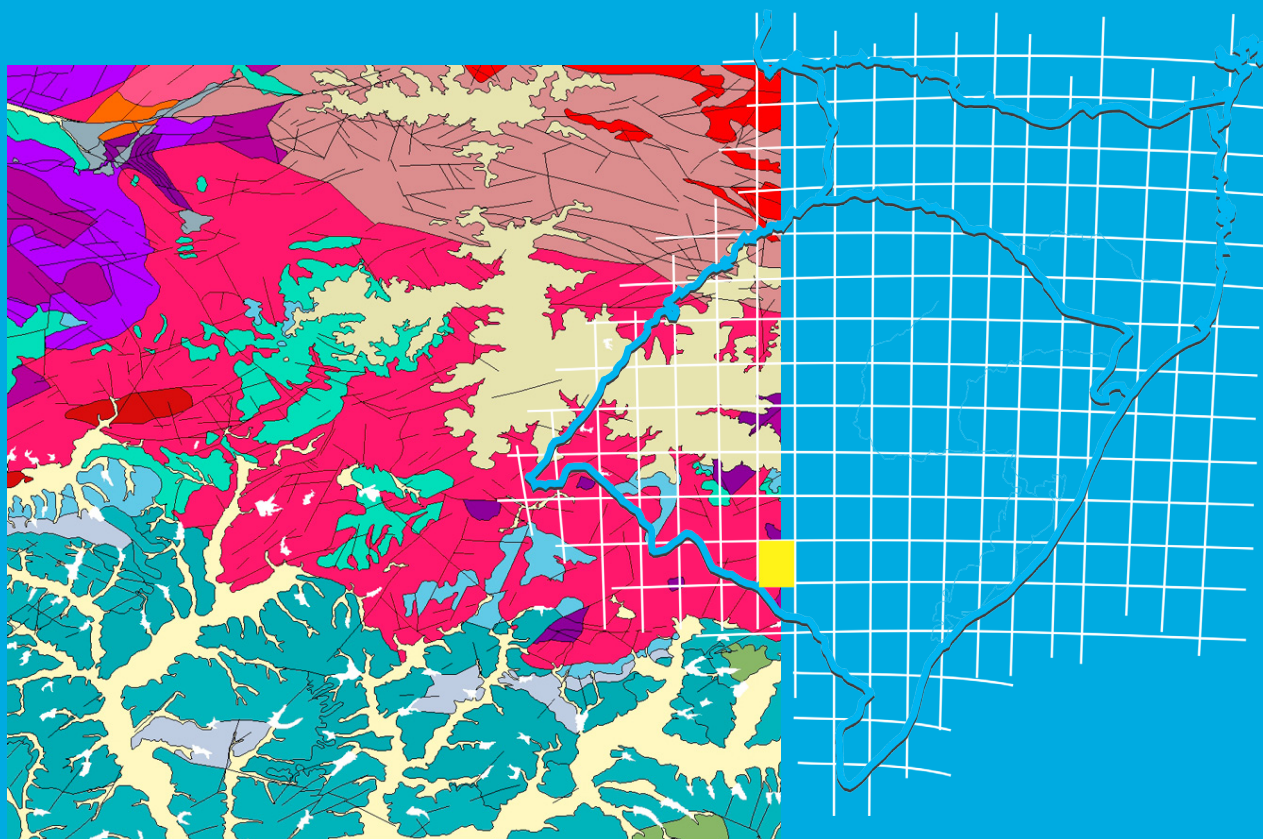


Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BAGÉ – SH.21-Z-D-III



Escala: 1:100.000
2018

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BAGÉ – SH.21-Z-D-III

ESCALA 1:100.000
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Eduardo Camozzato
Carla Klein
Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias



PORTO ALEGRE
2018

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

RUA BANCO DA PROVÍNCIA 105 – SANTA TEREZA

RIO GRANDE DO SUL – RS – 90840-030

FAX: (51) 3233-7773

TEL: (51) 3476-7300

HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

C185

Camozzato, Eduardo

Geologia e Recursos Minerais da Folha Bagé – SH.21-Z-D-III, estado do Rio Grande do Sul, escala 1:100.000 / Eduardo Camozzato; Carla Klein; Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias. Porto Alegre: CPRM, 2018.

95 p.: il. Color. + arquivos digitais (no domínio da CPRM)

Programa Geologia do Brasil (PGB) - Integração e Difusão de Dados da Geologia do Brasil

ISBN 978-85-7499-479-6

1. Geologia Regional 2. Mapeamento Geológico 3. Prospecção Mineral 4. Rio Grande do Sul. I. Klein, Carla II. Iglesias, Carlos Moacyr da Fontoura III. Título.

CDD 558.165

CDU 55(816)

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil - CPRM

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

Programa Geologia do Brasil
GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BAGÉ

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Wellington Moreira Franco

Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Maria José Gazzi Salum

Secretária

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

José Leonardo Silva Andriotti

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Juliano de Souza Oliveira

Diretor de Administração e Finanças

Lúcia Travassos da Rosa Costa

Chefe do Departamento de Geologia

Marcelo Esteves de Almeida

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Fernando Henrique Kohlmann Schwanke

Superintendente

Lucy Takehara Chemale

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Ana Cláudia Viero

Gerência de Infraestrutura Geocientífica

Diogo Rodrigues Silva

Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Paulo Ricardo de Fraga Costa

Gerência de Administração e Finanças

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais

CRÉDITOS AUTORAIS

Eduardo Camozzato

Carla Klein

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

CRÉDITOS DE AUTORIA DA NOTA EXPLICATIVA

1 INTRODUÇÃO

Eduardo Camozzato

2 CONTEXTO GEOLÓGICO, TECTÔNICO E GEOFÍSICO REGIONAL

Eduardo Camozzato

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

3 DOMÍNIOS GEOLÓGICOS, TECTÔNICOS, GEOFÍSICOS E LITOESTRATIGRAFIA

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

Eduardo Camozzato

Bacia do Paraná e Coberturas do Cenozoico

Carla Klein

4 EVOLUÇÃO ESTRUTURAL E TECTÔNICA

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

Eduardo Camozzato

5 RECURSOS MINERAIS

Eduardo Camozzato

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

6 GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

José Leonardo Silva Andriotti

João Henrique Wustrow Castro

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

8 REFERÊNCIAS

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho
(Organização e Formatação)

MAPA GEOLÓGICO

Eduardo Camozzato

Carla Klein

Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias

COORDENAÇÃO TÉCNICA REGIONAL

Lucy Takerara

Jorge Henrique Laux

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Jorge Henrique Laux

Ruy Paulo Philipp (IG/UFRGS)

REVISÃO FINAL- DIGEOB

Edilton José dos Santos

Adeilson Alves Wanderley

Erison Soares Lima

PROJETO GRÁFICO (DIAGRAMAÇÃO, PADRÃO CAPA/ EMBALAGEM)

Alessandra Luiza Rahel

Raquel Barros Binotto (supervisão GERINF-PA)

Washington José Ferreira Santos

ARCEXIBE/FLASH

Elias Bernard da Silva do Espírito Santo

APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos do país. Este programa tem por objetivo fornecer subsídios para novos investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa podem ser utilizados em ações de gestão territorial e de recursos hídricos, dentre outras aplicações de interesse social.

O mapeamento geológico da Folha Bagé (SH.21-Z-D-III) na escala 1:100.000 teve como finalidade obter subsídios que contribuíssem para o entendimento da geologia e estratigrafia da porção sudoeste do Escudo Sul-Rio-Grandense, em uma região com pouca informação geológica. Este levantamento permitiu avanços no conhecimento da geologia do Terreno Taquarembó, como a separação de sub-unidades metamórficas no Complexo Granulítico Santa Maria Chico e a individualização e separação da Suíte Cerro Preto a partir da Suíte Santo Afonso. As informações contidas neste levantamento também atualizam os dados sobre os depósitos sedimentares da Bacia do Paraná e do Cenozoico, na região mais extrema do Rio Grande do Sul, com citação de novos locais paleontológicos.

Os recursos minerais incluem ocorrências históricas de mármore, esparsas e distribuídas ao redor da cidade de Bagé e a jazida de mármore dolomítico associada ao Complexo Granulítico Santa Maria Chico, explorada para produção de calcário corretivo de solo agrícola, com destaque mineralógico para a presença de pintas de ouro em sedimentos de drenagens da porção norte da Folha.

A presente Nota Explicativa acompanha o mapa geológico da Folha Bagé, que foi disponibilizado em 2014, em ambiente SIG. O projeto foi executado pela Superintendência Regional de Porto Alegre, e pode ser acessado a partir do banco de dados GEOSGB da CPRM (geosgb.cprm.gov.br).

ESTEVES PEDRO COLNAGO
Diretor-Presidente

JOSÉ LEONARDO SILVA ANDRIOTTI
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

Este documento, integrante do Programa Geologia do Brasil - PGB e executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM para o Ministério de Minas e Energia do Brasil, apresenta os resultados dos levantamentos geológicos e geoquímicos da Folha Bagé (SH.21-Z-D-III), situada no extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul, próximo da fronteira com a República Oriental do Uruguai, e delimitada pelos paralelos 31°00' e 31°30'S e meridianos de 54°30' e 54°30' WGr.

O mapeamento geológico e os levantamentos geoquímicos (concentrados de bateia e sedimentos ativos de corrente) resultaram na produção do Mapa Geológico da área com densidade de informações compatível com a escala 1:100.000.

Na área estudada foram reconhecidas as seguintes entidades geológicas:

- 1) Litologias de alto grau do Paleoproterozoico do Terreno Taquarembó, representadas pelo Complexo Granulítico Santa Maria Chico;
- 2) Granitoides do Neoproterozoico das suítes Santo Afonso, Cerro Preto e Vauthier e os granitos Saibro e Dom Pedrito;
- 3) Rochas metassedimentares de baixo grau do Neoproterozoico do Terreno São Gabriel, representadas pelo Complexo Arroio Marmeleiro;
- 4) Rochas vulcânicas neoproterozoicas associadas à Bacia Camaquã;
- 5) Coberturas sedimentares paleozoicas das unidades da Bacia do Paraná.
- 6) Coberturas do Cenozoico, incluindo a Formação Santa Tecla e os depósitos aluviais

A prospecção geoquímica regional, através da amostragem de sedimentos ativos de corrente e concentrados de bateia, revelou a presença limitada de zonas anômalas ou destaques mineralógicos para ouro nas drenagens do norte da folha, a maioria relacionada com os granitoides da Suíte Cerro Preto e o Granito Saibro e esparsos na Suíte Santo Afonso.

Os dados obtidos para a elaboração da Carta Geológica deste projeto, bem como da presente Nota Explicativa foram gerados até o ano de 2014.

ABSTRACT

This report is part of the Brazilian Geology Program (PGB) that the Geological Survey of Brazil (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM) is carrying out for the Ministry of Mines and Energy of Brazil and it presents the geological and geochemical survey of the Bagé sheet (SH.21-Z-D-III), in the southernmost portion of the Rio Grande do Sul State, southernmost Brazil, near the border with the Republic of Uruguay, and delimited by the 31°00' and 31°30'S parallels and 54°00' and 54°30' WGr meridians.

The geological and geochemical (pan concentrates and stream sediments) surveys produced operational thematic maps that were integrated to compound the final Geologic Map, in the 1:100.000 scale.

Six geological domains have been identified in the area:

- 1) Paleoproterozoic granulitic units of the Santa Maria Chico Granulitic Complex of Taquarembó Terrane.
- 2) Neoproterozoic granitoids of the Santo Afonso, Cerro Preto and Vauthier Suites and Saibro and Dom Pedrito granites.
- 3) Neoproterozoic metasedimentary of low grade rocks of Arroio Marmeleiro Complex of São Gabriel Terrane.
- 4) Neoproterozoic volcanic rocks associated to Camaquã Basin.
- 5) Paleozoic sedimentary covers of the Paraná Basin Units.
- 6) Cenozoic sedimentary cover of Santa Tecla Formation and alluvial deposits.

The regional geochemical exploration by stream sediments and pan-concentrates showed a limited presence of anomalous zones or significant mineralogical highlights for gold in the granitoid outcrop area of the Cerro Preto Suite and Saibro Granite, with minor occurrences in the Santo Afonso Suite.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. APRESENTAÇÃO.....	11
1.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	11
1.3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....	12
1.4. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	13
1.4.1. Introdução.....	13
1.4.2. Clima.....	14
1.4.3. Hidrografia e Abastecimento de Água.....	14
1.4.4. Geomorfologia.....	15
1.4.5. Solos.....	15
1.4.6. Vegetação.....	15
1.4.7. Meio Ambiente.....	15
1.5. EQUIPE EXECUTORA E MÉTODOS.....	15
2. CONTEXTO GEOLÓGICO, TECTÔNICO E GEOFÍSICO REGIONAL	17
2.1. ARCABOUÇO GEOLÓGICO E TECTÔNICO REGIONAL.....	17
2.2. ARCABOUÇO GEOFÍSICO.....	21
3. ESTRATIGRAFIA	24
3.1. DOMÍNIOS GEOLÓGICOS, TECTÔNICOS E LITOESTRATIGRAFIA.....	24
3.2. COMPLEXO GRANULÍTICO SANTA MARIA CHICO.....	25
3.2.1. Unidade Ortoderivada Granítica - PP1 γ sm.....	26
3.2.2. Unidade Ortoderivada Máfica - PP1 δ sm.....	27
3.2.3. Unidade Ortoderivada Ultramáfica – PP1 μ sm.....	28
3.2.4. Unidade Paraderivada - PP1smp.....	28
3.3. COMPLEXO ARROIO MARMELEIRO.....	30
3.4. GRANITOIDES.....	32
3.4.1. Suíte Santo Afonso - NP3 γ sf.....	32
3.4.2. Suíte Cerro Preto - NP3 γ cp.....	34
3.4.3. Suíte Vauthier - NP3 γ vt.....	35
3.4.4. Granito Saibro - NP3 γ sb.....	36
3.4.5. Granito Dom Pedrito - NP3 γ dp.....	37
3.5. BACIA CAMAQUÃ.....	38
3.5.1. Formação Acampamento Velho-NP3 α av.....	39
3.6. BACIA DO PARANÁ.....	39
3.6.1. Introdução.....	39
3.6.2. Grupo Itararé - C2P1i.....	41
3.6.2.1. Formação Taciba - P1t.....	41
3.6.3. Grupo Guatá (parte da Supersequência Gondwana I) - P1g.....	42
3.6.3.1. Formação Rio Bonito – P1rb.....	42
3.6.3.2. Formação Palermo – P1p.....	45
3.6.4. Grupo Passa Dois (parte da Supersequência Gondwana I) – P2T1pd.....	45

3.6.4.1. Formação Irati – P2i	45
3.6.4.2. Formação Serra Alta – P23sa.....	46
3.6.4.3. Formação Teresina – P3t.....	47
3.6.4.4. Formação Rio do Rasto – P3T1rr	48
3.6.5. Aspectos Paleontológicos.....	48
3.6.5.1. Introdução.....	48
3.6.5.2. Registro Fóssil na Folha Bagé	48
3.7. COBERTURAS DO CENOZOICO	49
3.7.1. Formação Santa Tecla - ENst.....	49
3.7.2. Depósitos aluviais - Q2a	52
4. EVOLUÇÃO ESTRUTURAL E TECTÔNICA	53
4.1. INTRODUÇÃO	53
4.2. DOMÍNIOS ESTRUTURAIS E DEFORMAÇÃO	55
4.2.1. Complexo Granulítico Santa Maria Chico	55
4.2.2. Complexo Arroio Marmeleiro.....	61
4.2.3. Granitoides	61
5. RECURSOS MINERAIS	62
5.1. PANORAMA MINERAL DA ÁREA.....	62
5.1.1. Mármorees	62
5.1.2. Barita	64
5.1.3. Materiais de Uso na Construção Civil	64
6. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA	66
6.1. GEOQUÍMICA DE SEDIMENTO DE CORRENTE	66
6.1.1. Introdução	66
6.1.2. Metodologia	67
6.1.2.1. Metodologia de Campo.....	67
6.1.2.2. Metodologia Analítica e Tratamento Estatístico dos Dados	67
6.1.3. Descrição do comportamento individual dos elementos químicos.....	68
6.1.4. Tratamento dos Dados e Resultados Obtidos.....	78
6.1.4.1. Correlações Lineares	78
6.1.4.2. Estatística Multivariada	78
6.1.4.3. Análise de Componentes Principais	78
6.1.4.4. Análise de Agrupamentos	80
6.2. CONCENTRADOS DE BATEIA DA PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA	81
6.2.1. Introdução	81
6.2.2. Metodologia de Coleta de Amostras no Campo.....	81
6.2.3. Preparação das Amostras no Laboratório	82
6.2.4. Análise dos Concentrados de Bateia	82
6.2.5. Interpretação da Mineralogia dos Concentrados de Bateia	82
6.2.5.1. Minerais e Elementos Identificados	82
6.2.5.2. Domínios Litológicos e Minerais Pesados Associados	86
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	87
8. REFERÊNCIAS	88

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BAGÉ – SH.21-Z-D-III

ESCALA 1:100.000

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

A presente nota explicativa, integrante do Programa Geologia do Brasil – PGB do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, constitui parcela dos resultados do mapeamento geológico e prospecção geoquímica de um conjunto de quatro folhas, na escala 1:100.000, na porção centro-sul do estado do Rio Grande do Sul, em área de fronteira com a República Oriental do Uruguai.

A seleção das folhas Bagé (SH.21-Z-D-III; esta Nota Explicativa), Aceguá (SH.21-Z-D-VI), Passo São Diogo (Pedras Altas, SH.22-Y-C-IV) e Curral de Pedras (SI.22-V-A-I) foi fundamentada no reduzido conhecimento geológico, em boa parte limitado a levantamentos regionais, e nos recursos minerais reais e potenciais da região: a) metais-base e preciosos e ETR em granitoides tardi e pós-colisionais; b) mármore nas unidades metamórficas ou como megaxenólitos nos granitoides; e c) carvões betuminosos, folhelhos oleígenos, dolomitos e argilas cerâmicas de alto valor agregado, em rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

Incluindo litologias de todos os domínios tectônicos reconhecidos no Escudo Sul-Rio-Grandense, as quatro folhas do bloco de mapeamento abrangem

rochas metamórficas paleo e neoproterozoicas; granitoides e vulcanossedimentares neoproterozoicas; sedimentares paleozoicas e mesozoicas; intrusivas básicas mesozoicas; e coberturas recentes.

1.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Folha Bagé, com uma área de 2.643 km², localiza-se na porção meridional do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 31°00' e 31°30' de latitude Sul e 54°00' e 54°30' de longitude Oeste de Greenwich (Figura 1), e compreende as seguintes folhas da escala 1:50.000 do Corte Geográfico Internacional: Vila Afonso Jacinto (SH.21-Z-D-III-1), Torquato Severo (SH.21-Z-D-III-2), Pirai (SH.21-Z-D-III-3) e Bagé (SH.21-Z-D-III-4).

A área é servida pela rodovia federal BR-293 que, com direção NW-SE, corta por aproximadamente 65 km a porção central da folha e liga o município de Pelotas, 190 km a leste, com Quaraí, 265 km a oeste (distância por via rodoviária a partir de Bagé). Pequena parcela da BR-153 corta a porção sudeste da folha, nas cercanias de Bagé, e com direção geral NNE-SSW liga a BR-290 (Porto Alegre - Uruguiana, 155 km a norte) com a cidade de Aceguá, 63 km para sul, na fronteira com o Uruguai.

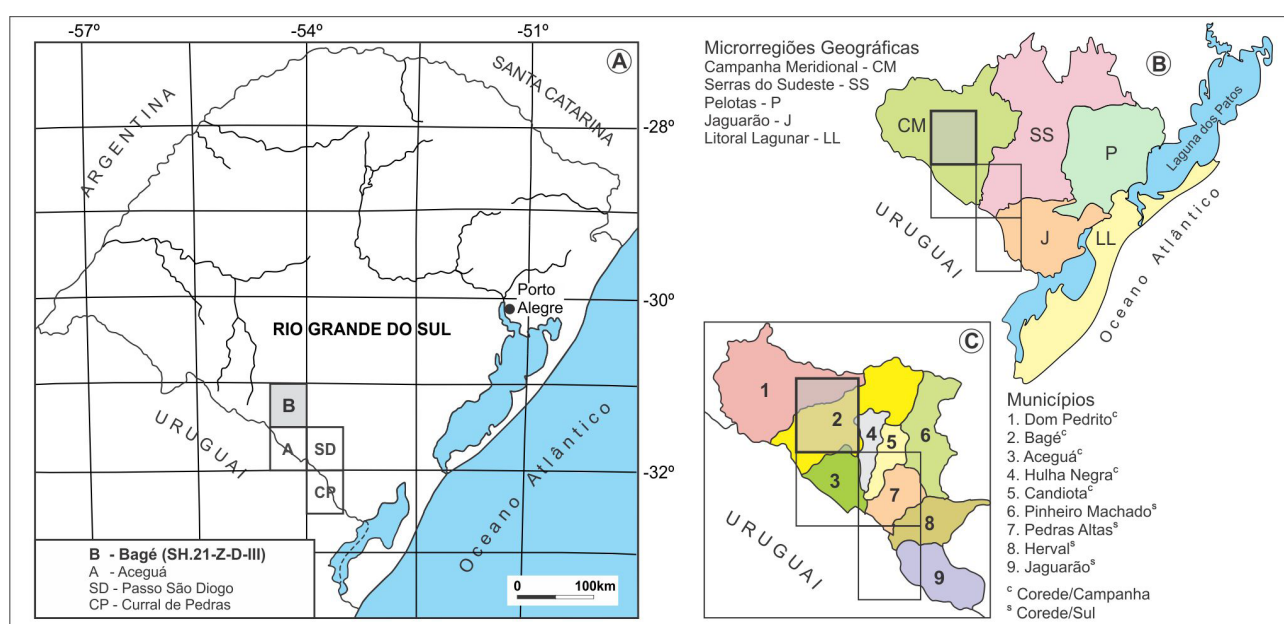


Figura 1 - Localização da Folha Bagé (SH.21-Z-D-III): (A) no estado do Rio Grande do Sul, (B) no espaço microrregional e (C) na divisão municipal. As demais folhas do bloco de mapeamento estão indicadas.

A rodovia estadual não pavimentada RS-473, com trânsito permanente e extensão de cerca de 140 km, liga com direção geral N-S as cidades de Bagé e São Gabriel e permite, também, o acesso à sede municipal de Lavras do Sul, via RS-357 (Figura 2). A área é servida também por via férrea que liga o sistema ferroviário do oeste e noroeste do Rio Grande do Sul com o porto marítimo de Rio Grande. No interior da Folha, a ferrovia acompanha a RS-473 e, em Bagé, inflete para leste com curso pelo sul da BR-293.

A configuração da malha rodoviária no interior da área mapeada é característica da zona rural, com estradas municipais e secundárias de trânsito permanente e vias particulares, para acesso ou interligação de propriedades, com tráfego em geral restrito ao período mais seco.

As atividades são dificultadas em algumas porções pela existência de grandes propriedades com restrições de acesso ou limitada possibilidade de circulação de veículos.

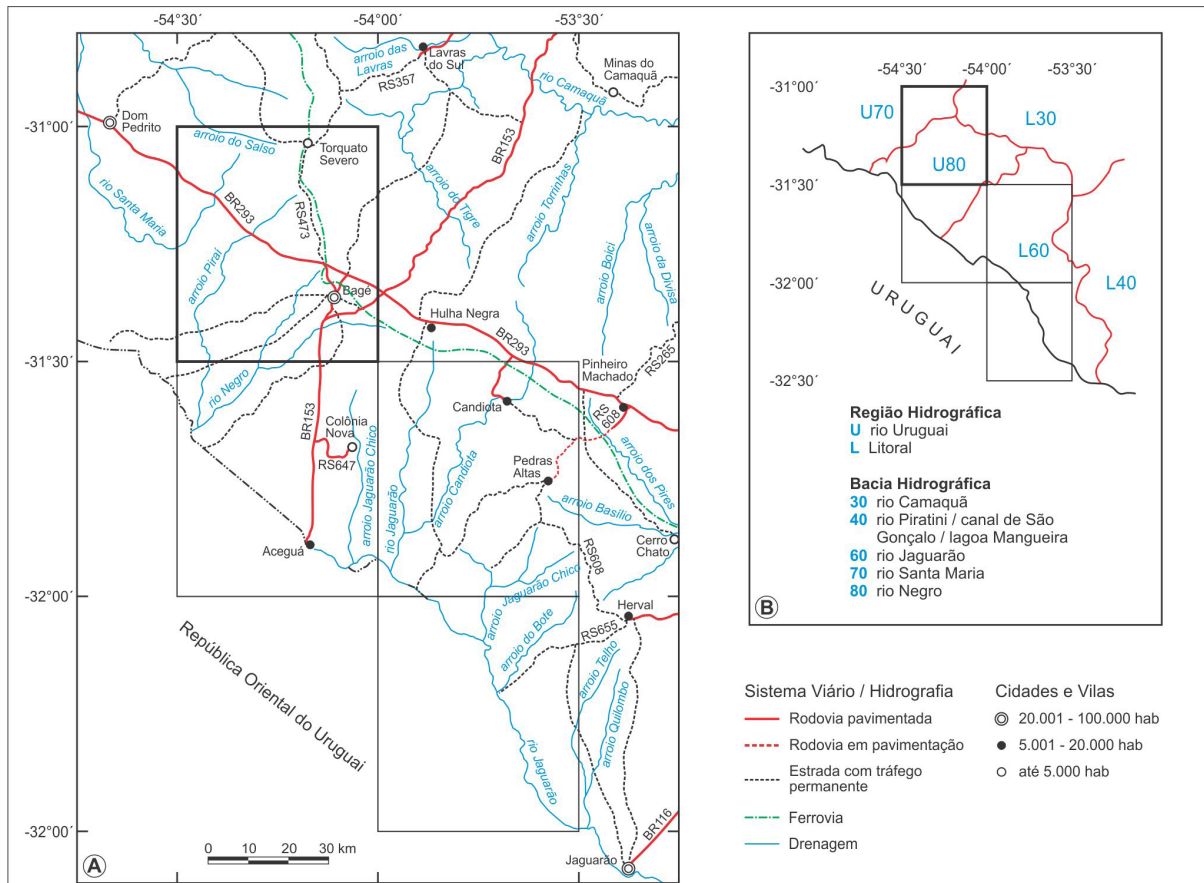


Figura 2 - Rede viária e hidrológica principal (A) e regiões e bacias hidrográficas (B) da porção centro-sul do estado do Rio Grande do Sul. Ressaltada a Folha Bagé e indicadas as demais folhas do bloco de mapeamento.

1.3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

A Folha Bagé está posicionada na microrregião geográfica da Campanha Meridional, mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense, e engloba parcelas dos municípios de Bagé, Dom Pedrito, Aceguá e Hulha Negra (Figura 1).

A cidade de Bagé, com uma população urbana de 97.765 habitantes (IBGE, Censo Demográfico 2010), constitui o único aglomerado urbano significativo no âmbito do projeto e o principal polo econômico e de convergência do fluxo comercial desta porção do Estado (Figura 3). A vila de São Sebastião no distrito de Torquato Severo, no extremo leste do município de Dom Pedrito, constitui um pequeno

núcleo populacional com cerca de 700 pessoas, no norte da Folha, às margens da RS-473.

Diversos estabelecimentos de ensino superior têm unidades instaladas em Bagé, entre os quais: Fundação Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS, Universidade da Região da Campanha – URCAMP, Faculdade Anglo-Americano de Bagé – FAABA e Faculdade IDEAU, as três últimas entidades privadas de ensino. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense – IFSul, integrante da rede federal de educação profissional e tecnológica cuja sede administrativa está localizada em Pelotas/RS, oferece cursos técnicos no campus Bagé.

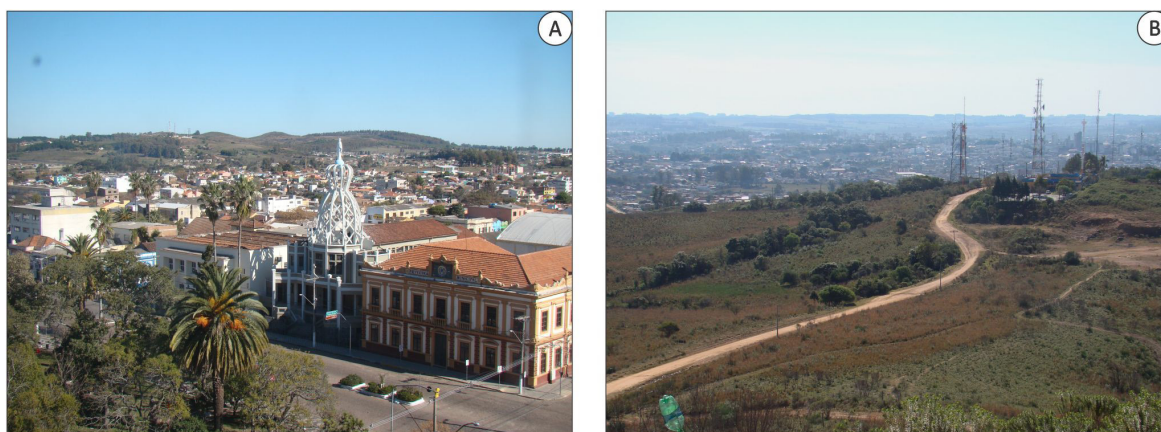


Figura 3 - Cidade de Bagé: (A) Vista para sudoeste a partir do centro da cidade, mostrando em primeiro plano uma parcela da Praça Silveira Martins, a Prefeitura Municipal (antiga Intendência Municipal, de 1900; prédio da esquina) e a Paróquia Nossa Senhora da Conceição. Ao fundo, serraia sustentada por granitoides (Cerro Bagé, a partir da qual foi tirada a foto B); (B) Vista parcial da cidade, tomada para norte, a partir do Cerro Bagé.

Diversas construções históricas da cidade de Bagé, cujo ano oficial de fundação é 1811, são reconhecidas pelos institutos do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e do Estado do Rio Grande do Sul (IPHAE). Entre muitos, referimos os prédios: 1) da Sociedade Portuguesa de Beneficência de Bagé, inaugurado em 1874, que desde 1975 abriga o Museu Dom Diogo de Souza; 2) da igreja Matriz de São Sebastião (1863); 3) da casa comercial Vermelha, depois Banco Nacional do Comércio, atual Casa de Cultura, de 1902; 4) do antigo Hotel do Comércio, de 1842, atualmente um centro comercial; 5) do Centro Administrativo (antiga Estação Férrea), de 1884; 6) do Clube Caixeiral de Bagé, de 1894; 7) da atual Prefeitura, instalada no prédio da antiga Intendência Municipal, datado de 1900; 8) do Instituto Municipal de Belas Artes, de 1929; 9) da Secretaria de Cultura do município, antigo Palacete de Pedro Osório, construído no início do século XX; 10) do Coreto Municipal, na Praça Silveira Martins, inaugurado nas comemorações da data de Proclamação da República, em 1927; e 11) do conjunto arquitetônico da Vila de Santa Thereza, construída a partir de 1897 no entorno da antiga Charqueada Santa Thereza (Figura 3).

A atividade econômica da área é fundamentada no setor primário, com a criação de cavalos (particularmente na região de Bagé) das raças Crioula, Puro Sangue Inglês (quase metade do plantel brasileiro de PSI) e Árabe; pecuária bovina (Hereford, Braford, Aberdeen Angus, Holandês e Jersey) de corte e para a produção leiteira; e ovinocultura de carne e lã (especialmente as raças Corriedale, Ideal, Merino e Romney March). São importantes, também, a orizicultura e a produção de sorgo granífero e milho. No setor industrial destacam-se os engenhos de arroz; as usinas de beneficiamento de leite e laticínios; e as indústrias de couro, peles e têxteis de lã.

Parcelas da área são ocupadas por silvicultura de espécies exóticas com baixa capacidade invasora, como as de acácia e eucalipto, destinados à produção de MDF e à indústria de celulose, respectivamente.

A fruticultura é outra nova atividade produtiva que vem se desenvolvendo na região, especialmente com pomares de pêssegos e videiras, nesse caso pela reconhecida favorabilidade ao longo do paralelo 31°S. A vitivinicultura na Região da Campanha já representa 36% das uvas finas do Estado destinadas à produção de vinhos de alta competitividade no mercado latino-americano. Atualmente também tem destaque o cultivo de oliveiras para produção de azeite de oliva.

A mineração de mármore para uso como corretivo de solos pela Mineração Mônico Ltda., no limite leste da Folha Bagé, às margens da BR-293, tem significativa importância na arrecadação do município de Hulha Negra. Pode ser ainda referida, com importância econômica local, a extração e transformação de materiais naturais para uso como agregados na construção civil.

1.4. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

1.4.1. Introdução

A área de mapeamento está inserida no Bioma Pampa, também conhecido como Campos do Sul ou Campos Sulinos, que na maior parte se caracteriza pelo relevo de planícies. No Brasil este bioma está presente apenas no estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa 63% do território, mas é compartilhado com parte da Argentina e com o Uruguai, onde ocupa praticamente todo o território.

O Bioma Pampa constitui uma das áreas de campos temperados mais importantes do planeta, formado por um mosaico de áreas campestres; matas aluviais, de galeria e capões de mata nativa; areas; banhados (áreas alagadiças); cerros-testemunhos, serras e áreas rochosas; áreas de recarga ou de descarga de aquíferos subterrâneos; entre outras particularidades resultantes da combinação do substrato geológico e do clima regional.

1.4.2. Clima

A área focalizada, conforme Moreno (1961) e Kuinchtner e Buriol (2001), se enquadra no tipo climático Cfa da classificação de Köppen, temperado subtropical úmido com verão quente (>22°C). Os valores de umidade relativa média são de 73% no verão e 83% no inverno, as médias normais anuais de chuvas são superiores a 1.350 mm e inferiores a 1.650 mm e ocorre um predomínio das chuvas nos meses de maio, junho e agosto.

Dados para a localidade de Bagé mostram a seguinte distribuição do balanço hídrico: a) deficiência hídrica de (novembro) dezembro-março, que foi superior a 74 mm no mês de janeiro de 2011 e 2012 (associado ao fenômeno climático La Niña); b) reposição em abril e maio; c) excedente de 294 mm distribuídos de junho a outubro; e d) uma retirada em novembro. No verão de 2013 ocorreu um excedente hídrico devido à presença do fenômeno *El Niño*; nestes casos os volumes excedentes são elevados e favorecem os sistemas agrícolas. Os défices e excessos obtidos mostraram-se semelhantes em toda a Região da Campanha.

A temperatura média anual gira em torno de 15°C, com médias mínimas e máximas de 12,5°C e 22°C, respectivamente. Os dados registrados nas diversas estações meteorológicas da região indicam variações bastante grandes de temperatura entre o verão e o inverno; nos meses quentes (janeiro e fevereiro) a temperatura pode alcançar 40°C, enquanto nos meses mais frios (junho e julho) desce a -5°C. A insolação anual é de 2.444 horas. A formação de geadas ocorre de abril a outubro, com maior incidência nos meses de junho a agosto. Os ventos predominam de SE, de setembro a abril, e de NE, de maio a agosto.

1.4.3. Hidrografia e Abastecimento de Água

Os cursos de água que drenam a área pertencem às bacias dos rios Negro e Santa Maria, da Região Hidrográfica do rio Uruguai; e à bacia do rio Camaquã, da Região Hidrográfica do Litoral (Figura

2). Essas bacias banham, respectivamente, a metade sul, a porção noroeste e o extremo nordeste da Folha Bagé.

O rio Negro, com cabeceiras nas serras da Santa Tecla e Hulha Negra, constitui uma bacia transfronteiriça cujo curso, com sentido para sudoeste, se estende até a fronteira brasileira, onde adentra o Uruguai e divide aquele país em duas partes aproximadamente iguais. Tem como principais afluentes na área os arroios Piraiá, Piraizinho, Bocarra, Quebracho, Quebrachinho, Bagé e Santa Tecla; e as sangas Cinco Salsos e Caneleira. O arroio Bagé, com despejo industrial e doméstico urbano, deve ser destacado pelo aspecto ambiental negativo no âmbito da área.

O rio Santa Maria nasce no leste do município de Dom Pedrito e forma o rio Ibicuí, que desemboca no rio Uruguai. Seus principais afluentes na área são a sanga Funda e os arroios do Salso, Cunhataí e Santa Maria Chico (área-tipo do Complexo Granulítico de mesmo nome). A coxilha do Haedo constitui a feição morfológica divisória entre as bacias dos rios Santa Maria e Negro.

Os arroios Camaquã Chico e Ramona, com nascentes na serra da Santa Tecla e curso para nordeste, constituem as cabeceiras do sistema fluvial do rio Camaquã no âmbito da Folha Bagé.

Os padrões principais das drenagens são dentríptico-retangular e treliça, localmente pinado, dificultando, sobre as áreas de embasamento, a formação de planícies de inundação e áreas alagadas. Estas são bem desenvolvidas apenas nos cursos d'água que correm sobre as rochas sedimentares da Bacia do Paraná, na metade sul da Folha.

No entorno de Bagé, onde o relevo é ondulado (em coxilhas) e não existem grandes rios ou vales profundos, as barragens têm lâminas de água rasas e ocupam grandes superfícies. As estiagens nos períodos quentes, associadas com altas taxas de evaporação, resultam em rápidos rebaixamentos com problemas frequentes de garantia de abastecimento, o que tem implicado em programas rigorosos de restrição ao consumo naquela sede municipal.

O abastecimento de água da cidade de Bagé é efetuado por três barragens: 1) Piraiá, nas cabeceiras do Arroio Santa Tecla; 2) Sanga Rasa, nas cabeceiras do arroio homônimo; e 3) Emergencial, no curso médio do Arroio Piraizinho. As drenagens abastecedoras das barragens Piraiá e Sanga Rasa constituem as cabeceiras do Arroio Piraizinho. Cabe referir que a Barragem Emergencial localiza-se dentro da área de construção da Barragem da Arvorezinha, obra atualmente embargada por decisão judicial, mas que deve garantir o abastecimento da cidade de Bagé.

1.4.4. Geomorfologia

As porções norte e sul da área estudada abrangem, respectivamente, as regiões geomorfológicas do Planalto Sul-Rio-Grandense e da Depressão Central Gaúcha, com a representação das seguintes unidades geomorfológicas, de acordo com os critérios de mapeamento geomorfológico do Projeto Radambrasil (Justus et al., 1986): a) setor oeste dos Planaltos Residuais Canguçu - Caçapava do Sul; b) Planalto Rebaixado Marginal; c) Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro; e áreas restritas, relacionadas com os cursos de água, classificadas como d) Planície Alúvio-Coluvionar.

A unidade dos *Planaltos Residuais Canguçu - Caçapava do Sul*, presente no norte da Folha, abrange as superfícies mais elevadas da região, em torno de 400 m, e caracteriza-se por um relevo dissecado em forma de colinas. Ocorrem também áreas de topo plano ou incipientemente dissecado, remanescentes de uma antiga superfície de aplainamento. O *Planalto Rebaixado Marginal* é uma superfície dissecada entre 100 m e 200 m de altitude que isola os relevos da unidade anterior.

Nessas duas unidades os cursos de água se adaptam às linhas estruturais e/ou aos contatos litológicos, originando vales e sulcos, na maioria dos casos fortemente governados pela complexidade estrutural.

A unidade *Depressão Rio Ibicuí - Rio Negro* constitui uma área baixa de caráter monótono onde os processos erosivos esculpiram, nas rochas sedimentares gonduânicas, um relevo em coxilhas suaves.

As várzeas representam zonas de aporte de sedimentação recente onde amplas áreas de inundação, por seu relevo plano, são aproveitadas para a agricultura intensiva.

1.4.5. Solos

Conforme Medaglia (1973), os solos da Campanha são, em sua maioria, de pouca espessura, entre 40 e 50 cm, raramente atingindo 80 cm; em áreas baixas ocorrem solos mais profundos, com um metro ou mais de espessura. Na maior parte dos campos limpos, próprios para a criação, os subsolos impermeáveis acham-se próximos a superfície, a menos de 30 cm.

Predominam na porção norte da área os solos podzólicos vermelho-amarelos e vermelho-escuros, distróficos e eutróficos; enquanto a porção sul, domínio das rochas sedimentares da Bacia do Paraná,

é caracterizada por planossolos vérticos (KER et al., 1986). Localmente ocorrem planossolos eutróficos, característicos das áreas baixas do modelado fluvial.

1.4.6. Vegetação

A maior parte da região é coberta por campos e áreas de agricultura, enquanto as áreas ocupadas por mata nativa estão restritas, basicamente, ao entorno dos principais cursos d'água, os rios Negro e Santa Maria e o arroio Piraí.

De acordo com o sistema de classificação fitogeográfica adotado pelo Projeto Radambrasil (TEIXEIRA et al., 1986), as porções norte e sul da Folha podem ser classificadas, respectivamente, nas regiões da Savana (Campos) e da Estepe (Campanha Gaúcha). Ambas são reconhecidas como da formação Gramíneo-Lenhosa, caracterizada por um tapete herbáceo com predomínio de gramíneas, com arbustos e árvores isoladas ou em pequenos capões e podendo conter matas de galeria ao longo dos cursos de água.

1.4.7. Meio Ambiente

A ação antrópica se faz sentir especialmente na área urbana correspondente à sede do município de Bagé, como a ocupação de áreas irregulares e o lançamento de esgoto doméstico da cidade no Arroio Bagé; na área rural, pela retirada de matas ciliares e pela destinação desordenada de resíduos. Cabe referir os grandes florestamentos com vegetação exótica e industrial, que substituem a vegetação nativa, principalmente nas zonas de predominância dos vassourais.

1.5. EQUIPE EXECUTORA E MÉTODOS

A presente Nota Explicativa foi redigida e organizada por Eduardo Camozzato, Carla Klein e Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias (CPRM/Porto Alegre) e Ruy Paulo Philipp (Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IG/UFRGS); as autorias das partes do texto constam em folha de créditos específica.

A autoria do Mapa Geológico é de Eduardo Camozzato, Carla Klein e Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias, com a colaboração de Jorge Henrique Laux (CPRM/Porto Alegre) e Ruy Paulo Philipp (IG/UFRGS). A cartografia digital/SIG e a editoração gráfica do mapa foram executadas por Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias e Eduardo Camozzato.

A coordenação regional foi exercida pelo geólogo João Angelo Toniolo, da Gerência de Recursos Minerais - GEREMI/PA da Superintendência Regional de Porto Alegre – SUREG/PA da CPRM, sob a supervisão nacional de Reginaldo Alves dos Santos (Departamento de Geologia - DEGEO) e de Edilton José dos Santos (Divisão de Geologia Básica - DIGEOB), ambas vinculadas à Diretoria de Geologia e Recursos Minerais – DGM.

Os levantamentos geológicos em campo contaram com a participação de Eduardo Camozzato, Carla Klein e Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias, com a colaboração de Jorge Henrique Laux. Participou como consultor em campo, na área de exposição de granitoides e metamórficas de alto grau, o Prof. Dr. Ruy Paulo Philipp (IG/UFRGS). Os estudos paleontológicos estiveram a cargo de Edio Ernst Kischlat. O apoio geofísico foi de Luis Gustavo Rodrigues Pinto e William Ribeiro Lopes.

A amostragem por concentrados de bateia e sedimentos ativos de corrente foi executada pelos técnicos Eraldo Guidugli Machado, Edgar dos Santos Dias e José Darvil Zanetti Filho. A identificação mineralógica dos concentrados de bateia foi executada por João Henrique Wustrow Castro.

As análises químicas dos sedimentos ativos de corrente foram realizadas nos laboratórios da ACME (Bureau Veritas Minerals Laboratories - BVML); as de

amostras de rochas nos laboratórios da ACME e da SGS GEOSOL.

A interpretação dos resultados analíticos das amostras de sedimentos ativos de corrente e mineralógicos dos concentrados de bateia foi realizada por José Leonardo Silva Andriotti, João Henrique Wustrow Castro e Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias.

As descrições petrográficas, em diferentes proporções nas folhas mapeadas, estiveram a cargo de Andrea Sander, Andrea Beltrão Finamor, Carla Klein, Carlos Moacyr da Fontoura Iglesias e Eduardo Camozzato, com a colaboração de Ruy Paulo Philipp (IG/UFRGS).

As lâminas delgadas foram elaboradas por Rodrigo Peixoto Malikovski e Adriano Xavier Baz Pereira, nos laboratórios de preparação de amostras da CPRM/Porto Alegre.

Os acadêmicos Matheus S. Simões, Guilherme B. Tambara, João Pacífico S. L. Machado, do Curso de Geologia do IG/UFRGS, e Gabriel Flores Zamora, do Curso de Geografia do IG/UFRGS, colaboraram como estagiários em diferentes fases e atividades do projeto. Os dois primeiros participaram também dos levantamentos em campo das áreas do embasamento cristalino; o terceiro, entre outras atividades, colaborou na elaboração do mapa geológico; o último auxiliou na pesquisa de dados para a redação deste texto introdutório.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO, TECTÔNICO E GEOFÍSICO REGIONAL

2.1. ARCABOUÇO GEOLÓGICO E TECTÔNICO REGIONAL

A Folha Bagé insere-se no segmento meridional da Província Mantiqueira de Almeida et al. (1977), na porção centro-sul do Estado do Rio Grande do Sul, onde esta província delimita-se com a Província Paraná (Figura 4) e constitui o denominado Escudo Sul-Rio-Grandense de Carvalho (1932).

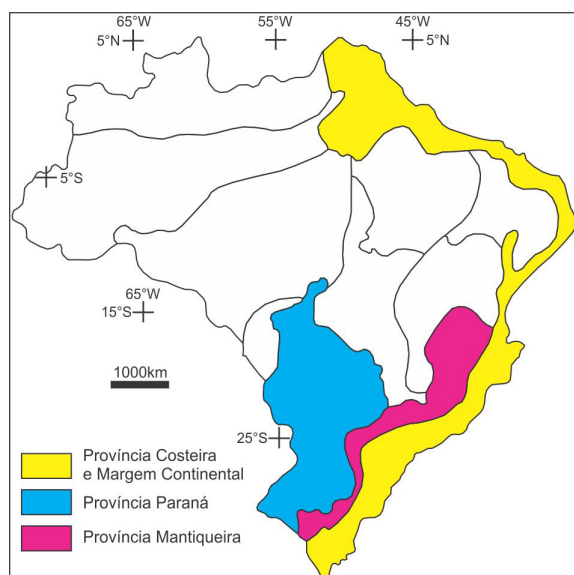


Figura 4 - Províncias tectônicas do Brasil, conforme Almeida et al. (1977); foram enfatizadas as províncias de interesse para a região.

A Província Mantiqueira é uma entidade geotectônica instalada a leste dos crátons São Francisco e Rio de La Plata/Paraná ao final do Neoproterozoico e início do Paleozoico. Estendendo-se com orientação NNE–SSW por cerca de 3.000 km ao longo da costa atlântica sul-americana, de Montevídeu (Uruguai) ao sul da Bahia, a província guarda o registro de uma longa e complexa evolução do Neoproterozoico na América do Sul (900–520 Ma) preservando remanescentes de unidades paleoproterozoicas e mesoproterozoicas.

A colagem neoproterozoica/cambriana do oeste do Gondwana, denominada de orogenia ou Ciclo Brasileiro – Pan-Africano, resultou da convergência dos crátons Rio de la Plata/Luis Alves, Kalahari e Congo, com o desenvolvimento diacrônico de três cinturões orogênicos identificados no sudoeste da África (Kaoko, Gariep e Damara) e daquele instalado

no sul do Brasil (Dom Feliciano), com diferentes interpretações acerca da conexão deste com os seus correspondentes africanos, desmembrados pela fragmentação do Pangeia, no início do Mesozoico (Porada, 1979, 1989; Trompette, 1994; Basei et al., 2000, 2005; Chemale Júnior, 2000, Hartmann; Chemale Júnior e Philipp, 2007; Oyhantçabal et al., 2010; Chemale Júnior. et al., 2012; Camozzato et al. 2015, entre outros).

As unidades neoproterozoicas do Cinturão Dom Feliciano (FRAGOSO-CESAR, 1980) no Rio Grande do Sul, segmento meridional da Província Mantiqueira (ALMEIDA et al., 1981), e os fragmentos paleocontinentais associados neoarqueanos e paleoproterozoicos com diferentes graus de retrabalhamento no Brasileiro, constituem o Escudo Sul-Rio-Grandense.

O Escudo Sul-Rio-Grandense, que compreende rochas metamórficas, ígneas e sedimentares, com idades, origem e evolução diversas, caracteriza-se por uma compartimentação em blocos limitados por grandes falhamentos regionais de direção NE-SW e NW-SE, cuja colagem orogênica foi concluída ao final do Ciclo Brasileiro, na passagem do Neoproterozoico para o Eopaleozoico. Esta segmentação, já descrita por Picada (1971), tem servido de base para as diferentes descrições de sua organização interna e de sua compartimentação tectônica, as mais modernas delas suportadas por dados geofísicos, geocronológicos e isotópicos (e.g., Hasui et al., 1975; Ribeiro; Fantinel, 1978; Fragoso Cesar, 1980; Jost; Bitencourt, 1980; Jost, 1981; Fragoso Cesar et al., 1982a,b; Issler, 1982; Jost; Hartmann, 1984; Horbach et al., 1986; Hallinan et al., 1993; Orlandi Filho et al., 1995; Costa et al., 1995a,b e 1997; Fernandes et al., 1995a,b; Chemale Júnior et al., 1996, 2011, 2012; Ramgrab et al., 1993; Ramgrab; Wildner, 1999; Chemale Júnior, 2000; Philipp et al., 1998, 2003; Philipp; Machado, 2005; Silva et al., 2005; Hartmann et al., 2000, 2003, 2007 e 2011; Saalman et al., 2005a,b, 2007, 2010; LAUX et al., 2010a,b; Camozzato, Philipp e Chemale Júnior, 2013; Camozzato; Lopes e Philipp, 2017).

Conforme Silva et al. (2005), a Província é constituída por três sistemas orogênicos sucessivos: Brasileiro I, II e III. No primeiro, ocorre acréscimo de crosta juvenil, incluindo a geração de arco plutono-vulcânico intraoceânico nos estágios iniciais, com clímax colisional a 730-700 Ma (Orogenia São Gabriel) e reciclagem de crosta durante os estágios Brasileiro II e III.

O clímax colisional ocorrido durante o Brasiliano II está relacionado à Orogênese Dom Feliciano (640 – 620 Ma), seguido da granitogênese relacionada ao clímax do Brasiliano III ocorrido a 595 – 570 Ma no Orógeno Dom Feliciano. Pela complexidade dos eventos geológicos ocorridos neste espaço de tempo, várias designações com implicações tectônicas muitas vezes conflitantes, têm sido empregadas para o mesmo evento.

Saalmann et al. (2005, 2006), com base em determinações de elementos-traço e isótopos de U-Pb em zircão, Sm-Nd e Rb-Sr, demonstraram que a parte meridional da Província Mantiqueira é constituída por dois blocos geotectônicos contrastantes entre si: São Gabriel e Encantadas (neste texto, respectivamente terrenos São Gabriel e Tijucas). O primeiro é composto por rochas juvenis neoproterozoicas; o segundo por frações crustais paleoproterozoicas intensamente retrabalhadas. O Bloco (neste texto, Terreno) São Gabriel é constituído por relictos de dois arcos magmáticos brasileiros, um intra-oceânico e outro mais jovem, relacionado a uma margem continental. O Bloco Encantadas (neste texto, Terreno Tijucas) teria se desenvolvido ao longo de uma margem passiva, sobre uma crosta mais delgada, sob um regime extensional ou transtensional.

Conforme esses autores, a evolução da tectônica de placas teria se iniciado com a abertura de uma bacia oceânica na porção leste do Cráton Rio de La Plata, aproximadamente entre 0,9 e 1,0 Ga. A subducção da litosfera oceânica teria se iniciado a 880 Ma, o que levou ao desenvolvimento de um arco intraoceânico posteriormente acrescido à margem passiva desse cráton, entre 850 e 700 Ma. Nesse mesmo período de tempo, ao longo da margem passiva do Bloco Encantadas, se desenvolvia a bacia Porongos. A colisão dextral oblíqua do Cráton Rio de La Plata com o Bloco Encantadas, ocorrida entre 700 a 660 Ma, com o desenvolvimento da Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu, ativa entre 670 e 620 Ma, colocou em contato as litologias do Terreno Tijucas com as neoproterozoicas do Batólito Pelotas.

Com base, entre outros, nos diversos autores acima referidos, podem ser reconhecidas no Escudo Sul-Rio-Grandense cinco (ou seis?) subdivisões tectono-geológicas para a área do Escudo:

- i. Terreno Taquarembó;
- ii. Terreno São Gabriel;
- iii. Terreno Tijucas;
- iv. Batólito Pelotas;
- v. Terreno Jaguarão;
- vi. Bacia Camaquã (coberturas sedimentares e vulcânicas do Neoproterozoico ao Cambriano, agrupadas na Bacia Camaquã),

e ígneas plutônicas cronocorrelatas, todas representadas em proporções variadas nas quatro folhas do bloco de mapeamento (Figura 5).

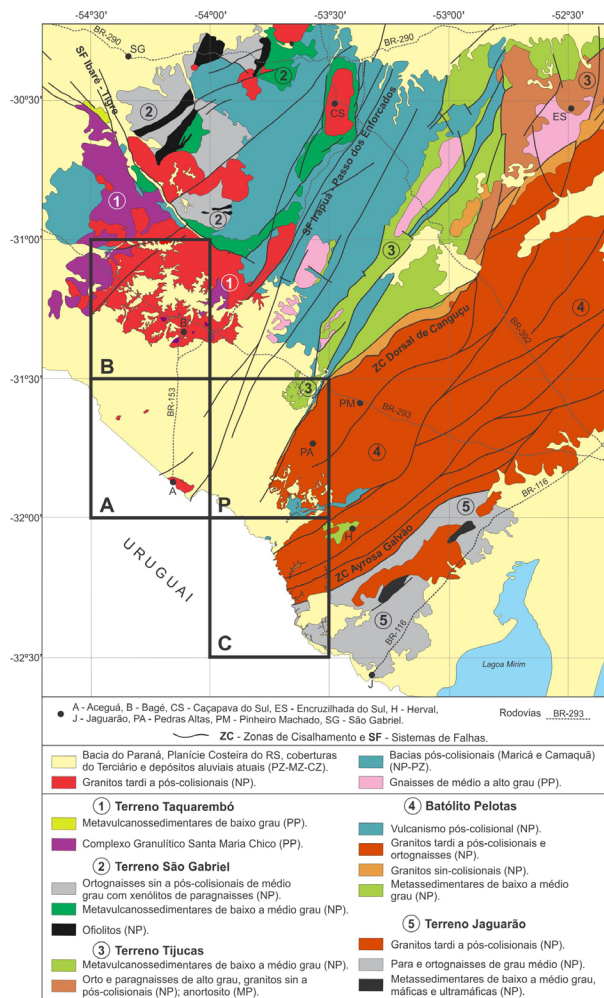


Figura 5 - Contexto tectono-geológico regional com indicação da localização das folhas Bagé (B), Aceguá (A), Passo São Diogo (P) e Curral de Pedras (C).

A quase totalidade da Folha Bagé está incluída no Terreno Taquarembó, com o Terreno São Gabriel representando menos de 0,1% da área de levantamentos. Rochas sedimentares da Bacia do Paraná e do Cenozoico ocupam cerca de metade da área mapeada.

O Terreno Taquarembó, localizado na porção sudoeste do Escudo Sul-Rio-Grandense, é limitado a norte pelo Lineamento Ibaré (ou Sistema de Falhas Ibaré – Tigre, de Camozzato et al., 2015) e a leste pela Anomalia Magnética de Caçapava (também Sutura de Caçapava, de Costa et al., 1995 ou de Fernandes et al., 1995a, b; neste texto, Sistema de Falhas Irapuá - Passo dos Enforcados, de Camozzato et al., 2015); a oeste e a sul é recoberto pelas rochas da Bacia do Paraná.

O principal subdomínio desse terreno é o Complexo Granulítico Santa Maria Chico, de Nardi e Hartmann (1979), composto por rochas infracrustais, com predomínio de granulitos félsicos (gnaisses trondhjémíticos) e máficos (granada-clinopiroxênios-plagioclásio gnaisses), além de metapiroxenitos, metaultramafitos e metassedimentares (granada-biotita-silimanita gnaisses, mármore, quartzitos e gnaisses calcissilicáticos). As suítes Santo Afonso, Aceguá, Cerro Preto e Vauthier, e os granitos Saibro e Dom Pedrito, ocupam áreas significativas do Terreno Taquarembó. Idades U-Pb SHRIMP em zircões definem a idade dos protólitos do complexo granulítico como paleoproterozoica (2.366 ± 8 Ma e 2.489 ± 6 Ma; U-Pb SHRIMP (HARTMANN et al., 2008), com metamorfismo entre 2,2–2,0 Ga (HARTMANN, 1998; HARTMANN et al., 1999, 2000).

Conforme Oyhantçabal et al. (2011), o embasamento granulítico do Terreno Taquarembó pode ser considerado uma extensão do Complexo Granulítico Valentines–Rivera, do Terreno Nico Pérez (Uruguai). Esses autores apresentam uma redefinição dos limites do Cráton Rio de La Plata, o qual seria constituído pelo Terreno Piedras Altas (oeste do território uruguaio), caracterizado por um evento de acreção crustal com idades modelo Sm-Nd (TDM) entre 2,8 e 2,3 Ga, e o Cinturão Tandilia (Argentina). A margem leste-nordeste da área cratônica seria caracterizada pela Zona de Cisalhamento Sarandí del Yí. Rapela et al. (2011) também modificam os limites da área cratônica, excluindo os terrenos Taquarembó (Brasil) anteriormente incluídos (e.g., RAPELA et al. 2007), bem como a região de Sierra de La Ventana, tida como pertencente ao Cráton Rio de La Plata por Oyhantçabal et al. (2011).

Cabe referir que a localização do limite leste-nordeste do Cráton Rio de La Plata na Zona de Cisalhamento Sarandí Del Yí; bem como a exclusão dos terrenos Taquarembó (Brasil) e Nico Perez (Uruguai) da área cratônica Rio de La Plata, já havia sido sustentada por Hallinan et al. (1993) com base em dados gravimétricos e magnetométricos.

Laux et al. (2010) apresentam uma idade U-Pb esteriana (1.764 ± 33 Ma) para o Complexo Cerro Batovi, unidade metavulcanossedimentar localizada na porção sul do extremo noroeste do Lineamento Ibaré e detalhada por Schmitt (1996) e Laux et al. (2012). Esse Complexo Cerro Batovi era anteriormente vinculado à crosta juvenil do Terreno São Gabriel, ainda que os dados geofísicos (ORLANDI FILHO et al., 1995; COSTA et al., 1995; COSTA, 1997) já indicassem essas litologias como parte do Terreno Taquarembó. Dados prévios (de proveniência) do mesmo intervalo de idades foram obtidos por Hartmann et al. (2008a) em zircões detríticos de rochas sedimentares

da Formação Guaritas, porção superior da Bacia Camaquã.

O Terreno São Gabriel, que é recoberto a norte e oeste pela Bacia do Paraná; é limitado a leste com o Terreno Tijucas pela anomalia magnética de Caçapava do Sul e no sul tem limite com o Terreno Taquarembó pelo Sistema de Falhas Ibaré – Tigre; é constituído por associações de rochas relacionadas à subducção de litosfera oceânica durante o Neoproterozoico. Essas associações são caracterizadas por sequências metavulcano-plutono-sedimentares de composição cálcico-alcalina baixo a médio-K, intercaladas com complexos máfico-ultramáficos (ofiolitos). Essas unidades evoluíram entre 870-680 Ma, possuindo características isotópicas juvenis e foram descritas, entre outros, por Babinski et al. (1997), Leite et al. (1998), Philipp et al. (2008) e Hartmann et al. (2011).

O Terreno Tijucas apresenta forma alongada segundo N30°E e pode ser subdividido em domínios leste e oeste, separados por estreitos grábens preenchidos por sedimentos siliciclásticos da Bacia Camaquã ou truncados por rochas gnáissicas pré-Brasilianas. De forma abrangente esse terreno é composto por litologias gnáissicas, metagraníticas e anfibolíticas do Paleoproterozoico recobertas por complexos metavulcanos-sedimentares do Neoproterozoico. O limite leste, com o Batólito Pelotas, ocorre ao longo da Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (Sutura de Porto Alegre, de Fernandes et al., 1995a,b), de movimentação transcorrente sinistral (FERNANDES et al., 1992, 1995a,b; PHILIPP; MACHADO, 2005); situação especial ocorre na região da cidade de Encruzilhada do Sul, onde rochas do Batólito Pelotas ultrapassam para oeste a Dorsal de Canguçu e se limitam com rochas do Terreno Tijucas pelo sistema de falhas Passo do Marinheiro (área do denominado Bloco Encruzilhada do Sul). A supraestrutura do Terreno Tijucas é composta pelo Complexo Porongos, uma associação de rochas metassedimentares e metavulcânicas neoproterozoicas das fácies xistos verdes a anfibolito (789 ± 7 Ma U-Pb em zircão de metariorlito intercalado na sucessão metassedimentar (SAALMANN et al., 2010)). Essas litologias se superpõem às litologias paleoproterozoicas dos complexos Encantadas de Chemale Júnior (2000; ver também PHILIPP et al., 2008) e Vigia de Camozzato et al. (2012), aos Granitoides Milonitizados de Santana da Boa Vista de Machado et al. (1987) e ao Metagranito Seival de Camozzato e Lopes (2012). O contato entre essa infraestrutura granito-gnáissica e o Complexo Porongos ocorre através de zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo, cuja movimentação altera as relações estratigráficas originais e imprime transformações de natureza milonítica às rochas.

O Terreno Jaguarão, definido durante estes levantamentos e detalhado no relatório da Folha Curral de Pedras, é caracterizado pelo Complexo Arroio Telho, uma associação de rochas metamórficas paraderivadas com idade máxima de 636 Ma cujo limite com o Batólito Pelotas é a Zona de Cisalhamento Ayrosa Galvão (MACHADO et al., 1995), uma estrutura regional sinistral de direção geral NE. Carece de detalhamento a relação entre os complexos Arroio Telho e Guarda Nova, denominações para os xistos e quartzitos da região de Jaguarão e de Herval, introduzidas por Iglesias, Camozzato e Klein (2014) no Mapa Geológico da Folha Curral de Pedras.

O Batólito Pelotas (e.g., Philipp e Machado, 2002, Philipp, Machado e Chemale Júnior, 2007; Philipp; Machado, 2005), porção leste do Escudo Sul-Rio-Grandense, apresenta disposição alongada segundo NE-SW, com cerca de 450 km de extensão e até 120 km de largura. As suítes e complexos graníticos são de natureza cálcico-alcálica alto-K a, subordinadamente, alcalina metaluminosa a alcalina-potássica saturada, com colocação entre 650 Ma e 550 Ma. A maior área desse batólito está ocupada por suítes graníticas de caráter pós-colisional. As unidades mais antigas, representadas pelo Metagranito Quitéria e por leucogranitos da Suíte Cordilheira estão posicionadas em zonas de cisalhamento dúcteis de nível crustal intermediário, sob condições metamórficas da fácies anfíbolito, na fase final do processo de colisão entre os crátons Rio de La Plata e Kalahari. Posteriormente, posicionam-se os granitoides das suítes Pinheiro Machado, Herval, Encruzilhada do Sul e Dom Feliciano, entre outras. Apesar da ocorrência de rochas básicas a intermediárias, os dados isotópicos indicam que os granitoides foram gerados essencialmente pelo retrabalhamento de uma crosta paleoproterozoica (2,3 – 2,0 Ga). Como acima referido, o limite com o Terreno Tijucas (a oeste) se faz pela Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu; e com o Terreno Jaguarão, a sudeste e sul, pela Zona de Cisalhamento Ayrosa Galvão. No leste é recoberto pelos sedimentos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

A Bacia Camaquã, presente em todos os terrenos acima referidos e com evolução no intervalo entre 620 Ma e 535 Ma (PAIM; CHEMALE JÚNIOR e LOPES, 2000; ALMEIDA et al., 2008, 2012) é formada por diferentes unidades sedimentares e vulcanosedimentares, com plutonismo associado, limitadas umas das outras por discordâncias angulares ou erosivas de caráter regional. Rochas sedimentares dessa bacia afloram, de maneira muito restrita, na porção nordeste da Folha Passo São Diogo. Rochas vulcânicas cronocorrelatas ao vulcanismo Acampamento Velho, por sua vez, ocorrem no sudeste da Folha

Passo São Diogo, no nordeste da Folha Curral de Pedras e no noroeste da Folha Bagé.

Paim; Chemale Júnior e Lopes (2000) apresentam uma síntese das propostas evolutivas para a Bacia Camaquã até então disponíveis, propondo que a bacia foi preenchida e deformada durante as fases tardias da Orogenia Brasileira, com a superposição de cinco eventos, cujos registros estratigráficos foram preservados em cinco unidades limitadas por discordâncias passíveis de individualização. Conjeturam que a deposição registrada na Bacia Camaquã evoluiu desde ambiente marinho (Alogrupos Maricá), passando por condições transicionais entre marinho e lacustre (alogramos Bom Jardim, Cerro do Bugio e Santa Bárbara), até ambiente lacustre (Alogrupos Guaritas).

Borba (2006) integrou, sob o enfoque da estratigrafia de seqüências, dados de petrografia e geologia isotópica Sm-Nd e datação $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ da Bacia Camaquã e sugeriu a superposição de três bacias distintas, separadas por hiatos, onde ocorreram dois importantes eventos tectonomagmáticos. O primeiro, durante a colisão dos blocos crustais Rio de La Plata e Encantadas com os terrenos juvenis neoproterozoicos; o segundo, durante a justaposição do Domínio Pelotas ao restante do Escudo Sul-Rio-Grandense. A primeira bacia (Maricá) é anterior à colisão do Ciclo Brasileiro e interna a um bloco crustal do Paleoproterozoico; a segunda (Bom Jardim), do final do Neoproterozoico, resultou de tectônica compressional e vulcanismo associado; e a terceira (Camaquã) do tipo *rifte* ou *pull-apart*, desenvolvida sobre o Escudo já completamente amalgamado.

A Bacia do Paraná, que constitui uma bacia do tipo Depressão Marginal, passando a Depressão Interior devido à obstrução da margem aberta (tipo MSIS, de KINGSTON et al., 1983), é composta por quatro ciclos de subsidência, correspondentes às superseqüências Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I e Gondwana II de Milani (1997), das quais a Gondwana I está exposta nas áreas de levantamentos. A fase *rifte* corresponde à Superseqüência Rio Ivaí (TEIXEIRA, 2001) e a fase sinéclise às demais superseqüências.

A Superseqüência Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico) compreende as diversas unidades componentes dos Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois. De acordo com a interpretação de Milani (1997), a superseqüência compreende uma parte basal transgressiva, correspondente aos grupos Itararé e Guatá. O primeiro, composto pelas formações Lagoa Azul, Campo Mourão, Taciba (aflorante no RS) e Aquidauana, é constituído por depósitos sedimentares de origem glácio-marinha. O Grupo Guatá é formado por rochas de ambiente deltaico, marinho e litorâneo da Formação Rio Bonito; e marinhos da

Formação Palermo, com a superfície de inundação máxima na sua parte intermediária. A parte superior, regressiva, está registrada nas rochas marinhas e transicionais do Grupo Passa Dois (formações Irati, Serra Alta, Teresina, Corumbataí e Rio do Rasto), registrando, ao seu final, o início da instalação de clima desértico na bacia.

A Supersequência Gondwana II (Triássico Médio a Superior), que encerra a sedimentação da Bacia do Paraná, ocorre apenas no estado do Rio Grande do Sul e no norte da República Oriental do Uruguai. Composta pelas rochas sedimentares do Grupo Rosário do Sul, inclui as formações Sanga do Cabral, Santa Maria, Caturrita e Guará. Caracteriza-se por arenitos e pelitos avermelhados, oriundos de depósitos fluviais, lacustres e eólicos e possui abundante fauna de répteis e mamíferos (MILANI, 1997).

2.2. ARCABOUÇO GEOFÍSICO

Os modelos de estruturação do Escudo Sul-Rio-Grandense com base na geofísica remontam aos anos 1980-1990 (MANTOVANI et al., 1989; RAMGRAB et al., 1993; PORCHER et al., 1995; ORLANDI FILHO et al., 1995; COSTA et al., 1995; FERNANDES et al., 1995a,b; COSTA, 1997; RAMGRAB; WILDNER 1999), com a confecção manual, por técnicos da CPRM, de mapas aerorradiométricos (contagem total) a partir de

perfis rebatidos, e de sua interpretação em conjunto com mapas aeromagnetométricos (campo total) de dados do Projeto Aerogeofísico Camaquã (JACKSON et al., 1973). Essas atividades foram acompanhadas pela aquisição de dados terrestres, com o levantamento de perfis gravimétricos que permitiram a elaboração de Mapa Bouguer Provisório do Escudo Sul-Rio-Grandense, além de magnetométricos e de eletroresistividade (sondagens elétricas verticais). A interpretação do Mapa Bouguer evidenciou um quadro de blocos tectônicos onde se destacavam duas grandes faixas de anomalias negativas de direção aproximada NNE, situadas respectivamente nas porções oriental e ocidental do escudo (Figura 6). A primeira (leste), balizada pelas cidades de Herval, Pinheiro Machado, Piratini, entre Encruzilhada do Sul e Dom Feliciano e entre Porto Alegre e Taquari (denominada *Sutura de Porto Alegre*); e a outra (oeste) pelas localidades de Três Cerros, Torquato Severo, Coronel Linhares e São Gabriel (denominada *Sutura de São Gabriel*). As duas faixas alcançam largura de 50 km e amplitude gravimétrica máxima de 35mGal; atravessando todo o Escudo Sul-Rio-Grandense e se estendendo para o norte, sob a cobertura da Bacia do Paraná, e para o sul, através do território da República Oriental do Uruguai. A espessura da crosta sob o Escudo, através da fórmula de Grushinsky (1967), foi estimada em 32 km (ORLANDI FILHO et al., 1995).

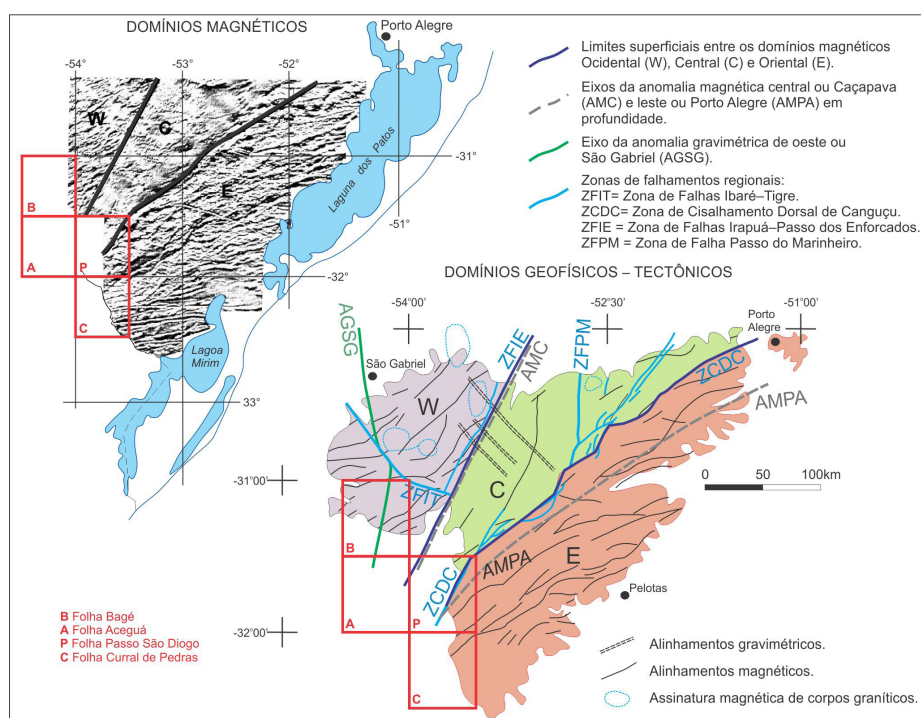


Figura 6 - Domínios geofísicos e tectônicos do Escudo Sul-Rio-Grandense. No mapa de domínios magnéticos, W, C e E identificam os domínios ocidental, central e oriental definidos por Costa et al. 1995; os dados acerca das estruturas regionais foram adaptados e modificados de Jackson et al. (1973), Orlandi Filho et al. (1995), Costa et al. (1995), Costa (1997) e Fernandes et al. (1995a, b). As folhas Bagé, Aceguá, Passo São Diogo e Curral de Pedras estão indicadas em ambos os mapas.

Essa interpretação qualitativa, apoiada em modelamentos efetuados segundo dois perfis transversais, permitiu a delimitação de três domínios (gravimétricos) crustais distintos no Escudo Sul-Rio-Grandense: 1) Oriental (E), 2) Central e 3) Ocidental (W). Para todas as alternativas de modelamento elaboradas nos dois perfis *gravimétricos*, a sutura do lado oeste apresentava-se nitidamente bem marcada, ao passo que a do setor leste não foi considerada tão característica. A anomalia gravimétrica oeste (*Sutura de São Gabriel*) foi interpretada como limite do Cráton Rio de La Plata (e.g., Fernandes et al., 1995b).

Por sua vez, a análise dos dados aeromagnetométricos disponíveis para a porção do Escudo Sul-Rio-Grandense a leste do meridiano 54° também permitiu a identificação de três grandes domínios (*magnetométricos*) alongados segundo a direção NE-SW. A *Sutura de Caçapava*, que não coincide com traços-limite da gravimetria embora coincida com estes em direção, corta o Domínio (*gravimétrico*) Central com orientação N35°E, foi interpretada como o limite leste tanto da crosta juvenil brasileira (neste texto, Terreno São Gabriel; também Associação de Arco Magmático II, de Fernandes et al. 1995a), quanto do Terreno Taquarembó. O denominado Bloco Geofísico Central de Fernandes et al. (1995b) é, portanto, composto pelos domínios aeromagnetométricos central-leste e central-oeste, divididos por uma anomalia magnética que, em superfície, coincide com o aqui denominado Sistema de Falhas Irapuá – Passo dos Enforcados.

O Domínio Oriental (E) (magnetométrico), conforme Costa et al. (1995), é caracterizado por um relevo magnético bastante acentuado, evidenciado principalmente pela alta densidade de eixos de anomalias com direções predominantes N70°E e E-W; na maior parte do domínio interceptados por outros, de orientação N45°E. O limite deste domínio com o Central constitui um sistema de zonas de cisalhamento transcorrente (Dorsal de Canguçu) de natureza intracontinental e tardi-orogênica (vide Fernandes et al., 1995c) que, conforme Orlandi Filho et al. (1995) e Costa et al. (1995), mostra direção N40°-45°E em sua porção sul e inflete para N60°-70°E na sua porção norte. Ainda que a direção N40°-45°E tenha continuidade através do Bloco Central (neste texto, Terreno Tijucas), onde é reconhecida como Zona de Falha (ou sistema) Passo do Marinheiro, não ocorre ajuste desta estrutura com as anomalias magnéticas ou gravimétricas. Em termos de compartimentação, o Domínio Oriental corresponde ao Batólito Pelotas

(sensu Fragoso-Cesar et al., 1986; Philipp et al., 2000; e Philipp; Machado, 2005), Complexo Canguçu de Santos et al. (1989), Bloco Dom Feliciano de Ramgrab et al. (1993) e, excluídas as rochas da região de Encruzilhada do Sul (que fazem parte do Domínio Central geofísico), a Associação de Arco Magmático I de Fernandes et al. (1995a).

O Domínio Central (C) (magnetométrico) de Costa et al. (1995); Domínio Aeromagnetométrico Central-Leste de Fernandes et al. (1995b), é representado por um relevo magnético pouco acentuado, transparente, que aparentemente reflete exclusivamente o padrão magnético das unidades mais antigas, não sendo influenciado pelas unidades sedimentares e vulcânicas da Bacia Camaquã que constituem parcela significativa do domínio. A única anomalia magnética registrada nesse setor corresponde ao Sienito Piquiri, sugerindo que essa unidade seja diferenciada de um corpo básico situado em profundidade. Além das rochas da Bacia Camaquã, inclui os complexos Encantadas, Vigia e Porongos; *roof-pendants* e xenólitos de metapelitos e mármores da Suíte Metamórfica Várzea do Capivarita; o Anortosito Capivarita; o Complexo Gnáissico Arroio dos Ratos; e os granitoides do Batólito Pelotas da região de Encruzilhada do Sul (Bloco Encruzilhada do Sul). As tramas orientadas E-W foram retrabalhadas pelas zonas de cisalhamento transcorrente NE-SW.

O Domínio Ocidental (W) (magnetométrico) de Costa et al. (1995), que soma os domínios Aeromagnetométrico Central-Oeste de Fernandes et al. (1995b) e (gravimétrico) Oeste de Orlandi Filho et al. (1995), com relevo magnético mais elevado que o Domínio Central e com o qual se limita por um lineamento N30°E (*Sutura de Caçapava*, de Fernandes et al., 1995a; Anomalia Magnética de Caçapava, de Costa et al., 1995), pode ser dividido em dois subdomínios: 1) norte, coincidente com o Terreno São Gabriel; e 2) sul, do Terreno Taquarembó, para sul do Lineamento Ibaré (ou Sistema de Falhas Ibaré – Tigre, ou Zona de Cisalhamento Ibaré), onde ocorre aumento na densidade de lineamentos magnéticos e a exposição significativa de granitoides e, em especial, das litologias do Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Com os dados do Projeto Aerogeofísico Escudo do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010) foi elaborada a Figura 7, onde ficam mais bem explicitados os diferentes domínios tectônicos do Escudo Sul-Rio-Grandense tendo por fundo o mapa de pseudo-iluminação da 1ª derivada vertical do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF).

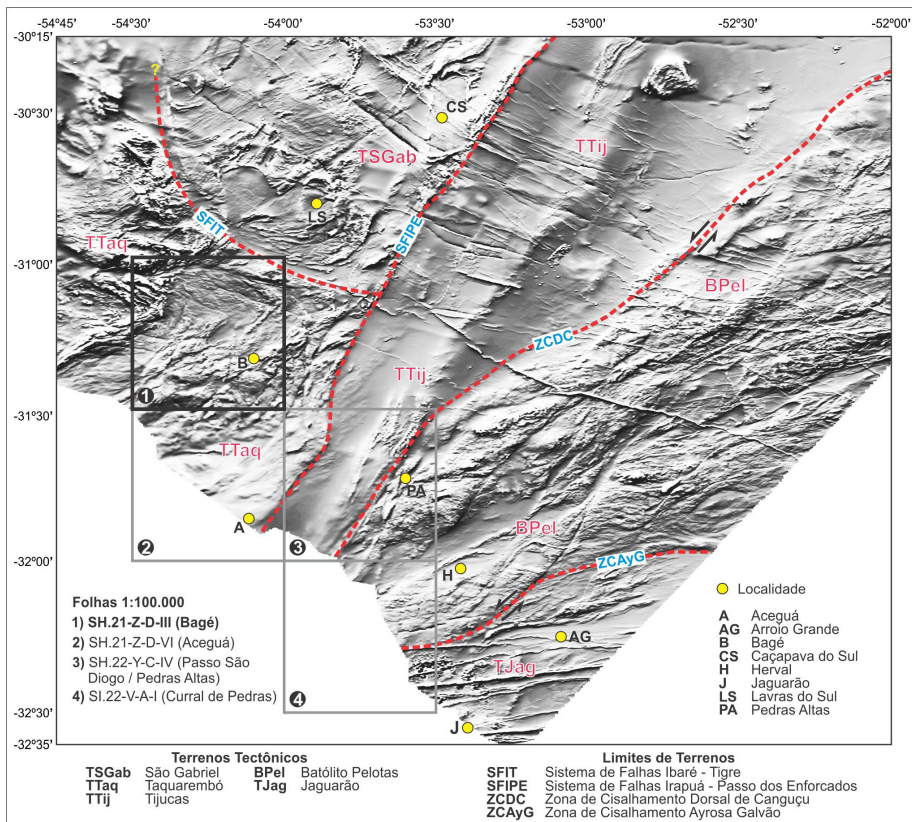


Figura 7 - Domínios tectônicos do Escudo Sul-Rio-Grandense tendo por fundo o mapa de pseudo-iluminação da 1ª derivada vertical do Campo Magnético Total (reduzido do IGRF).

3. ESTRATIGRAFIA

3.1. DOMÍNIOS GEOLÓGICOS, TECTÔNICOS E LITOESTRATIGRAFIA

A área enfocada neste trabalho abrange litologias presentes no Terreno Taquarembó com fração muito reduzida do Terreno São Gabriel. Rochas sedimentares da Bacia do Paraná e coberturas cenozoicas completam a litoestratigrafia da Folha Bagé.

O mapeamento geológico da Folha Bagé, cujos dados históricos remontam a levantamentos regionais (e.g., Tessari; Giffoni, 1970; Ramgrab; Wildner, 1999) ou a pesquisas detalhando os recursos minerais energéticos ou para uso agrícola disponíveis na região, permitiu a caracterização de novas unidades litoestratigráficas e elementos tectônicos diferentes nos terrenos levantados.

Na Folha Bagé foram reconhecidas as seguintes entidades geológicas:

- Litologias de alto grau do Paleoproterozoico, representadas pelo Complexo Granulítico Santa Maria Chico;
- Granitoides do Neoproterozoico das suítes Santo Afonso, Cerro Preto e Vauthier e os granitos Saibro e Dom Pedrito;
- Rochas metassedimentares de baixo grau do Neoproterozoico do Terreno São

Gabriel, representadas pelo Complexo Arroio Marmeleiro;

- Rochas vulcânicas neoproterozoicas associadas à Bacia Camaquã;
- Coberturas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná;
- Coberturas do Cenozoico, incluindo a Formação Santa Tecla e os depósitos aluviais.

No entorno da cidade de Bagé, em trabalhos anteriores, o embasamento era incluído no Complexo Granito-Gnáissico Bagé, unidade substituída por uma associação de granitoides pós-colisionais (suítes Santo Afonso e Cerro Preto e os granitos Saibro e Dom Pedrito) contendo megaxenólitos de tamanhos até quilométricos, de gnaisses calcissilicáticos e tonalítico-trondjemíticos de alto grau, correlatos às unidades do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, estendendo desta forma o limite oriental desse complexo. A porção sul da folha é toda ocupada pela cobertura sedimentar da Bacia do Paraná.

As unidades foram dispostas no quadro de relações tectono-estratigráficas (Figura 8) que representa a coluna litoestratigráfica da Folha Bagé.

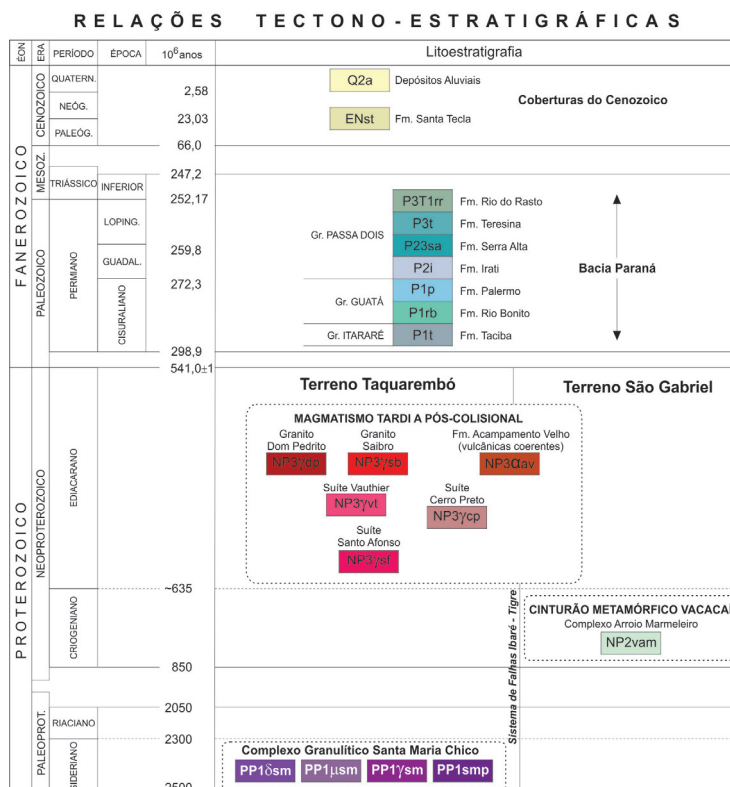


Figura 8 - Relações tectono-estratigráficas na Folha Bagé.

3.2. COMPLEXO GRANULÍTICO SANTA MARIA CHICO

O Complexo Granulítico Santa Maria Chico foi originalmente proposto por Nardi e Hartmann (1979), os quais descrevem as litologias do Complexo como “comportando-se como grandes blocos rígidos (megaxenólitos?) envoltos por rochas graníticas”. A caracterização do Complexo avançou com os trabalhos de Naumann et al., (1984) que estendeu o complexo mais para norte e as condições de metamorfismo e caracterização geoquímica foram avaliadas por Hartmann (1988, 1991, 1998) e Hartmann et al., (1999, 2000). Situado no Terreno Taquarembó, representa as rochas mais antigas do Escudo Sul-Rio-Grandense, fazendo parte do Cráton Rio de La Plata. Essa fração antiga situa-se no extremo sul da região ocidental do Estado, sendo delimitado a oeste e sul por rochas da Bacia do Paraná, a norte faz limite com o Terreno São Gabriel através de um marcante elemento geotectônico descrito como Lineamento Ibaré (Sistema de Falhas Ibaré – Tigre), o qual representa uma extensa zona de cisalhamento NW-SE.

O Complexo forma uma faixa aproximadamente norte-sul, principalmente na Folha Lagoa da Meia

Lua, a norte da Folha Bagé, sendo representado por gnaisses quartzo-feldspáticos (tonalitos e trondhjemitos), gnaisses máficos, anortositos, ultramafitos e por rochas supracrustais metamorfas em condições de fácies granulito, com retrometamorfismo nas fácies anfibolito e xisto verde, estruturados segundo a direção NW (NARDI E HARTMANN, 1979), com foliação dominante E-W na parte Sul variando gradualmente para N na parte Norte. As rochas deste complexo apresentam idades paleoproterozoicas de 2.489 ± 6 Ma e 2.366 ± 8 Ma U-Pb, com metamorfismo em 2.035 ± 9 Ma e 2.006 ± 3 Ma U-Pb (HARTMANN et al., 2008).

Na Folha Bagé o Complexo Granulítico Santa Maria Chico ocorre na porção oeste-noroeste e está em contato com rochas graníticas das suítes Santo Afonso, Cerro Preto e Vauthier, sendo parcialmente recoberto por rochas vulcânicas da Formação Acampamento Velho e por rochas sedimentares da Bacia do Paraná, representadas pela Formação Taciba, do Grupo Itararé e pela Formação Rio Bonito, do Grupo Guatá. Na região do entorno da cidade de Bagé ocorre na forma de megaxenólitos e enclaves nos granitoides da Suíte Santo Afonso, sempre muito intemperizados (Figura 9).

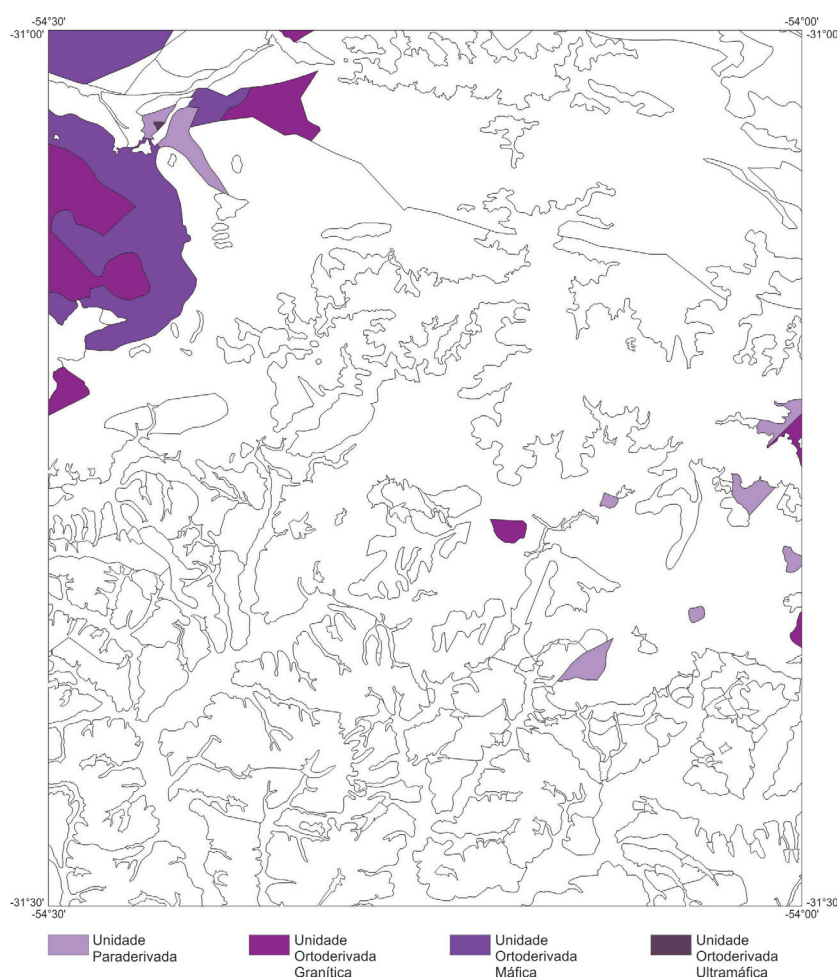


Figura 9 - Mapa de afloramentos de litologias do Complexo Granulítico Santa Maria Chico na Folha Bagé

O Complexo Granulítico Santa Maria Chico foi subdividido em quatro domínios principais: Unidade Paraderivada (PP1smp), Unidade Ortoderivada Granítica (PP1ysm), Unidade Ortoderivada Máfica (PP1δsm) e Unidade Ortoderivada Ultramáfica (PP1μsm). A exposição de afloramentos é errática com tamanhos pequenos onde as rochas são pouco preservadas, dificultando uma boa correlação entre os tipos litológicos encontrados. Os melhores afloramentos são vistos em cortes e leitos de estrada, áreas de material de empréstimo para barragens e em leitos de drenagens, sendo mais comuns os blocos dispersos, matacões e pequenos lajeados. As rochas do CGSMC variam de isotrópicas a nitidamente bandadas. A granulação varia de fina a média. A composição é bimodal e consiste de gnaisses básicos e ácidos intercalados em bandas com espessura de alguns milímetros a metros. Poucas são as estruturas preservadas, cuja orientação é para NW com mergulhos acentuados. A direção principal é marcada por bandamento gnáissico, injeções graníticas e foliação milonítica.

3.2.1. Unidade Ortoderivada Granítica - PP1ysm

Ocorre na porção central da área de afloramentos dos granulitos na Folha Bagé, no limite oeste com a Folha Igrejinha e constitui o núcleo do corpo principal do Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Aflora na forma de lajeados, mas são mais comuns em cortes e leitos de estradas, onde estão muito intemperizados. Normalmente apresentam estrutura gnáissica ou milonítica quando próximo a lineamentos tectônicos. As rochas da Unidade Ortoderivada Granítica são representadas por gnaisses tonalíticos a granodioríticos, de cor cinza-clara, alaranjada quando alterados, com bandamento regular e contínuo destacado pelo intemperismo; subordinadamente ocorrem corpos decimétricos a métricos de metahornblenditos e anfibolitos pretos a verde-escuro, concordantes com o bandamento gnáissico, e centimétricos a decimétricos de gnaisses trondhjemiticos, esbranquiçados. São essencialmente granoblásticos com textura granulítica, localmente com textura milonítica a ultramilonítica. O metamorfismo de alta temperatura pode ser percebido pela presença de antiperitas nos plagioclásios. A mineralogia é mais simples com plagioclásio, feldspato potássico e quartzo, localmente com clorita e epidoto, além de acessórios como zircão. Na porção nordeste da área das rochas mapeadas como pertencentes ao CGSMC na Folha Bagé, ocorrem granitoides muito deformados, gnáissicos, foliados a bandados com atitude predominantemente NW-SE (Az. 355°,78°; 152°,83°), porfiroclásticos (protomiloníticos a miloníticos) que foram associados à essa unidade (Figura 10).

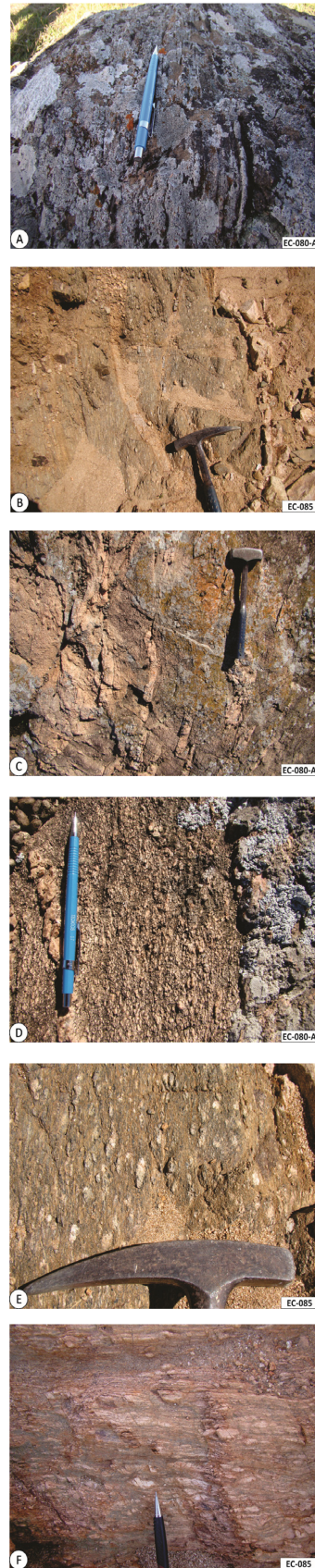


Figura 10 - Granitoides muito deformados, gnáissicos, foliados a bandados, porfiroclásticos (protomiloníticos a miloníticos) que ocorrem no norte da Folha Bagé e foram associados ao CGSMC. (A-B-C) em lajeados e valeta de estrada com injeções leucograníticas; (D-E-F) detalhe dos porfiroclastos de Kfeldspatos alinhados na foliação milonítica.

3.2.2. Unidade Ortoderivada Máfica - PP16sm

Na Folha Bagé esta unidade constitui o corpo principal do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, com continuidade para oeste na Folha Igrejinha. O contato com as outras unidades do complexo é de difícil determinação. As melhores exposições são na forma de lajeados ou blocos dispersos no campo, em cortes de estrada como na BR-293 entre Bagé e Dom Pedrito, no oeste da folha, ou ocasionalmente em aterros e barragens como no caso do afloramento da Fazenda São João (Figura 11).



Figura 11 - Tipologia de afloramentos da Unidade Ortoderivada Máfica, (A) em corte de estrada e raspagem de barragem (Faz. São João), (B) blocos dispersos no campo, (C) formando lajeados nos campos limpos, (D) detalhe do bandamento gnáissico estreito (fino) do afloramento em (C).

As rochas desta unidade são representadas por metagabros e metapiroxenitos, maciços ou com bandamento fino descontínuo, apresentam estrutura maciça e/ou gnáissica, com intrusões graníticas comuns, que podem ser de espessura centimétricas a métricas. As rochas plutônicas básicas a ultrabásicas são as mais preservadas, com textura granulítica essencialmente granoblástica, constituídas de plagioclásio, hiperstênio, diopsídio, hornblenda, espinélios, com pouco (ou nenhum) quartzo. Nesta unidade também pode ser encontrada a textura granular, típica de rochas de alto grau metamórfico bem como diopsídio com macla metamórfica e hiperstênio metamórfico (Figura 12).

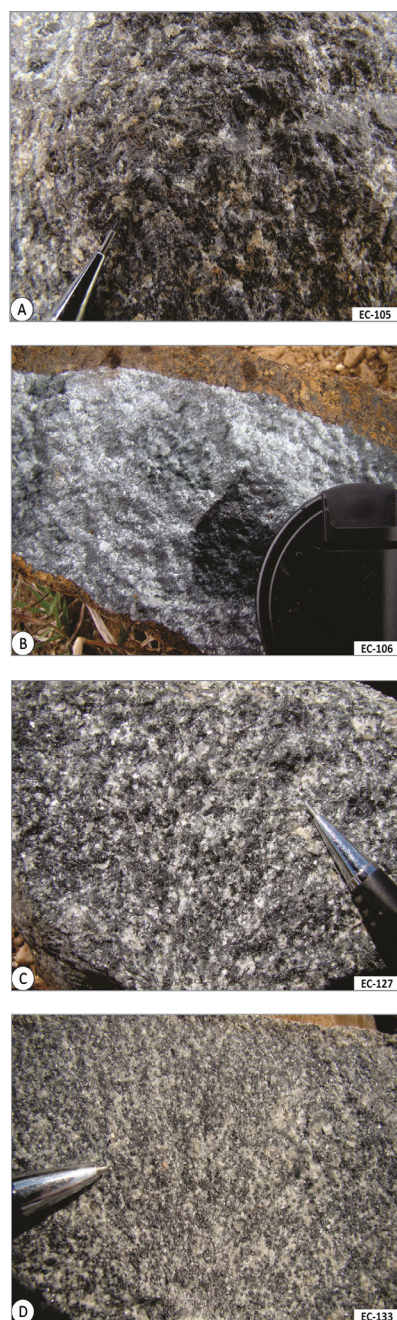


Figura 12 - (A a D) Textura granoblástica poligonal, fina a média, isotrópica, em amostras de mão de granulitos máficos do CGSMS na Folha Bagé.

3.2.3. Unidade Ortoderivada Ultramáfica - PP1 μ sm

A Unidade Ortoderivada Ultramáfica é representada por corpos lenticulares de metaperidotitos, serpentinitos e xistos magnesianos a talco e tremolita. Esta unidade foi bem caracterizada na Folha Igrejinha, vizinha a oeste da Folha Bagé. Nessa área os serpentinitos afloram como lajeados e campos de matacões pequenos com formas subangulosas e intensamente fraturados, mostrando descontinuidade em planta e formando cristas orientadas para NW. As exposições das rochas metaultramáficas possuem relação espacial com os granulitos máficos. Os serpentinitos apresentam cor preta a cinza escura, variando para cinza esverdeada a cinza amarelada quando alterados. Apresentam estrutura maciça com intenso fraturamento e a textura principal é do tipo *mesh*, com aspecto maciço e com pseudomorfos de cristais de minerais máficos, principalmente de olivina e piroxênio. Intercalados com os serpentinitos ocorrem corpos subordinados de xistos magnesianos de espessura centimétricas a métricas de talco-tremolita xistos e talco-clinocloro-tremolita xistos. Essas rochas apresentam cor verde a cinza esverdeado

escuro, variando para tons de cinza amarelado quando alterados. Apresentam estrutura xistosa com intensa orientação de tremolita, talco e clorita. Na Folha Bagé não foram encontrados serpentinitos, mas a sul do arroio do Salso, em cortes de estradas, foram caracterizadas pequenas ocorrências de rochas ultramáficas desta unidade do CGSMC, a maior, no afloramento EC-113 é constituída por gnaiss ultramáfico alterado com tremolita e talco, tremolitito com talco e tremolita xisto de cor verde claro com estrutura xistosa, textura nematoblástica média-grossa (2-10 mm). Ocorre como uma lente de ± 3 metros de espessura, envolta por gnaiss granulítico de cor laranja com bandamento médio-fino, contínuo e regular. Em outro corte da mesma estrada vicinal, a cerca de 4,5km para leste (Figura 13), há outra ocorrência de rocha ultramáfica alterada (tremolitito verde) com níveis graníticos centimétricos deformados na mesma foliação milonítica. Apresentam atitudes: Az. 095°,80°; 280°,80°; 085°,80°; 096°,60°; 090°,70°; 080°,75°; 060°,78°; 248°,80° e lineação de estiramento: 60°,223°. Ocorrem também diques básicos deformados com atitude Az. 265°,80° e dobras tardias sinformes abertas com kinks nos planos de crenulação com eixo: 20°,325°.

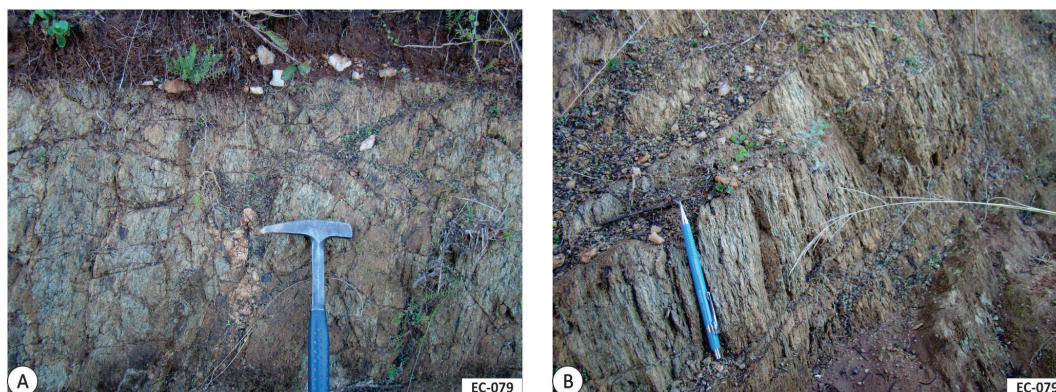


Figura 13 - Afloramento de tremolitito associado à unidade Ultramáfica do CGSMC. (A) tremolitito xistoso com injeção de leucogranito rosado; (B) Detalhe da foliação/xistosidade subvertical dos tremolititos.

3.2.4. Unidade Paraderivada - PP1smp

É uma unidade com ampla ocorrência em termos de cartografia, apesar de dispersa e descontínua, com muitos afloramentos não mapeáveis na escala do projeto, possui as melhores exposições no entorno da cidade de Bagé, onde aflora como megaxenólitos ou septos do embasamento constituídos por gnaisses calcissilicatados, mármores e anfibolitos dentro da Suite Santo Afonso. São essencialmente gnáissicos com textura granonematoblástica a granolepidoblástica e, localmente, milonítica a ultramilonítica. A característica paraderivada desta unidade é marcada pela presença de minerais aluminosos como cordierita, silimanita, granadas, além

de plagioclásio, este último mineral pode se concentrar em alguns locais formando bandas que lembram anortositos, que mostram uma derivação a partir de sedimentos pela presença de quartzo, feldspato potássico, grande quantidade e variada população de cristais de zircão, pouco comuns em anortositos desta idade. Também ocorrem anfibolitos, metamargas, rochas ricas em ferro (magnetita) e lentes de mármores, como na Mina da Mineração Mônego e nas antigas cavas ao redor de Bagé.

Na Cascalheira Municipal de Bagé (Figura 14), mina abandonada com cerca de um hectare, ocorrem lentes de mármore, rochas calcissilicatadas, anfibolitos e metagranitoides associados ao CGSMC.

São também observados diques metamáficos deformados e estruturas em bumerangue com fases de transposição com dobras em bainha, anfibolitos com níveis de plagioclásio e hornblenda, grossos, lenticularizados. A atitude da foliação dos gnaisses é: Az. 070°,42'; 162°,50' (bainha); 046°,30' (bainha); 085°,36'; 120°,22', com lineação de estiramento de 20°,240°. Na pedreira de mármore da Mineração Mônego (Figura 15) ocorrem mármore calcíticos e dolomíticos, brancos, cortados por injeções tabulares de (biotita) diorito cinza escuro maciço a foliado. As intercalações de mármore dolomíticos brancos, maciços, com textura granoblástica poligonal, equigranular grossa a muito grossa (4-15mm) são dominantes, intercalando com mármore dolomítico silicosos (dolomita, diopsídio, olivina, granada) e cortado por injeções de dioritos equigranulares finos-médios ($\leq 1\text{mm}$), pretos, maciços, com biotita (20-30%); Ocorre também rocha calcissilicática (plagioclásio, flogopita, diopsídio, titanita, (granada?)); diopsídio-olivina mármore com bandamento irregular a contínuo (5-20mm), alternando o teor de diopsídio (verde, transparente, prismático, 1-3mm), com o teor de olivina (preta fosca, prismática curta a globular). Ocorre retrometamorfismo de olivina para serpentina; de diopsídio para talco (euédrico, hexagonal). Os dioritos/tonalitos são maciços, com textura equigranular fina a média (0,5-1,5mm) com biotita (20-25%), quartzo (25-30%) e plagioclásio (branco, 1mm, prismático). O bandamento do mármore é

afetado por hidrotermalismo. Na pedreira abandonada do Instituto Federal de Educação (IFSul) situada a leste da cidade de Bagé (Figura 16), os mármore são bandados, de cor branca com pontos verdes e pretos, o bandamento é irregular e contínuo de espessura variável (1-10cm a 20-50cm) com níveis de textura granoblástica poligonal média a grossa e níveis subordinados de textura granoblástica poligonal grossa a muito grossa (1-3cm). Os níveis predominantes são compostos por diopsídio, calcita/dolomita e magnetita. O bandamento está dobrado com dobras F^2 isoclinais, retrabalhadas por redobramentos abertos a suaves com clivagem de fratura associada. O bandamento é composicional com bandas de dolomita mármore, diopsídio mármore e quartzo-biotita-plagioclásio-calcita mármore com predomínio de mármore dolomítico. Ocorrem blocos soltos de serpentinitos maciços de cor preta. O grau metamórfico é anfibolito superior a granulito. Os mármore estão cortados por injeções de leucogranitos róseos com textura porfírica com 10-15% de megacristais de K-feldspato (rosa, 2-3cm) em matriz equigranular média-grossa com quartzo, biotita e plagioclásio, foliado com deformação dúctil e desenvolvimento de foliação milonítica com estiramento de quartzo e feldspatos. Os granitos miloníticos são concordantes com o bandamento, entretanto geraram milonitização nos mármore, afetando o bandamento (tardios). Granitos indeformados também cortam o bandamento dos mármore.

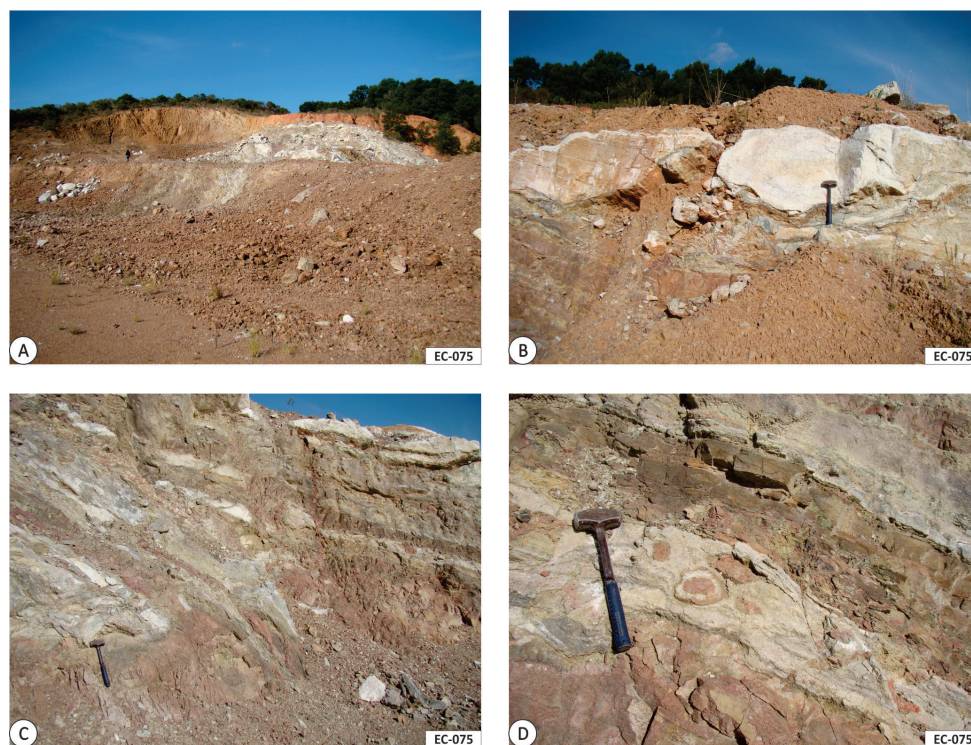


Figura 14 - (A-B) Pedreira abandonada – Cascalheira Municipal de Bagé com mármore e rochas calcissilicáticas, feldspáticas, anfibolitos e metagranitoides associados ao CGSMC. (C-D) Apresentam dobras em bainha com núcleos de mármore envolto por rochas feldspáticas.

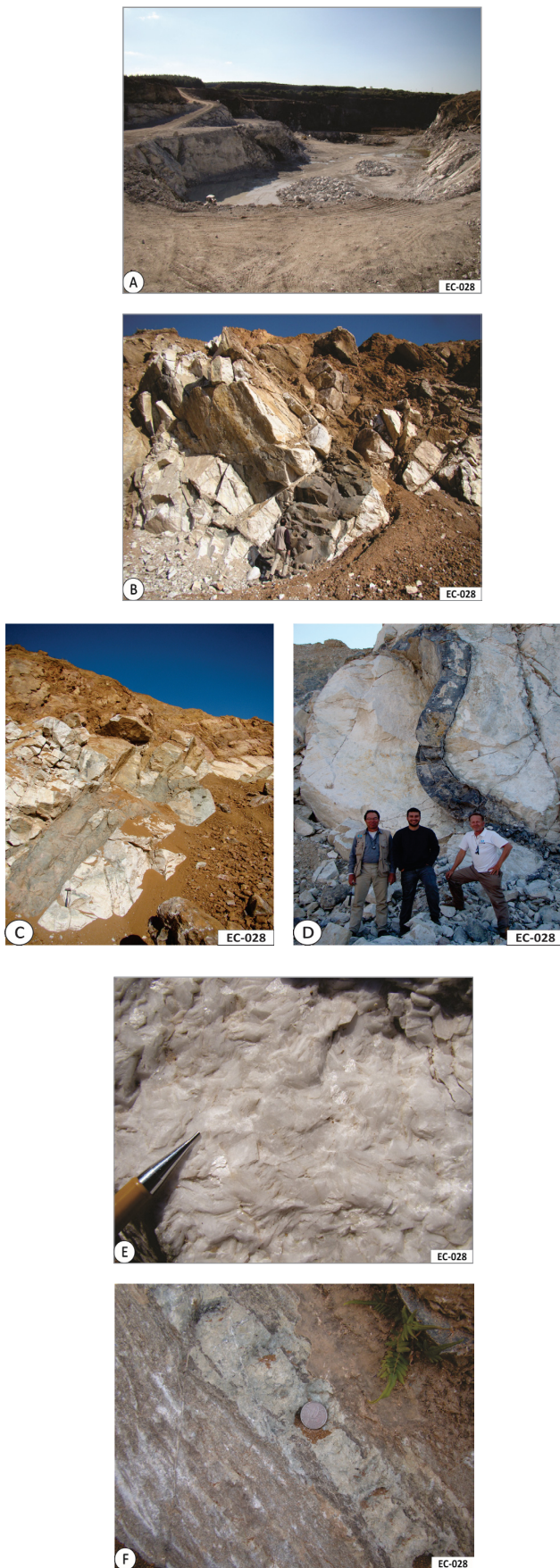


Figura 15 - (A) Pedreira da Mineração Mônimo. (B-C-D) Mármore dolomíticos, puros ou silicosos com injeções dioríticas, tabulares, truncando ou deformadas junto com os mármore brancos (E). (F) Níveis mais silicosos, impuros e serpentizados, intercalados nos mármore.



Figura 16 - (A) Pedreira abandonada com lago formado na antiga cava de extração de mármore dolomíticos, (B-C) bandados e dobrados, (D) de granulação grossa a muito grossa e cor branca, (E) com níveis impuros silicosos e com minerais calcissilicatados e granadas.

3.3. COMPLEXO ARROIO MARMELEIRO

A denominação Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro foi introduzida por Silva e Camozzato (1982) no mapa geológico (de serviço) na escala 1:250.000, utilizado como base para a elaboração da Carta Metalogenética da Folha São Gabriel. Referindo ardósias, filitos, quartzo-muscovita xistos, talco xistos, metarenitos quartzosos, metarcóseos e metassedimentos carbonosos, a expressão substituiu e caracterizava a parcela com continuidade física e litológica da denominada Formação Vacacaí de Goñi et al. (1962) aflorante desde a região do Passo do Marmeleiro, a oeste, até o Rio Camaquã, no limite entre os rincões dos Moura e do Tigre, no nordeste da unidade.

Ribeiro et al. (1966) e Tessari e Giffoni (1970) registram a presença de filitos, xistos e quartzitos de baixo grau na região a sul de Lavras do Sul e São Gabriel. Iglesias; Macêdo e Chiarelli (1980) denominaram de Metamorfitos Arroio da Porteira a uma parcela dessa unidade, aflorante no sul da Folha Lavras do Sul (1:50.000), caracterizando-a como ardósias, filitos e, subordinadamente, quartzitos e metagrauvacas, constituindo uma sucessão de estratos (meta) pelíticos e areno-pelíticos intercalados.

Camozzato e Lopes (2012) e Laux et al. (2012) mantêm nas cartas geológicas das folhas Hulha Negra e Lagoa da Meia Lua, na escala 1:100.000, a denominação de Complexo Arroio Marmeleiro (NP2vam) e referem para a unidade ardósias, filitos, filitos carbonosos, xistos, metarenitos e metarenitos conglomeráticos, com mármore, granitoides protomiloníticos e corpos ultramáficos subordinados. Os

dados levantados mostram que o Complexo Arroio Marmeleiro está estruturalmente contínuo aos Metamorfitos Arroio da Porteira (IGLESIAS; MACÊDO e CHIARELLI, 1980), motivo pelo qual ambas unidades foram incluídas sob a mesma denominação, apenas sendo separadas por uma zona de descontinuidade, marcada por um cavalgamento dos xistos "Arroio Marmeleiro" sobre os filitos e ardósias "Arroio da Porteira". Entre os trabalhos na região podem ser citados ainda, os de Horbach et al. (1986) Santos et al. (1990), Siviero (2001), Oliveira et al. (2003) e Ruppel (2010), além de outros. O Complexo Arroio Marmeleiro aflora em uma pequena porção no canto nordeste da Folha Bagé, como ardósias e filitos de cor cinza-claro, avermelhados na alteração, com metamorfismo na fácies xisto-verde baixo, na Zona de Cisalhamento Ibaré - Tigre, no limite dos terrenos Taquarembó e São Gabriel (Figura 17).

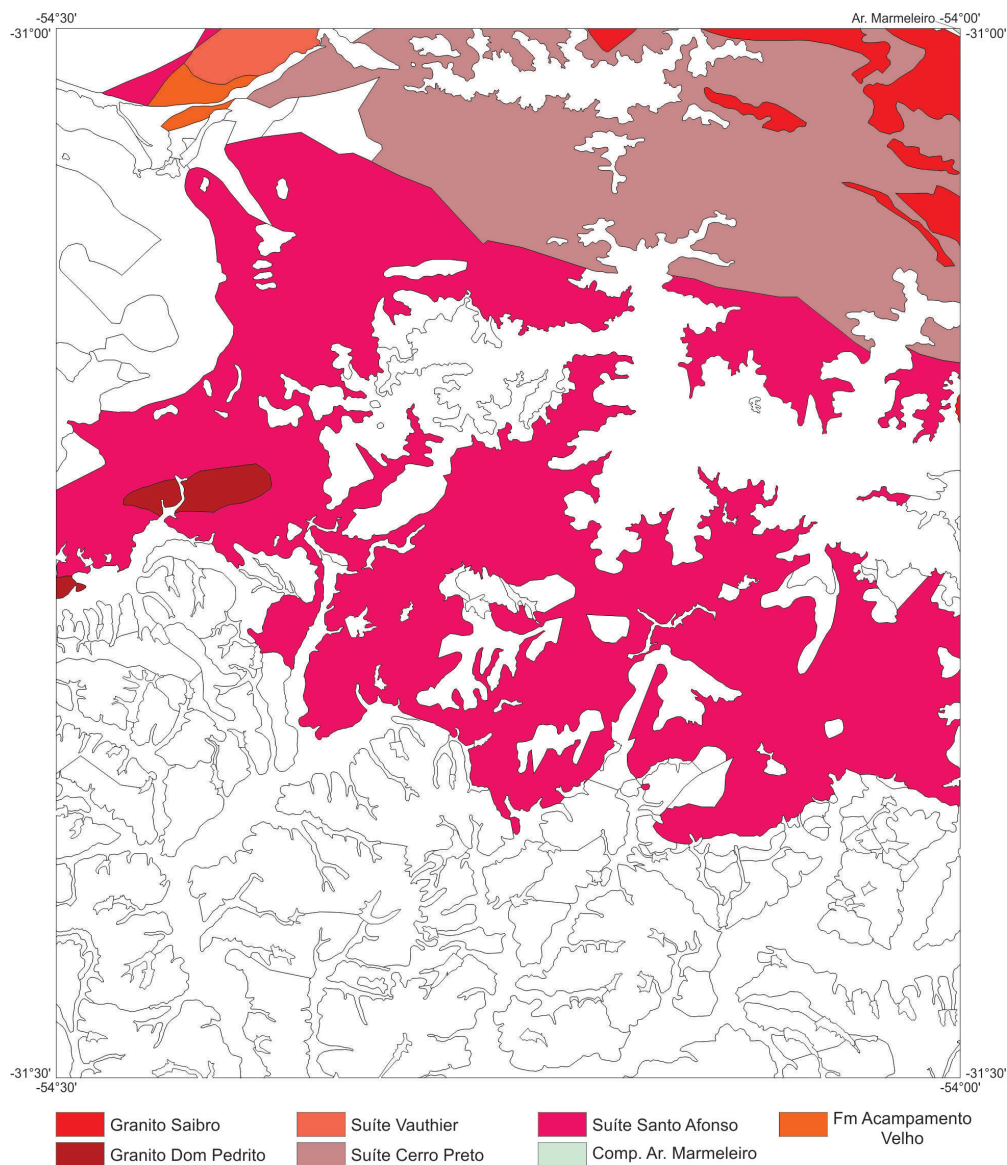


Figura 17 - Mapa de exposição de afloramentos dos granitoides e vulcânicas neoproterozoicas e posição do Complexo Arroio Marmeleiro na Folha Bagé.

3.4. GRANITOIDES

Mais da metade da Folha Bagé é constituída por granitoides, considerando a continuidade sob a cobertura sedimentar rasa das unidades da Bacia do Paraná (Itararé, Rio Bonito e Palermo, dispersas e relativamente isoladas) e da Formação Santa Tecla, mais contínua, porém ocupando as porções mais altas da topografia, nitidamente sobre os granitoides. A unidade de maior porte é representada pela Suíte Santo Afonso, considerada de dimensões batolíticas (HARTMANN e NARDI, 1982), em contato a norte-nordeste com a Suíte Cerro Preto (desmembrada da Suíte Santo Afonso no presente trabalho), com corpos menores, geralmente pequenos, da Suíte Vauthier, no limite NW com a Folha Lagoa da Meia Lua, do Granito Saibro no nordeste da folha com continuidade nas folhas Lagoa da Meia Lua e Hulha Negra e de dois corpos isolados do Granito Dom Pedrito, no oeste, um deles no limite com a Folha Igrejinha (Figura 17). Esses granitoides têm sido considerados como tardi a pós-tectônicos em relação ao evento de defomação transcorrente, em face de apresentarem características químicas transicionais entre termos cálcico-alcálicos e alcálicos.

Em relação à Suíte Cerro Preto, Camozzato et al. (2017), página 80, discorrem: “Estas variações composicionais e estruturais parecem indicar que a Suíte Santo Afonso pode ser dividida em ao menos duas grandes associações intrusivas, o que requer um maior detalhamento das áreas de exposição e, em especial, o apoio de dados geocronológicos. A Suíte é composta predominantemente por monzogranitos porfiríticos, com ocorrência subordinada de corpos máficos de gabros e dioritos, com tonalitos, quartzo-dioritos e granodioritos representando termos híbridos menos abundantes. As áreas de exposição se caracterizam por um relevo arrasado, com exposições frequentes na forma de lajeados de extensões métricas a decamétricas.”

3.4.1. Suíte Santo Afonso - NP3ysf

A Suíte Santo Afonso foi originalmente descrita por Hartmann e Nardi (1982), decorrendo o nome da Estância Santo Afonso, situada na Folha Vila Afonso Jacinto 1:50.000. Esta suíte constitui a maior parte da área de embasamento da Folha Bagé. Limita-se a oeste com as rochas granulíticas do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, no qual é intrusiva, está em contato a norte com a Suíte Cerro Preto, sendo recoberta a sul e em partes isoladas por sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná e cenozoicos da Formação Santa Tecla. No entorno da cidade de Bagé ocorrem muitos restos de rochas granulíticas

e gnáissicas, considerados como megaxenólitos dentro da Suíte Santo Afonso. A Suíte Santo Afonso é composta por granitoides de composição monzogranítica, com menor frequência sienogranítica e diorítica. Os termos monzograníticos são amplamente predominantes, enquanto os sienogranitos aparecem de modo muito subordinado na forma de corpos tabulares, dispostos em diversas orientações e com espessuras em geral, entre 5 e 30 centímetros, podendo atingir até 1 a 2 metros. Os termos dioríticos constituem pequenos enclaves microdioríticos no interior dos monzogranitos. A estrutura dos granitos comumente é maciça, entretanto observa-se em diversas exposições uma foliação de forma definida pela orientação dos megacristais de K-feldspato e de agregados de biotita (Figura 18).

Os Monzogranitos têm cor cinza claro com pontuações de cor laranja a rosa definida por megacristais de K-feldspato. Quando alterados vão adquirindo cores rosadas a alaranjadas. A principal textura é a porfirítica, caracterizada por elevada concentração de megacristais de K-feldspato imersos em uma matriz equigranular média a grossa (3 a 8 mm) com plagioclásio, quartzo e biotita. A mineralogia dos monzogranitos é composta por K-feldspato (45-50 %), plagioclásio (15-20 %), quartzo (25-30 %), biotita (5-7 %), hornblenda (1-2 %) e minerais opacos (1-2 %). O K-feldspato é o principal mineral da rocha, encontrado como megacristais de 2 a 5 cm, de cor rosa a laranja, forma prismática alongada, subédrico a euédrico. Mostra padrão de zonação normal, e filmes muito finos de mesopertitas (0,1 mm). Contém inclusões de plagioclásio e biotita. O plagioclásio possui cor branca e forma prismática curta a quadrática, euédrico a subédrico, varia de 5 a 15 mm. O quartzo aparece na forma de cristais intersticiais e amebóides, incolor, variando de 2 a 7 mm. A biotita é intersticial e forma agregados de cristais hexagonais, subédricos, de cor preta, com tamanhos entre 0,5 e 1,5 mm. A hornblenda forma de cristais prismáticos pouco alongados, de cor verde escuro a preta, variando entre 0,3 e 0,5 mm. Os minerais opacos são encontrados na forma de cristais octaédricos, de cor preta e intersticiais.

Os Sienogranitos têm cor rosa claro e estrutura maciça. Quando alterados vão adquirindo cores esbranquiçadas. A principal textura é equigranular hipidiomórfica, variável de fina a grossa (1 a 10 mm), caracterizada por cristais equidimensionais de K-feldspato e quartzo, com rara ocorrência de biotita. A mineralogia dos sienogranitos é composta por K-feldspato (65-70 %), plagioclásio (1-2 %), quartzo (25-30 %), biotita (1-2 %). O K-feldspato é o principal mineral da rocha, ocorrendo como cristais de 2 a 10 mm, de cor rosa a laranja, forma prismática equidimensional, subédrico a anédrico. O plagioclásio

é raro, possui cor branca e forma prismática quadrática, euédrico a subédrico, varia de 1 a 2 mm. O quartzo forma cristais intersticiais e amebóides, incolor, variando de 2 a 7 mm. A biotita é muito rara, intersticial e é encontrada como cristais hexagonais, subédricos, de cor preta, com tamanhos entre 0,2 e 0,5 mm.

Os Dioritos formam enclaves microgranulares de formas arredondadas a elípticas, variando em geral entre 5 e 20 centímetros de diâmetro. Os dioritos têm cor preta, e quando alterados apresentam cores alaranjadas. A estrutura em geral é maciça,

entretanto, podem mostrar foliação de fluxo magmático. A principal textura é equigranular hipidimórfica fina a média (<1 a 2 mm), caracterizada por cristais equidimensionais de plagioclásio e hornblenda. A mineralogia dos dioritos é composta por plagioclásio (40-45 %), hornblenda (55-60 %) e minerais opacos (1-2 %). A hornblenda é o principal mineral da rocha, ocorrendo como cristais em geral de 1 a 2 mm, cor preta, forma prismática alongada, subédrica a euédrica. O plagioclásio tem cor branca e forma prismática quadrática, euédrico a subédrico, com tamanho em geral inferior a 1 mm.



Figura 18 - (A-B) Tipologia de afloramento e características estruturais com injeções de leucogranitos rosados em monzogranitos da Suíte Santo Afonso. (C-D) características texturais com megacristais prismáticos euédricos de Kfeldspatos, (orientados na foliação magmática com entelhamento de cristais em C e mais curtos em D com pequenos enclaves microgranulares máficos globulares); (E) com enclaves microgranulares máficos alongados na foliação ígnea; (F) Hornblenda granito de granulação média a grossa aparentemente formando schlieren.

Datação geocronológica efetuada por Eduardo Camozzato (informação verbal) em uma amostra de biotita granito porfirítico com megacristais de K-feldspatos euédricos e foliação ígnea, pertencente à Suíte Santo Afonso, coletada no local Santuário de Iemanjá, situado às margens do Arroio Quebracho, próximo da BR-293, na Folha Hulha Negra (EC-18-A), foi encontrada uma idade de $624,8 \pm 7,1$ Ma, U-Pb em zircão (SHRIMP) (Figura 19).

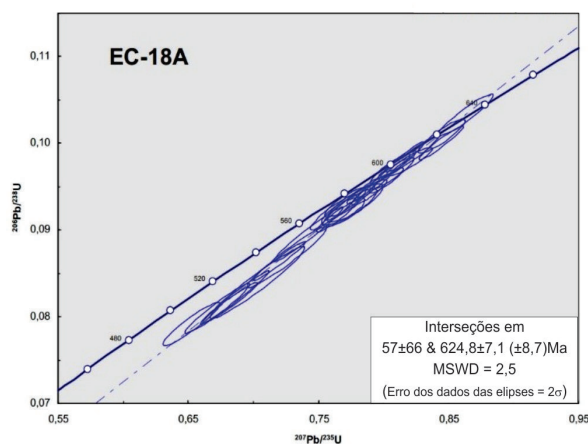


Figura 19 - Datação Geocronológica de granito porfirítico da Suíte Santo Afonso (EC-18A - Folha Hulha Negra- Local Santuário de Iemanjá).

3.4.2. Suíte Cerro Preto - NP3γcp

No mapeamento geológico da Folha Hulha Negra foi observado que as litologias até então mapeadas como pertencente à Suíte Santo Afonso, apresentavam variações composicionais e estruturais que poderiam indicar a presença de duas associações graníticas distintas, mas que para isso seria necessário um maior detalhamento das áreas de exposição e, em especial, o apoio de dados geocronológicos. Na continuação para oeste do mapeamento geológico da área considerada como pertencente à Suíte Santo Afonso, foram integrados dados geocronológicos obtidos de amostras coletadas no mapeamento da Folha Hulha Negra, que somados com as informações obtidas no mapeamento da Folha Bagé, corroboram a proposta de individualização da Suíte Cerro Preto, com local tipo na Folha Hulha Negra (Fazenda Cerro Preto).

A suíte Cerro Preto é composta predominantemente por tonalitos e granodioritos de grão médio a grosso, esbranquiçados a cinzentos, alaranjados quando alterados, com máficos destacados (biotita e hornblenda), titanita proeminente e, localmente, glômeros de quartzo fumê. Frequentemente são porfiríticos, com pórfiros euédricos de K-feldspatos (Figura 20).

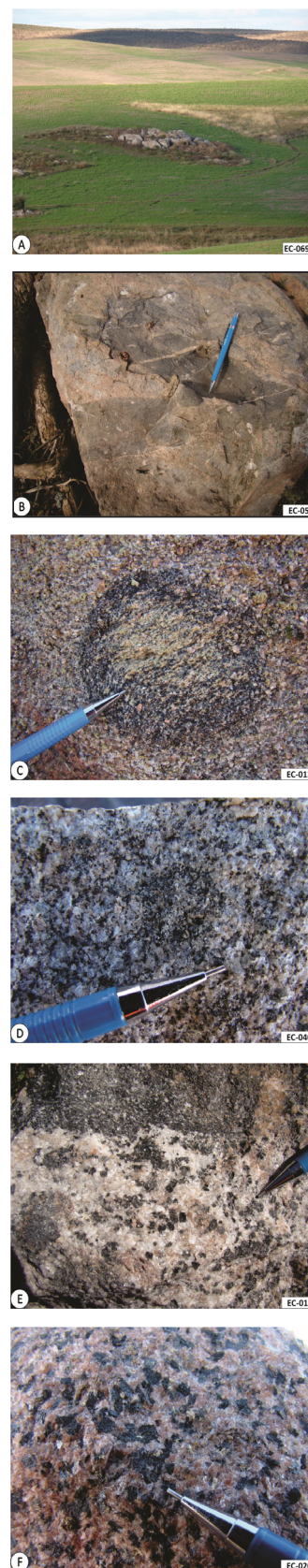


Figura 20 - Características dos granitoides da Suíte Cerro Preto. (A) Tipologia de afloramentos; (B) Enclaves microdioríticos visualizados em matacão de granito; (C-D) Enclaves microgranulares máficos esféricos, alterados; (E) hornblenda granodiorito/tonalito com enclave e schlieren de anfibólio; (F) hornblenda tonalito com plagioclásio alterado de coloração rosada confundindo com Kfeldspato.

A fábrica magmática da Suíte Cerro Preto pode ser marcante, com orientação dimensional dos feldspatos ou agregados de máficos; enclaves microgranulares máficos centimétricos a decimétricos alongados e blobs irregulares de dioritos, localmente com textura quench. Corpos máficos de gabros, dioritos e quartzo-dioritos são subordinados. As áreas de exposição se caracterizam por um relevo arrasado, com exposições frequentes na forma de lajeados de extensões métricas e campos de matações.

Os principais constituintes mineralógicos nos granitos são o K-feldspatos (ortoclásio e microclínio), plagioclásio e quartzo, ocorrendo hornblenda e biotita como minerais subessenciais e ainda titanita,

magnetita, apatita, alanita e zircão como minerais acessórios. Como produtos de alteração hidrotermal da mineralogia primária ocorrem sericita e carbonato sobre o plagioclásio e, clorita, epidoto e clinzoisita sobre hornblenda e biotita. Após o mapeamento da Folha Hulha Negra foram efetuadas datações geocronológicas em duas amostras de rochas consideradas como pertencentes à Suíte Santo Afonso, porém situadas em posição geográfica próxima da Fazenda Cerro Preto, e que embasaram a separação das litologias dessa área na nova unidade Suíte Cerro Preto.

Foram obtidas idades de $590,8 \pm 3,6$ Ma e $588,6 \pm 1,5$ Ma, U-Pb em zircão (SHRIMP), como mostrado nas Figuras 21 A e B.

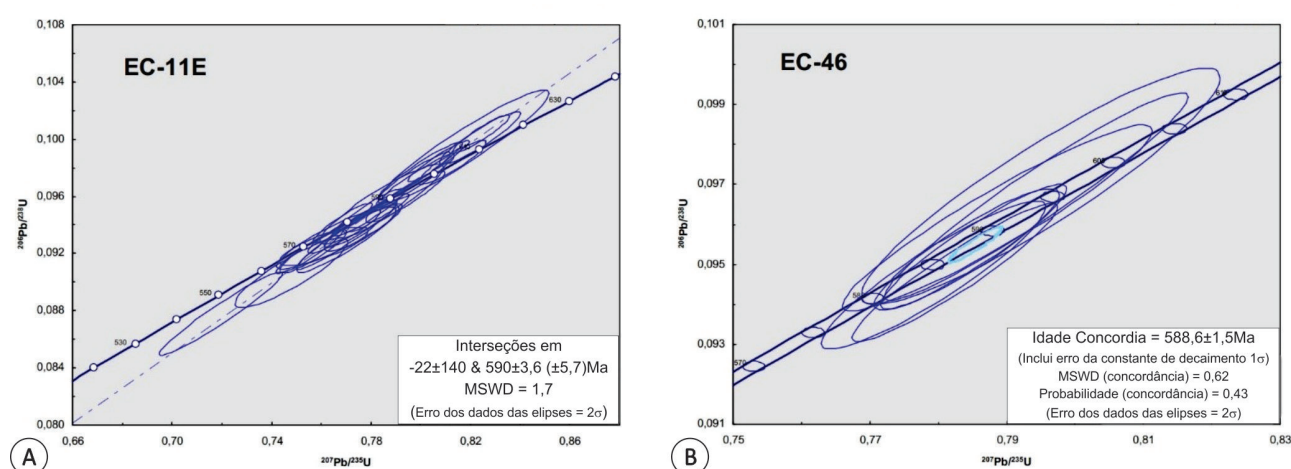


Figura 21 - (A) Datação Geocronológica de "blob" diorítico da Suíte Cerro Preto (EC-11E - Folha Hulha Negra- Local Cerro Preto). (B) Datação Geocronológica de granito porfírico da Suíte Cerro Preto (EC-46 - Folha Hulha Negra - Local Quebracho).

3.4.3. Suíte Vauthier - NP3γvt

A Suíte Vauthier foi definida como "Suíte Subvulcânica Vauthier" por Hartmann e Nardi (1982), sendo correlacionável à Suíte Santo Afonso e intrusiva no Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Esses autores definiram a suíte com a forma de um "T" invertido ocupando uma área de 10 x 10 km no limite das folhas Bagé e Lagoa da Meia Lua (1:100.000). Sua seção tipo localiza-se na antiga Estação Ferroviária Vauthier, no município de Dom Pedrito. A Suíte Vauthier compreenderia dacitos e riodacitos isótropos e porfíricos e monzogranitos e sienogranitos médios. Os dados de litogeoquímica apresentados por aqueles autores, definem estas rochas como subcalinas em ambiente distensivo, cratônico. A possível contemporaneidade das rochas efusivas com os granitoides da Suíte Vauthier também foi sugerida por Hartmann e Nardi (1982). Os dados de litogeoquímica apresentados por Hartmann e Nardi (1982) para a "Suíte Sub-vulcânica Vauthier" e para a "Suíte Intrusiva Santo Afonso" são similares e, de

fato, os autores distinguem as duas suítes apenas do ponto de vista textural. Isso implica que a área descrita anteriormente como pertencente à "Suíte Intrusiva Santo Afonso" e que no presente trabalho corresponde à porção NW da Suíte Cerro Preto, seja correlacionável, ao menos em parte à Suíte Vauthier. A semelhança textural e composicional entre as litologias da Suíte Vauthier e da Suíte Cerro Preto nessa área, excetuando as rochas vulcânicas, é notória, e bem observada no mapeamento geológico da Folha Bagé. Laux (2017) no relatório do mapeamento da Folha Lagoa da Meia Lua apresentam uma idade de 597 ± 6 Ma U-Pb em zircão, que é compatível com as informações acima citadas da correlação entre as suítes Vauthier e Cerro Preto. A Suíte Vauthier ocorre no extremo noroeste da Folha Bagé, a norte do arroio do Salso e compreende predominantemente sieno e monzogranitos e quartzo monzonitos, cinza-claro a escuro, equigranulares médios a grossos ou microporfíricos com eventuais enclaves centimétricos de quartzo dioritos. Localmente apresentam alterações do tipo potássica (neoformação de biotita) e "sericítica" (Figura 22).

Na folha Bagé, as rochas vulcânicas dessa área foram separadas desta unidade e consideradas como

pertencentes à Formação Acampamento Velho e descritas no capítulo correspondente.

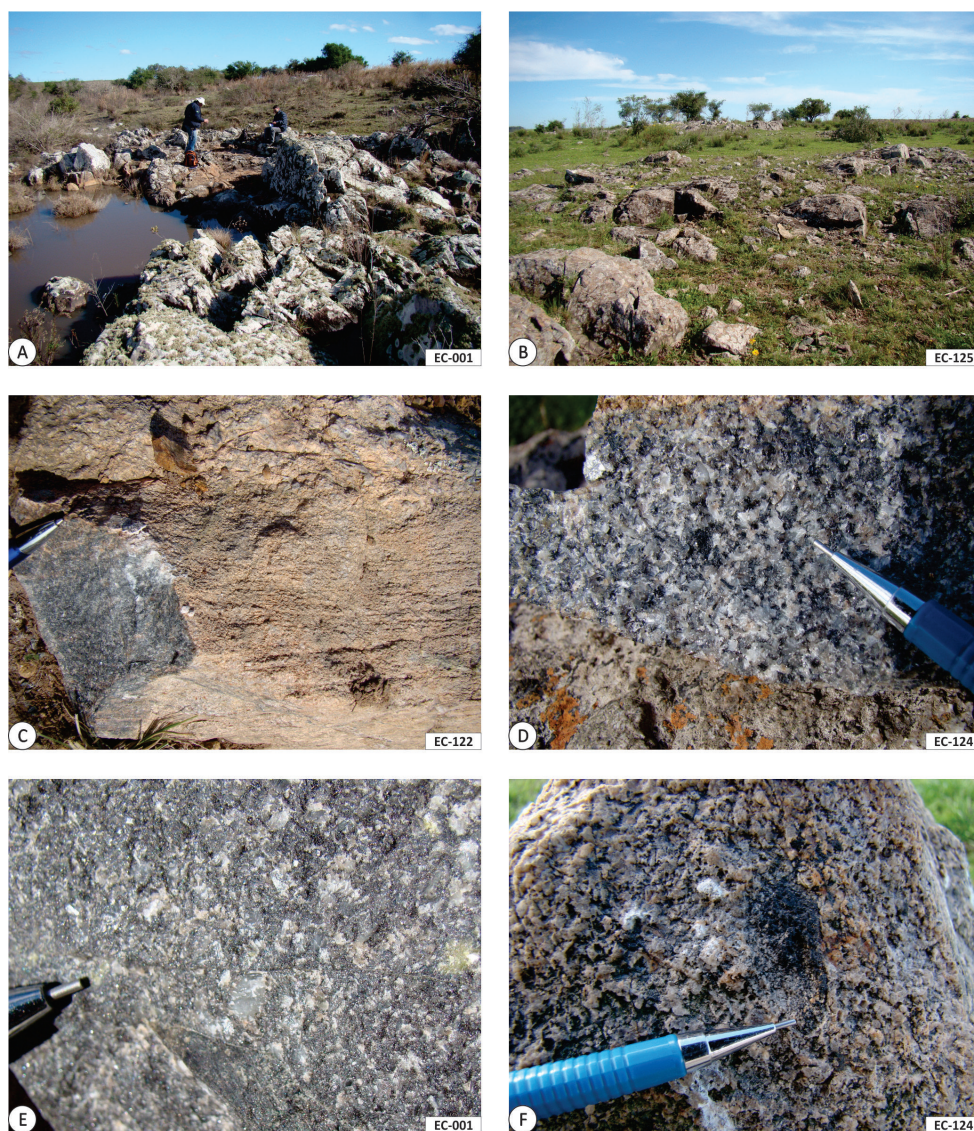


Figura 22 - (A-B) Tipologia de afloramentos das litologias da Suíte Vauthier, (C-D-E) características texturais de granitoides isotropos, (F) enclave microgranular elíptico no monzogranito.

3.4.4. Granito Saibro - NP3ysb

O Granito Saibro foi caracterizado por Hartmann e Nardi (1982) como “corpos bem delimitados, com diâmetro máximo de 6 km, com formas arredondadas a elípticas, composição sienogranítica e quimismo alcalino”. Tendo como local típico o corpo que ocorre a norte da Vila de Torquato Severo, junto da Estação Saibro ao longo da estrada de ferro abandonada Bagé-São Gabriel.

O Granito Saibro ocorre na parte nordeste da Folha Bagé, no limite e com continuidade nas folhas Hulha Negra e Lagoa da Meia Lua, como corpos aparentemente alongados segundo a direção SE-NW (paralelos ao Lineamento Ibaré – Tigre, situado imediatamente a norte). As relações de contato indicam que é intrusivo nas litologias da Suíte Cerro

Preto, com contatos desde nítidos e retilíneos, com ao menos uma dezena de metros de extensão, até exposições onde xenólitos decimétricos a métricos de monzo e granodioritos são englobados por leucogranitos do Granito Saibro. Neste mapeamento foram incluídos na denominação de Granito Saibro, os granitoides da Suíte Intrusiva Saibro de Hartmann e Nardi (1982) e os granitos Cerro das Marcas e Cerro da Vigia (UFRGS, 1981). Formam grandes lajeados e campos de pequenos blocos (Figura 23). O granito Saibro compreende rochas graníticas de afinidade alcalina sódica a peralcalina, isotropas de cor rosa clara a vermelha, têm estrutura maciça e granulação média a fina (1 a 5 mm). O teor de minerais máficos é muito baixo (<5%), predominando amplamente o feldspato potássico, um conteúdo elevado em quartzo (intersticial a ameboide) e albita, além de zircão, anfíbio, piroxênio, biotita e fluorita como acessórios.

A composição petrográfica dominante é de pertita granitos com textura fanerítica hipidiomórfica a alotriomórfica, ocorrendo variações petrográficas na direção dos sienogranitos, pertita sienitos e

sienitos, com raras ocorrências de rochas dioríticas como enclaves microgranulares máficos centimétricos a decimétricos.



Figura 23 - (A-B) Vista panorâmica de afloramentos do Granito Saibro; (C-D) lajeados típicos da unidade; (E-F) aspectos texturais e estruturais dos sienogranitos.

3.4.5. Granito Dom Pedrito - NP3γdp

Hartmann e Nardi (1982) associaram à Suite Intrusiva Saibro uma série de ocorrências de granitoides que afloram em campos de matações na região do arroio Santa Maria Chico, no município de Dom Pedrito, mapeados durante os trabalhos de campo da turma de formandos 1979-1 da UNISINOS.

Gastal (1997, 1999), denominou de granitos peralcalinos de Dom Pedrito a essas mesmas rochas.

Muitos dos corpos mapeados naquela ocasião, correspondem a concentrações de matações de granitos, gnaisses e de vulcânicas ocorrendo sobre o embasamento granulítico e granítico e mesmo sobre rochas sedimentares do Grupo Itararé, resultantes do degelo das geleiras do período glacial Carbonífero-Permiano (caracterizando mega conglomerados sem matriz aparente). No presente trabalho foram encontrados afloramentos em lajeados que caracterizam e localizam esta unidade nas folhas Bagé e Igrejinha.

O Granito Dom Pedrito aflora em dois corpos pequenos com formas elipsoidais alongadas segundo a direção E-W, no limite oeste da Folha Bagé com a Folha Igrejinha e em contato com rochas da Suíte Santo Afonso. Os granitos possuem composição sienita monzogranítica, cor castanho acinzentado a róseo, granulação média a grossa e estrutura maciça. É composto por K-feldspato, quartzo e plagioclásio e por biotita, anfibólio e pirita em menores proporções. A principal textura é equigranular hipidiomórfica fina a média (1 a 3 mm) caracterizada por cristais equidimensionais de K-feldspato e plagioclásio, quartzo amebóide e biotita. Fábrica magmática

localizada e marcada pela orientação de forma de enclaves microgranulares máficos centimétricos e schlieren discretos (Figura 24). A composição mineralógica é quartzo (40%), plagioclásio (35%), feldspato alcalino (22%), biotita (cloritizada) (3%); opacos, titanita, zircão e apatita como acessórios. A composição coloca a rocha no campo dos monzogranitos. As feições texturais apontam para a cristalização deste granito em condições de hipersolvus, em zonas médias a profundas da crosta. A presença de mirmequitas, microclinização do feldspato alcalino e extinção ondulante no quartzo indicam alguma deformação dinâmica.



Figura 24 - (A-B) Tipologia de afloramentos do Granito Dom Pedrito; (C-D) Aspectos texturais, com formação de schlieren (em C) no sienogranito isótropo, de granulação média.

3.5. BACIA CAMAQUÃ

A Bacia Camaquã possui registro composto por rochas sedimentares e vulcânicas inseridas sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense, com idades que abrangem o Neoproterozoico (Ediacarano) até o Cambriano. Sua classificação tectônica teve diversas interpretações ao longo do tempo, sendo-lhe conferidas classificações como bacia molássica relacionada ao Ciclo Brasileiro por Almeida (1969), Fragoso Cesar et al. (1982, 1985), Lavina et al. (1985), Faccini et al. (1987), Paim et al. (1992), Paim, Lopes e Chemale Júnior (1995); como bacia transcorrente por Oliveira e Fernandes (1991); como tipo rifte (FRAGOSO CESAR et al. 2000, 2003) e como sendo desenvolvida durante os estágios sino a tardi-orogênicos do Ciclo

Brasileiro como bacia de retroarco, por Chemale Júnior. (2000).

Paim; Chemale Júnior e Lopes (2000) dividiram a Bacia Camaquã em quatro sub-bacias: Taquembó/Ramada, Santa Bárbara, Guaritas e Piquiri/Arroio Boicé. Também consideraram o conjunto sedimentar e vulcânico como compondo unidade de maior hierarquia, denominada Alosupergrupo Camaquã, que por sua vez foi dividido em cinco Alogrupos: Maricá, Bom Jardim, Cerro do Bugio, Santa Bárbara e Guaritas, cujos limites se caracterizam pela presença de discordâncias angulares. Na Folha Bagé afloram rochas vulcânicas ácidas que foram correlacionadas com a Formação Acampamento Velho, apesar de ocorrerem junto das litologias da Suíte Vauthier, considerada subvulcânica.

Nessa formação dominam riolitos com afinidade alcalina comendítica e caráter peralcalino, com participação subordinada de rochas vulcânicas básicas (andesitos e basaltos), interpretadas como resultado de processos tectônicos extensionais ocorridos após a orogênese Brasileira (WILDNER et al., 1997; WILDNER e NARDI, 1999; SOMMER et al.; 1999a,b; ZERFASS; ALMEIDA e GOMES, 1999). A idade desse vulcanismo é referida por Paim; Chemale Júnior e Lopes (2000) como 573 ± 18 Ma, com base em dados U/Pb obtidos em zircões de tufos ácidos.

3.5.1. Formação Acampamento Velho-NP3av

Na porção noroeste da Folha Bagé, a Formação Acampamento Velho aflora em pequena área no vale do Arroio do Salso sobre os granulitos do CGSMC e junto dos granitoides da Suíte Vauthier (Figuras 17 e 25).

Os litótipos estão relacionados à Fácies Coerente e são principalmente riolitos, dacitos e riodacitos porfiríticos, com fenocristais de ortoclásio, plagioclásio, quartzo, biotita (hornblenda) em matriz fina a afanítica, predominantemente isótropos, de coloração preta a cinza escura, localmente com estrutura de fluxo. Litótipos com características de corpos subvulcânicos aparecem de forma subordinada, com cristais de quartzo e feldspato alcalino de granulção média e matriz microcristalina. Exibem textura microcristalina constituída por mesóstase rica em intercrescimentos esferulíticos e micrográficos, onde se destacam cristálitos de quartzo e, subordinadamente, plagioclásio, com diâmetro inferior a 0,25 mm. Ocorrem domínios intersticiais preenchidos por quartzo e opacos secundários; são abundantes os salpicos de opacos distribuídos na rocha.

Quimicamente essas rochas vulcânicas são classificadas no gráfico TAS como subalcalinas de composição entre traquiandesitos, dacitos e riolitos.



Figura 25 - Rochas vulcânicas da Fm. Acampamento Velho na drenagem do Arroio do Salso (vista para sul do afloramento EC-122).

3.6. BACIA DO PARANÁ

3.6.1. Introdução

A Bacia do Paraná (Figura 26) é considerada uma vasta bacia intracratônica que se desenvolveu sobre crosta continental proterozoica, preenchida por

rochas sedimentares e vulcânicas de idades desde o Ordoviciano até o Cretáceo. Possui formato alongado na direção NNE-SSW, com 1.750 km de comprimento, largura média de 900 km e espessuras máximas em torno de 6.000 m. Sua área no Brasil atinge em torno de 1.100.000 km², ocupando a parte meridional deste país. (MILANI e ZALÁN, 1998; ZALÁN et al. 1987).



Figura 26 - Localização da Bacia do Paraná na América do Sul conforme http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:South_America_satellite_plane_Bacia_do_Parana.jpg.

Muitos foram os trabalhos realizados nessa bacia com o objetivo de obter maior conhecimento e entendimento, sejam estes de cunho regional ou específico. White (1908) foi o pioneiro no estudo da Bacia do Paraná, apresentando uma sistematização da sua estratigrafia com estruturação litoestratigráfica que, na sua essência, mantém a estrutura geral até os dias atuais. Foram produzidas algumas dezenas de colunas formais, cujos autores (Gordon Junior, 1947; Northfleet et al., 1969; Daemon e Quadros, 1970; Schneider et al., 1974; Fúlfaro et al., 1980; Gama Júnior et al., 1982; Zalán et al., 1986; entre outros) muito contribuíram para o entendimento da sucessão estratigráfica, seguindo uma evolução desde os preceitos litoestratigráficos até a estratigrafia de seqüências.

A evolução da Bacia do Paraná iniciou após o final do Ciclo Brasileiro, em condições tardi a pós-orogênicas, sobre a recém estabilizada Plataforma Sul-Americana. O registro sedimentar-magmático na Bacia do Paraná apresenta quebras marcantes, atribuídas por Zalán et al. (1986, 1990) ao reflexo intracratônico de eventos orogênicos paleozóicos e da tafrogenia mesozóica do Atlântico Sul (MILANI et al., 1994). Conforme esse último autor, o registro sedimentar é formado por seis superseqüências, limitadas por expressivas discordâncias regionais, identificadas da base para o topo, como Rio Ivai (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífera-Eotriássica), Gondwana II (Neotriássica), Gondwana III (Jurássica-Eocretácea) e Bauru (Neocretácea) (MILANI et al., 1994; MILANI, 1997; MILANI et al., 2007).

A coluna estratigráfica utilizada para a Bacia do Paraná na Folha Bagé, baseou-se na coluna de Milani et al. (1994), utilizada pela Petrobras (Figura 27).

As unidades sedimentares mapeadas na Folha Bagé pertencem à Sequência Gondwana I, composta por três unidades na categoria de Grupo, Grupo Itararé (C2P1i) representada pela Formação Taciba (P1t), Grupo Guatá (P1g) com as formações Rio Bonito (P1rb) e Palermo (P1p) e o Grupo Passa Dois (P2T1pd) com as formações Irati (P2i), Serra Alta (P23sa), Teresina (P3t) e Rio do Rasto (P3T1rr) (Figura 28).

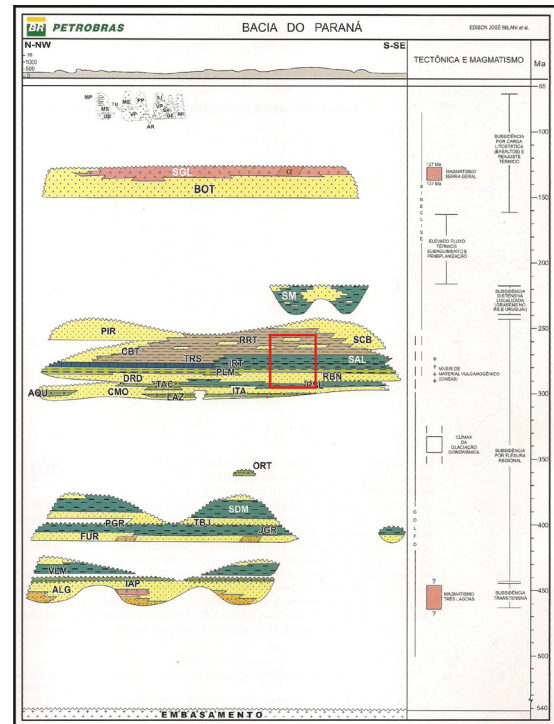


Figura 27 - Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Paraná (modificado de Milani et al., 2007).

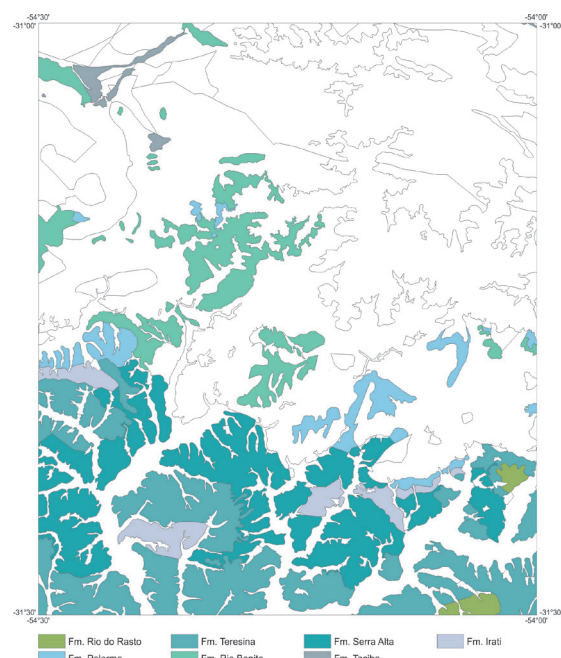


Figura 28 - Unidades da Bacia do Paraná aflorantes na Folha Bagé.

3.6.2. Grupo Itararé - C2P1i

3.6.2.1. Formação Taciba - P1t

As rochas sedimentares de origem glacial presentes na Bacia do Paraná foram inicialmente denominadas de Série Itararé por Oliveira (1916). Posteriormente Gordon Junior (1947) e Maack (1947), classificaram essas rochas na categoria de Grupo. Somente Northfleet et al. (1969) consideraram essa sequência como formação. A partir da proposta de Schneider et al. (1974) foram reconhecidas diferentes unidades litoestratigráficas para as rochas desse grupo, com diversas características litológicas e conteúdo fossilífero. Assim, o Grupo Itararé foi dividido por esses autores em quatro formações: Campo do Tenente, Mafra, Rio do Sul e Aquidauana. França e Potter (1988) propuseram uma modificação litoestratigráfica para o Grupo Itararé, substituindo as unidades anteriores, ou incluindo-as em novas unidades, a saber: formações Lagoa Azul, Campo Mourão, Taciba e Aquidauana.

O registro sedimentar do Grupo Itararé é interpretado por autores como Zalán et al. (1987), França e Potter (1988) e Castro (1999) como desenvolvido em ambiente glacial a periglacial, na interface entre o continente e a plataforma marinha, compreendendo a porção basal da sequência sedimentar de idade permo-carbonífera, cujos depósitos são caracterizados principalmente por diamictitos, contendo espessas intercalações de arenitos e pelitos. Embora a maior parte dos afloramentos do Grupo Itararé mapeados na Folha Bagé seja equivalente à Formação Rio do Sul na coluna de Schneider et al. (1974), segundo a proposta de França e Potter (1988), essas rochas correspondem à Formação Taciba, composta por conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos, correspondendo a tilitos, turbiditos e ritmitos.

Essa unidade apresenta contato discordante com o embasamento (inconformidade) e disconformidade com a Formação Rio Bonito que está sobreposta. É constituída por paraconglomerados, arenitos e pelitos. Na porção noroeste da folha é composta por arenitos conglomeráticos com grânulos e seixos de granitos e quartzo. A matriz é composta por areia grossa a média com quartzo e feldspatos, imaturos, mal selecionados e com grânulos subangulosos a angulosos.

Os paraconglomerados (diamictitos) possuem cores rosadas a cinzas com tons avermelhados quando alterados, e matriz arenosa fina a média quando próximos ao contato com o embasamento da bacia. Os clastos ocorrem predominantemente nas frações bloco, matacão e seixo, que podem ser facetados, angulosos e com esfericidade baixa, dominando

granitos e arenitos e subordinadamente, quartzitos, são maciços e podem conter intercalações de camadas de siltitos e de arenitos médios, quartzosos a subarcoseanos, conglomeráticos ou não, distribuídos caoticamente, sugerindo depósitos de tilito de ablação. Esse litótipo, quando alterado, é responsável pela presença de blocos e matações de granitos dispersos no solo, talvez com alguma relação com áreas de afloramento do embasamento do Escudo próximo. Representam depósitos subaquosos proximais de fluxo de detritos (Figura 29).



Figura 29 - (A-B) Diamictitos (paraconglomerados) com matações, blocos e seixos de quartzo, granitos e arenitos (facetados) imersos em matriz com areia média a grossa, conglomerática de cor creme a rosa acinzentada; (C) Matações e blocos de granitos transportados por geleiras, dispersos no solo; (D) “seixo facetado pingado” em siltito vermelho. Fm. Taciba.

Os pelitos são sílticos e argilosos, cinza a avermelhados, maciços ou com laminação plano-paralela, representando depósitos distais ou indicando a presença de lâmina d'água mais espessa. Podem apresentar ocorrência de seixos e matacões de granito e outras litologias, alguns facetados, imersos na matriz argilosa, indicando que foram introduzidos através de geleiras ("seixos pingados") onde o sedimento fino prosseguiu sendo depositado em torno desses blocos (Figura 29 D). Na área foram identificadas

ocorrências de olistostromos, feições que sugerem uma origem por deslizamento sin-deposicional, constituídos por blocos rochosos rompidos, de arenitos preexistentes, que escorregaram para o interior do sedimento (arenito e/ou siltito arenoso) ainda inconsolidado (Figura 30). Os arenitos dos olistostromos são de granulação média a fina, maciços, alguns com clastos de granitoides e arenitos conglomeráticos. Esse litótipo evidencia uma mudança de competência do fluxo com relação aos paraconglomerados.

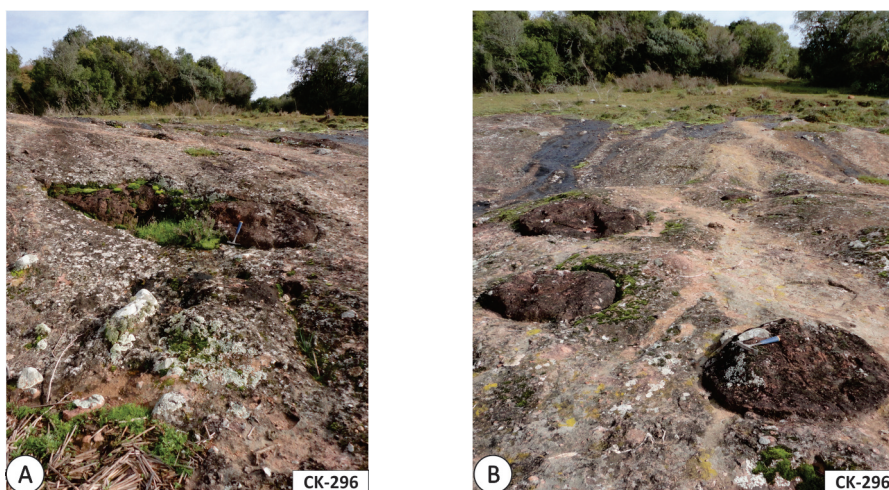


Figura 30 - (A-B) Afloramentos com olistostromos em camadas de arenitos conglomeráticos, rompidos e arredondados por escorregamento e depositados caoticamente no arenito maciço. Fm. Taciba.

3.6.3. Grupo Guatá (parte da Supersequência Gondwana I) - P1g

O Grupo Guatá, termo introduzido por Oliveira (1916), é constituído pelas Formações Rio Bonito e Palermo. O nome Rio Bonito foi utilizado primeiramente por White (1908) para designar os "Schistos e grés do Rio Bonito com extractos carboníferos e a flora *Glossopteris*". Em algumas regiões da Bacia do Paraná, a Formação Rio Bonito é dividida em três intervalos, que são reconhecidos e denominados de Membro Triunfo (inferior) essencialmente arenoso, Membro Paraguaçu (intermediário) formado por siltitos, folhelhos e arenitos interdigitados e Membro Siderópolis (superior) composto por arenitos finos a muito finos, intercalados com folhelhos carbonosos e leitões de carvão (SCHNEIDER et al., 1974).

As rochas sedimentares da Formação Palermo foram inicialmente referidas por White (1908) em Santa Catarina como "schistos de Palermo", posteriormente Oliveira (1916) tratou esse intervalo como "Folhelho Palermo" e Gordon Junior (1947) empregou a categoria de formação para essas rochas. Essa unidade é constituída, essencialmente, por sedimentos de granulação fina (siltitos e arenitos finos e muito finos), de cores acinzentadas a amarelada em afloramento.

3.6.3.1. Formação Rio Bonito - P1rb

A Formação Rio Bonito, na Folha Bagé, se assenta sobre as rochas cristalinas da Suíte Santo Afonso, do Complexo Granulítico Santa Maria Chico (não conformidade) e da Formação Taciba, do Grupo Itararé (contato por disconformidade). Com a Formação Palermo, superior, tem contato gradacional e com a Formação Santa Tecla tem contato por disconformidade. Aflora em cortes de estrada e lajeados com camadas espessas. No norte da folha, próximo da antiga Estação Vauthier e da Mina Barcellos, há uma antiga pedreira da Viação Férrea (Ramal abandonado da Estação São Sebastião a Dom Pedrito), onde os arenitos estão muito silicificados, ferruginosos e sulfetados com pirita disseminada. É constituída por quartzos arenitos feldspáticos (subarcóseos) esbranquiçados, amarelos e róseos (ferruginosos), por siltitos de cor amarelo palha e subordinadamente por níveis de conglomerados, arenitos com grânulos e intraclastos pelíticos (Figura 31).

Petrograficamente é composta por subarcóseos de granulação média a grossa, algumas vezes conglomeráticos com grãos subangulares a subarredondados, de esfericidade média a baixa e mal selecionados.

Ocorrem camadas intercaladas de arenitos quartzosos finos a médios, com grãos subarredondados e de esfericidade média a alta, moderadamente selecionados. Entre as estruturas primárias, ocorre laminação plano-paralela, marcas de ondas, estratificação cruzada acanalada e tangencial, estratificação cruzada *hummocky* e geometria lenticular, que denotam ambientes fluvial com barras conglomeráticas, a marinho raso dominado por ondas (*foreshore a shoreface inferior*), até porções mais profundas.

O contato dessa unidade é por não conformidade com as rochas do embasamento, sendo formadas inicialmente por conglomerados sustentados por seixos arredondados, com estratificação cruzada e normalmente com granodecrescência ascendente, amalgamados ou associados a arenitos conglomeráticos.

Esses arenitos são grossos a muito grossos, com estratificação cruzada tangencial, constituindo predominantemente camadas lenticulares.



Figura 31 - (A) Pedreira da Viação Férrea com arenitos silicificados, piritosos e ferruginosos, com (B) estratificação cruzada de grande porte e (C) arenito sub-arcoseano conglomerático. Fm. Rio Bonito.

Essa unidade apresenta camadas arenosas com marcas de ondas (*wave ripples*), indicando condições de fluxo oscilatório em regime de fluxo inferior que caracteriza a ação de ondas, sendo algumas de interferência com presença de icnofósseis com traços de tubos predominantemente horizontais, levemente curvos a retilíneos, nos arenitos finos a arenitos siltosos. Com o aumento da lâmina d'água, geram-se formas de leito de migração de dunas subaquosas (*sand waves*). Com o aumento da profundidade, a plataforma dominada por tempestades, apresenta camadas amalgamadas com estratificação cruzada *hummocky*, produto da ação de ondas, que se caracteriza pelo efeito erosivo irregular e preenchimento

sob a ação da oscilação do fluxo. Esses pulsos oscilatórios colocam em contato sedimentos finos com arenitos conglomeráticos marcando a superfície erosiva. Prosseguindo a sedimentação da Formação Rio Bonito, inicia-se a deposição de fácies mais profundas com o aumento proporcional dos sedimentos mais finos a pelíticos (Figura 32). O padrão deposicional da unidade, no geral é granodecrescente, indicando nitidamente uma mudança nos ambientes deposicionais, variando desde o fluvial até o marinho profundo, e caracterizando um evento de transgressão.

A idade da Formação Rio Bonito é posicionada no Eopermiano (intervalo Sakmariano e Kunguriano), devido ao conteúdo palinológico.

A partir de dados obtidos de datações radiométricas pelo método U-Pb, acrescentaram-se novas informações sobre a idade dessa unidade. Os trabalhos realizados por Guerra-Sommer et al. (2005 e 2008) na camada Candiota, indicaram idades entre $299,1 \pm 2,6$ e $296 \pm 4,2$ Ma. Cagliari et al. (2014) encontraram idades entre $290,6 \pm 2,8$ e $281,7 \pm 3,2$ Ma (intervalo Sakmariiano e Kunguriano) em um nível bentonítico ocorrente na região da jazida de Capané, pertencente à porção média-superior da Formação Rio Bonito. É preciso frisar que os níveis datados se

encontram na porção média-superior da Formação Rio Bonito e deve-se considerar a espessura de sedimentos depositados abaixo desses níveis que permitem inferir que o início da deposição da Formação Rio Bonito posiciona-se no limite Permo-Carbonífero (no intervalo Gzeliano – Asseliano). No entanto, há necessidade de se obter mais datações radiométricas para corroborar e sugerir mudança nas idades das formações Rio Bonito, do Grupo Guatá e Taciba, do Grupo Itararé, conforme apresentada na Nota Explicativa da Folha Igrejinha (LAVINA et al., 2014).



Figura 32 - (A) Arenito quartzo-feldspático médio com estratificação cruzada acanalada e superfície erosiva; (B) Nível conglomerático com grãos subangulares a subarredondados com nítida mudança de granulometria e estruturas ascendente; (C) Arenito quartzo-feldspático grosso com estratificação cruzada acanalada; (D) Estratificação cruzada hummocky com superfície erosiva por arenito conglomerático, devido à oscilação do fluxo; (E) Arenito fino a muito fino com estratificações plano-paralelas sobreposto por camada de arenito conglomerático; (F) Intercalações de arenitos finos a médios com camadas de siltitos. Fm. Rio Bonito.

3.6.3.2. Formação Palermo - P1p

A Formação Palermo é constituída essencialmente por heterolitos com sedimentos de granulação fina (siltitos arenosos e arenitos finos e muito finos), com grãos arredondados e bem selecionados, limonitizados, com lâminas de argilito cinza escuro e siltitos cinza a amarelado em afloramento. No geral, apresenta coloração cinza a amarelada característica na superfície alterada. A espessura estimada ao longo dos afloramentos é de 70 metros. A melhor exposição dessa unidade é observada na BR 293, próximo de Bagé e em estrada secundária (Figura 33). A estratificação quando preservada, apresenta laminação plano-paralela, estratificação cruzada de baixo

ângulo, estratificação cruzada *hummocky* e laminação ondulada. As camadas apresentam geometria lenticular e presença de bioturbações. Essa unidade se assenta discordante (por não conformidade) sobre o embasamento cristalino constituído pelos granitoides da Suíte Santo Afonso. Com as formações Rio Bonito (inferior) e Irati (superior) apresentam contatos gradacionais, com as demais unidades da Bacia do Paraná o contato é por falha, enquanto que com a Formação Santa Tecla é por inconformidade.

O padrão deposicional na região é compatível com um ambiente de transição entre *offshore* e *sho-reface* inferior, onde a deposição ocorre abaixo do nível de ação das ondas de bom tempo, com episódios esparsos de tempestades.



Figura 33 - (A) Corte de estrada, siltito arenoso com laminação plano-paralela; (B) Corte de estrada secundária, siltito arenoso com laminação plano-paralela. Fm. Palermo.

3.6.4. Grupo Passa Dois (parte da Supersequência Gondwana I) - P2T1pd

White (1908) usou o termo "... Série de Passa Dois" - rocha calcarea da Rocinha. Schistos da Estrada Nova, pardos e matizados, com concreções quartzosas e camadas arenosas. Schisto negro de Iraty, "Mesosaurus" e "Stereosternum". Mendes (1967) utiliza o termo na categoria de grupo, composto no Rio Grande do Sul pelas formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, permanecendo a mesma concepção em Schneider et al. (1974).

3.6.4.1. Formação Irati - P2i

Sua área tipo está situada no Município de Irati, Estado do Paraná. A citação original: "na base da Série do Passa Dois há um schisto preto espesso e largamente persistente que se estende de São Paulo pelo Paraná e Santa Catarina até o Rio Grande do Sul... a essa formação foi dado o nome de Iraty, no Estado do Paraná, onde aflora em um corte da

estrada de ferro a três quilômetros ao sul da estação de Iraty... (pag. 180)" (WHITE, I. C., 1908).

Consistem de folhelhos e argilitos cinza escuros com folhelhos betuminosos e calcários associados, portadores de répteis mesossaurídeos (SCHNEIDER et al. 1974). A essa unidade se associam ocorrências de folhelhos pirobotuminosos, referidos por Zalán et al. (1990) como geradores de óleo e gás. Essas rochas são explotadas no Paraná para a extração de óleo e gás, sendo as cinzas do processo utilizadas na fabricação de cerâmica. Camadas de calcário e dolomitos são utilizadas na indústria cimenteira e como corretivo de solos. Ocorrências de cobre são encontradas junto a diques e sills de diabásio do Grupo Serra Geral que afetam a Formação Irati.

Essa unidade ocorre na Folha Bagé na parte sul e sudoeste, com uma espessura estimada em torno de 20 m. Os afloramentos expostos em corte de estradas normalmente estão muito intemperizados. A porção basal é constituída por argilitos e siltitos cinza escuros maciços ou com laminação plano-paralela (Membro Taquaral) em camadas tabulares.

Na porção superior (Membro Assistência), ocorre associação de folhelhos, folhelhos betuminosos e calcários. Nessas camadas de calcário ocorrem estratificações cruzadas *hummocky*, marcas onduladas simétricas e assimétricas, e em alguns pontos estão intensamente brechados (Figura 34).



Figura 34 - (A) Camada de calcarenito. (B) Calcarenito brechado Fm. Irati.

Nos afloramentos descritos na Folha Bagé não foram encontrados vestígios fósseis de répteis mesossaurídeos, no entanto, no afloramento CK-053, os calcarenitos e calculutitos exibem lenho fóssil in situ (“tronco afundado no mar de Irati”, Figura 35A), que se intercalam com camadas de folhelho preto betuminoso e não betuminoso. As condições anóxicas sugerem o aumento da lâmina d’água com o estabelecimento de uma coluna d’água espessa, inibindo a chegada de oxigênio, marcando uma ritmicidade no folhelho. Os sedimentos finos indicam deposição por decantação em ambiente de águas calmas, abaixo do nível de ação das ondas (Schneider et al., 1974). Os folhelhos betuminosos sugerem a existência de

períodos de estratificação da coluna d’água. No entanto, na Folha Bagé, os folhelhos estão altamente intemperizados na superfície, com cores amareladas, ocre e cinza claro. A presença de estratificação cruzada *hummocky* sugere a influência de tempestades durante a deposição dessa unidade (LAVINA; ARAUJO-BARBERENA; AZEVEDO, 1991).

Em termos de datações geocronológicas, Santos et al. (2006), com base em zircões obtidos de uma camada de argila bentonítica apresentaram uma idade de $278,4 \pm 2,2$ Ma, o que posiciona a Formação Irati no Artinskiano ($284,4 \pm 0,7$ a $275,6 \pm 0,7$ Ma). Nessa unidade foi também encontrada uma fina lâmina de alunita (Figura 35B) com cerca de 5 cm de espessura, possível de ser observada por dezenas de metros no afloramento.

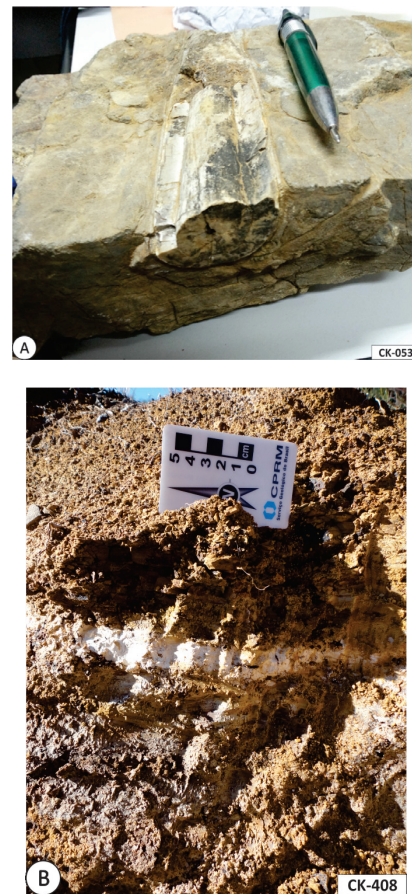


Figura 35 - (A) Tronco fóssil vegetal encontrado in situ no calcarenito; (B) Solo do Irati com lâmina de Alunita. Fm. Irati.

3.6.4.2. Formação Serra Alta - P23sa

A Formação Serra Alta apresenta uma espessura de camada estimada de aproximadamente 15 m. Em cortes de estradas essa unidade apresenta uma exposição superficial em torno de 1,5 m. É constituída essencialmente por siltitos e argilitos cinza escuros, não betuminosos, em camadas tabulares maciças ou com laminação plano-paralela pouco desenvolvida,

com veios de quartzo cortando caoticamente as camadas. Quando expostos ao intemperismo, os siltitos e argilitos apresentam cores cinza claro a ocre, além de cores avermelhadas, estão muito fragmentados (Figura 36). Presença de concreções carbonáticas.

A deposição dos sedimentos corresponde à decantação de finos em profundidades abaixo do nível-base da ação das ondas. O contato superior dessa

formação com a Formação Teresina é gradacional e se dá pela presença de finas lâminas de arenito muito fino. Às vezes é difícil separar as duas unidades por apresentarem características litológicas semelhantes, os mesmos tons de cinza e avermelhado quando alterados, ocorrência em terrenos muito planos e de pouca exposição. A presença de veios de quartzo é a característica mais marcante e significativa da Formação Serra Alta.

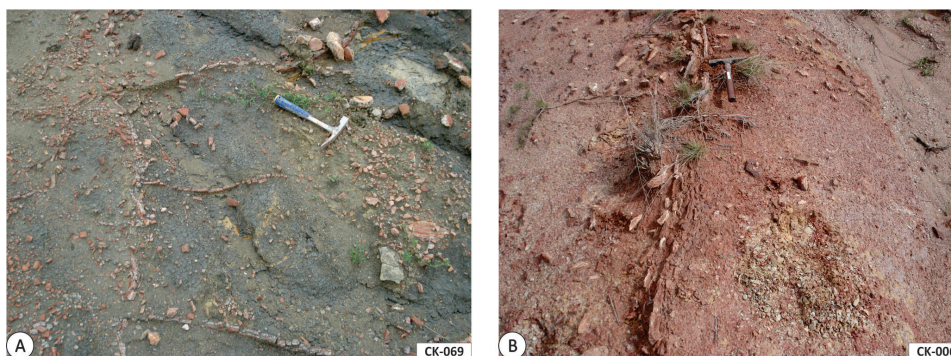


Figura 36 - (A) Folhelhos e argilitos cinza, com laminação plano-paralela e camada cortada por veios de quartzo distribuídos caoticamente. (B) Folhelhos e argilitos de coloração ocre a avermelhados com laminação plano-paralela, com a camada cortada por veios de quartzo. Fm. Serra Alta.

3.6.4.3. Formação Teresina - P3t

Essa unidade possui aproximadamente 45 m de espessura e exposição superficial de 2,5 m em cortes de estrada. A Formação Teresina é composta por argilitos, siltitos e arenitos muito finos a finos com cores desde cinza escuro, esverdeado, amarelado até avermelhado. As camadas são tabulares ou lenticulares.

A sedimentação apresenta ciclos granocrescentes, iniciando com argilitos maciços e siltitos com lâminas de arenito muito fino e acamamentos wavy e linsen. Apresentam níveis com bioturbação moderada, concreções carbonáticas no interior de pacotes de siltitos laminados e intercalações de argilitos e siltitos com camadas estreitas de arenitos muito finos, avermelhados, com marcas de ondas simétricas e assimétricas. As estruturas sedimentares associadas são indicativas da ação de ondas, com a deposição ocorrendo desde em um ambiente calmo abaixo (*offshore*) até acima (*shoreface* inferior) do nível de base das ondas. Pacotes de arenitos com estratificação cruzada *hummocky*, indicam a deposição em ambiente influenciado por ondas de tempestade (Figura 37). Boa parte dos afloramentos encontra-se avermelhados devido à oxidação. Essa formação em outras partes da Bacia do Paraná apresenta fósseis de pelecípodes e peixes. Na Folha Bagé não há evidências desses achados. O contato dessa unidade com a unidade superior é gradacional, porém é de difícil distinção por ambas estarem oxidadas.



Figura 37 - (A) Corte de estrada, argilito e silito cinza claro muito intemperizados, intercalados com lâminas de arenito fino e camadas concrecionárias com geometria tabular; (B) Argilitos maciços e siltitos com acamamento wavy e linsen em contato erosivo com arenito médio com ondulações; (C) Silito e arenito muito fino com marcas de ondas; (D) Pacote de arenito com estratificação cruzada *hummocky*, deposição por influência de tempestades. Fm. Teresina.

3.6.4.4. Formação Rio do Rasto - P3T1rr

Na Folha Bagé a Formação Rio do Rasto apresenta uma espessura estimada em torno de 35 m. Em exposição superficial a espessura é de cerca de 1 m. É pequena a área de exposição dessa unidade, aflorando apenas em dois locais no sudeste da Folha Bagé, onde predomina cobertura por vegetação. Essa unidade apresenta na base, pelitos e arenitos variegados, com cores avermelhadas, rosadas a cinza claro, com dominância de camadas tabulares e lenticulares (Membro Serrinha). Nas porções média e superior, passam progressivamente a dominar as geometrias lenticulares (Membro Morro Pelado). Os siltitos tendem a ser avermelhados e tabulares, maciços ou laminados. Os arenitos são quase sempre finos, podendo ser tabulares ou lenticulares e apresentam laminação plano-paralela, laminação

cruzada cavalgante e estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a muito grande porte. A Formação Rio do Rasto na sua parte basal estabelece a continuidade das condições ambientais da Formação Teresina (contato concordante), com total ausência de organismos marinhos, evoluindo no sentido do topo, para ambientes lacustre e deltaico. Na sua porção superior, campos de dunas eólicas se integram a sedimentos lacustres e deltaicos. O potencial mineral dessa formação é formado por camadas de argilas para indústria de cerâmicas vermelhas. É comum a ocorrência de fragmentos de madeiras fossilizadas (troncos silicificados) sobre sedimentos dessa unidade. Na Fazenda Santa Maria a sudeste da cidade de Bagé, há uma ocorrência significativa de troncos silicificados, um deles com raízes, com aproximadamente 1 metro de diâmetro (tronco), 1,60 metros de comprimento e 2,30 metros de largura (área das raízes) (Figura 38).



Figura 38 - (A) Base das raízes de tronco fóssil; (B) tronco fóssil no ponto CK-193 sobre a Fm. Rio do Rasto.

3.6.5. Aspectos Paleontológicos

3.6.5.1. Introdução

Das diversas atividades desenvolvidas nas quatro folhas do bloco de mapeamento resultou também o estudo de 13 localidades fossilíferas, das quais oito na Folha Aceguá (três ocorrências históricas e cinco inéditas), duas na Folha Bagé (inéditas) e três na Folha Passo São Diogo (uma histórica e duas inéditas). Não foram determinados afloramentos fossilíferos na Folha Curral de Pedras. As quatro exposições históricas constituem áreas onde material fóssil de vertebrados foi coletado no passado; destas, três ocorrem na Folha Aceguá e foram visitadas pela equipe da CPRM, enquanto uma, na Folha Passo São Diogo, é descrita com base em informações bibliográficas. Os nove registros fósseis inéditos resultaram do atual programa de levantamentos, com a descoberta de restos de: 1) Mesossauros em uma

localidade, na Folha Aceguá; e 2) troncos fósseis em oito localidades, duas delas na Folha Bagé, duas na Folha Passo São Diogo e quatro na Folha Aceguá. Entre as últimas está incluída uma ocorrência comunicada à equipe da CPRM pelo Prof. Dr. Ernesto Lavina (Geologia/UNISINOS).

3.6.5.2. Registro Fóssil na Folha Bagé

1) Localidade inédita: Tronco no Pasto (afloramento CK-193, também EK-35; UTM 782.384, 6.523.149). Unidade encaixante: Formação Rio do Rasto. Material: uma base e dois segmentos de troncos de árvores de significativo porte (Figura 39 A,B,C).

2) Localidade inédita: Estância São João (afloramento CK-053, UTM 764.392, 6.522.403). Unidade encaixante: Formação Irati. Material: fragmento de tronco em pelito. Tronco substituído por carbonato (Figura 39 D).



Figura 39 - Troncos fossilizados, (A-B-C) sobre a Fm. Rio do Rasto (CK-193) e (D) “afundado na lama” da Fm. Irati (CK-053).

3.7. COBERTURAS DO CENOZOICO

3.7.1. Formação Santa Tecla - ENst

Esse termo foi usado por Carvalho (1932) para designar “um folhelho argiloso, finamente estratificado, muito fendilhado na parte exposta, onde predomina a cor amarela de limonita, e quando fresco tem a cor cinzenta. Assentando-se sobre este folhelho, está um banco de arenito cavernoso e ferruginoso, com perfurações, incluindo seixos de quartzo,

este arenito inclui ainda pontilhamentos de feldspato, que o tornam característico”, com área-tipo na Serra de Santa Tecla, a norte da cidade de Bagé. Sua designação na categoria de formação é devida a Formoso e Willig (1966). Para Ramgrab e Wildner (1999), esta unidade constitui uma cobertura que assenta discordantemente tanto sobre as unidades gonduânicas (disconformidade), como sobre rochas do embasamento pré-gonduânico (não conformidade) (Figura 40) e foram afetadas por fenômenos posteriores de silicificação e ferrificação, exibindo-se maciças ou com estratificação pouco evidente ou ausente, apresentando, em afloramentos, um aspecto cavernoso, sendo mais comuns os arenitos ferruginosos, friáveis, avermelhados, e comuns concreções silicosas de hábito mamelonar (Figura 41), distribuídas ao longo de certos níveis ou concentradas na superfície. Esta unidade também se constitui de estratificações enriquecidas de calcete.

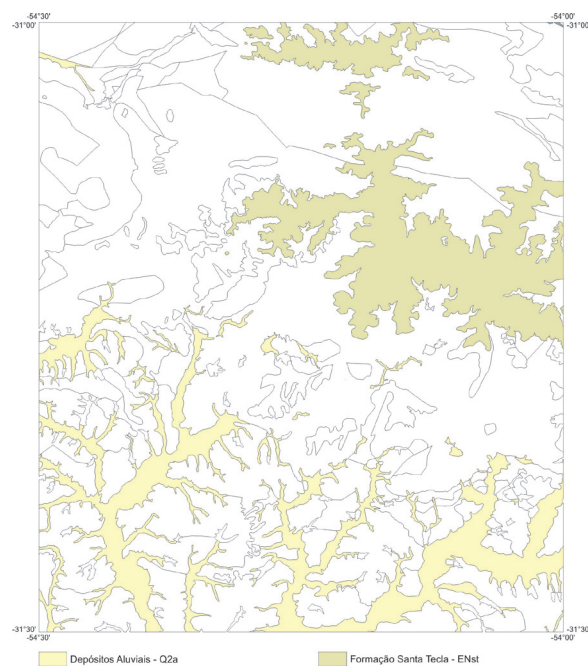


Figura 40 - Área de ocorrência da Formação Santa Tecla e Depósitos aluviais na Folha Bagé.



Figura 41 - Concreções silicosas de hábito mamelonar. Fm. Santa Tecla.

A espessura máxima registrada para a Formação Santa Tecla é de 50,80m, em sondagem para carvão (BL-17-RS) na região de Bolena.

Na Folha Bagé essa unidade ocorre principalmente na parte central, leste e norte da Folha, com espessura superficial em torno de 30 metros, com feições características de cuevas contínuas ou como pequenos morros testemunhos. Seu contato basal é por discordância erosiva (disconformidade) sobre as formações Rio Bonito e Palermo, de idade permiana, da Bacia do Paraná, e por não conformidade com as rochas cristalinas das suítes Cerro Preto e Santo Afonso, de idade Neoproterozoica e localmente com megaxenólitos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Aflora sob a forma de escarpas com lajeados

nas encostas das cuevas ou no topo dos platôs. A base dessa unidade é uma camada de ortoconglomerado composto por seixos de quartzo, quartzito e gnaiss, com matriz de grãos de quartzo na fração areia grossa a muito grossa. Onde os afloramentos apresentam boa continuidade verifica-se a lenticularidade das camadas que apresentam entre 30 e 40 cm de espessura, ocorrendo amalgamadas. Como litotipo dominante ocorre quartzo arenito com poucos grãos de feldspato, cor esbranquiçada, róseos claros quando alterados e de granulação média a fina, bem selecionado, com grãos subarredondados a arredondados com esfericidade baixa a moderada, maciços, localmente conglomeráticos com seixos e grânulos de quartzo e, com menos frequência, de rochas sedimentares (Figura 42).

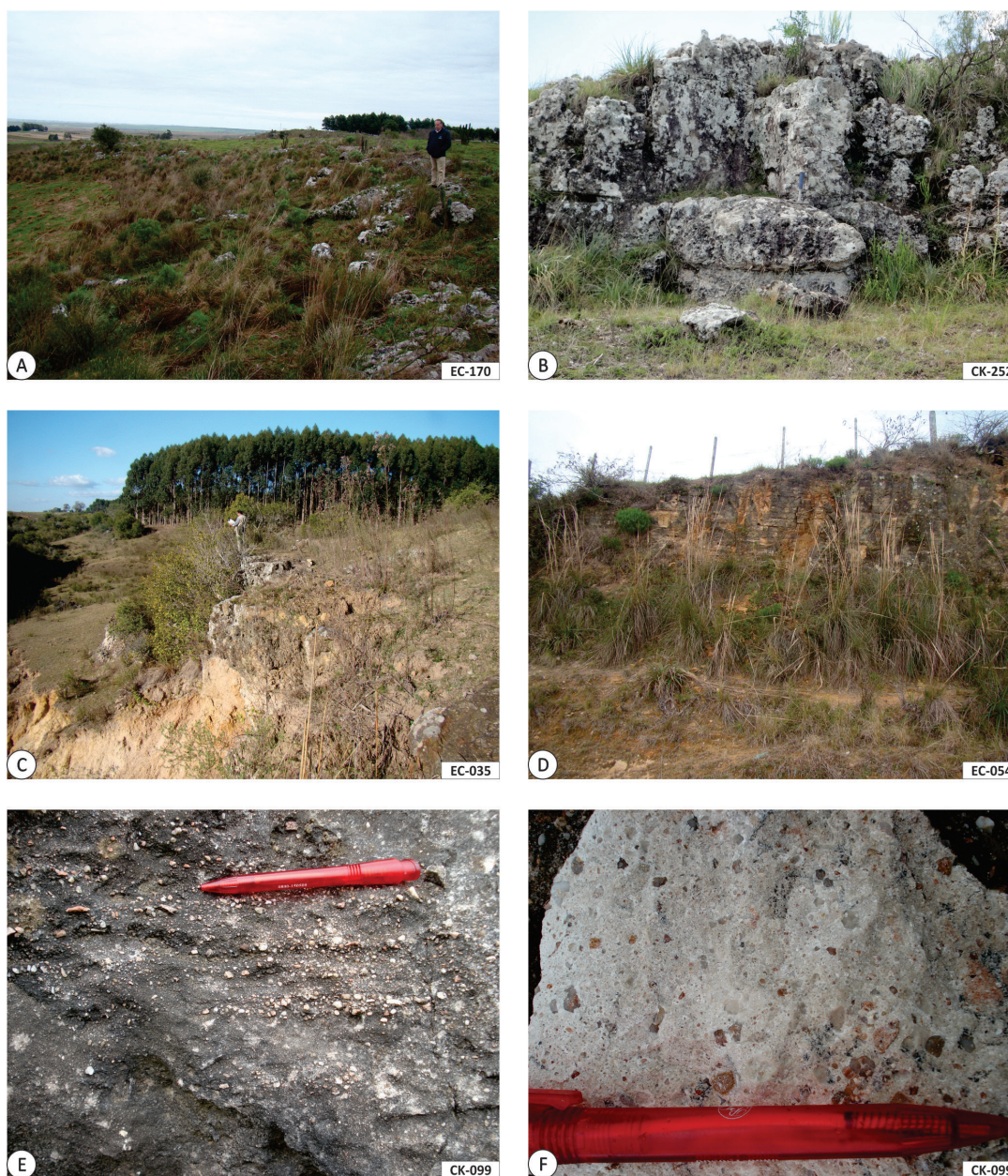


Figura 42 - (A-B-C) Escarpas de arenitos com camadas lenticulares, amalgamadas, com aspecto cavitoso (cavernoso). (D) Arenitos finos em camadas plano-paralelas; (E-F) Arenitos conglomeráticos com grânulos e seixos de granitos, quartzo e feldspatos, subarredondados a subangulosos, com matriz de fração areia grossa a média. Fm. Santa Tecla.

Tanto nos arenitos como nos conglomerados são comuns finas lentes de sílica com 1-3 mm de espessura, sub-horizontizadas, apresentando-se como um gel que permeou o depósito sedimentar e cimentou a rocha. Foi construído um perfil colunar na estrada do afloramento CK-111, com orientação de sul para norte, onde ocorre a Formação Santa Tecla, com predomínio de cimentação carbonática, sobre sedimentos das formações Rio Bonito e Palermo, do Grupo Guatá (Figura 43). Dani (2013), reconheceu na Formação Santa Tecla, três diferentes fácies

sedimentares, compostas por conglomerados maciços, matriz-suportado; arenitos finos a grossos com grânulos e seixos dispersos; e arenitos finos bem selecionados. As principais macrofeições identificadas foram a presença de pedotúbulos, cimentação nodular e textura maciça (em calcretes e dolocretes) e crostas com diferentes graus de cimentação (silcretes). Nesta formação são reconhecidos depósitos aluviais que foram submetidos a processos de pedogênese, com paleossolos calcários (calcretes e dolocretes) e silicosos (silcretes) sob clima árido.

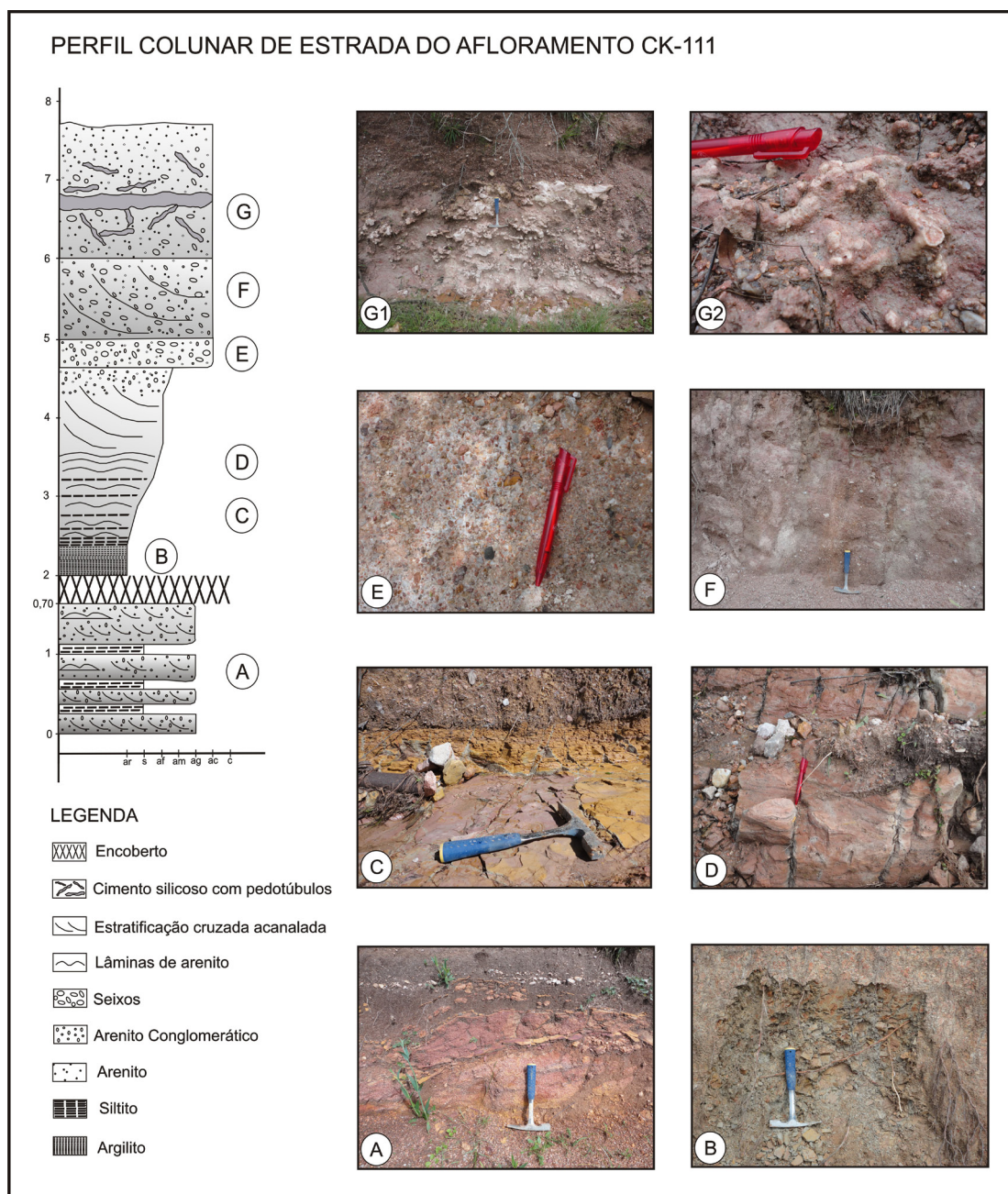


Figura 43 - Perfil colunar de estrada do afloramento CK-111 (direção de Sul a Norte). Fotos: (A) Camadas de arenito grosso com finas lâminas de pelito, com estratificação cruzada acanalada intercaladas com siltitos; (B) Camada de siltito cinza com estratificação plano paralela granocrescente para arenito muito fina; (C) Camada de arenito muito fino com intercalações de silte e arenito fino; (D) Arenito com estratificação cruzada acanalada; (E -F- G) Formação Santa Tecla: (E) Arenito conglomerático com matriz carbonática; (F) Arenito conglomerático com estratificação cruzada acanalada com grânulos, seixos e calhaus; (G1) Arenito conglomerático com clastos (granito, rocha sedimentar) esbranquiçados e manchas rosadas. Cimento carbonático; calcrete com pedotúbulos; (G2) Detalhe dos pedotúbulos.

3.7.2. Depósitos aluviais - Q2a

Apresenta uma área ampla, distribuídos nos rios e seus principais afluentes. São sedimentos clásticos, mal selecionados, inconsolidados, onde predominam depósitos arenosos grossos a muito finos e subordinadamente argilosos.

Os maiores depósitos são encontrados ao longo dos cursos d'água que percorrem predominantemente os terrenos sedimentares da Bacia do Paraná. São coberturas das rochas subjacentes, derivados da erosão fluvial e depositados no leito ou ao longo das margens dos rios e drenagens atuais (Figuras 40 e 44).



Figura 44 - Banco de areia grossa a fina derivada de sedimentação fluvial.

4. EVOLUÇÃO ESTRUTURAL E TECTÔNICA

4.1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre a evolução estrutural das rochas que afloram na Folha Bagé apresentada neste capítulo tem como base as principais unidades geotectônicas do escudo, cuja subdivisão segue a compartimentação nos domínios geofísicos Ocidental, Central e Oriental, previamente discutido por Costa (1995), Fernandes et al. (1995a,b), Chemale Júnior (2000) e Hartmann et al. (2007) (ver Figura 6, domínios geofísicos e tectônicos do Escudo Sul-Rio-Grandense; do Capítulo 2). Esses domínios estão delimitados por lineamentos magnéticos e/ou gravimétricos, em parte interpretados como possíveis zonas de suturas translitosféricas (FERNANDES et al., 1995 a,b; COSTA, 1995; CHEMALE JÚNIOR 2000; HARTMANN et al., 2007).

Como esses domínios apresentam uma associação de unidades petroectônicas interrelacionadas por um ciclo orogênico ou mesmo por um conjunto de ciclos, acabaram por delimitar as principais unidades geotectônicas do escudo, os terrenos Taquairembó, Tijucas, São Gabriel e o Batólito Pelotas. Essas grandes unidades têm sua delimitação definida por feições estruturais específicas, sejam zonas de falhas ou zonas de cisalhamento dúcteis a rúpteis e, internamente, cada unidade apresenta um conjunto característico de estruturas primárias e tectônicas. Dessa forma, os domínios geofísicos serão aqui tratados como domínios estruturais.

As principais unidades geotectônicas do Escudo são resultantes das colagens orogênicas (sensu Sengör 1990) que ocorreram durante o Ciclo Brasileiro (CHEMALE JÚNIOR 2000; HARTMANN et al., 2007). O produto final relacionado a essa colagem está hoje exposto na quase totalidade das áreas de afloramentos de rochas pré-cambrianas do Escudo Sul-Rio-grandense e constitui o Cinturão Dom Feliciano. A evolução desse cinturão está associada à formação e fechamento de um oceano no início do Neoproterozoico (1.000-900 Ma). Este oceano separava grandes áreas continentais constituídas pelos crátons Amazônico, São Francisco e Rio de La Plata e por outras micropalacas continentais menores (Luis Alves e Curitiba, entre outras). O fechamento desse oceano na região sul envolveu dois grandes ciclos orogênicos conhecidos como São Gabriel (850-680 Ma) e Dom Feliciano (650-550 Ma) (CHEMALE

JÚNIOR 2000; SAALMANN et al., 2004, 2006, 2007, 2010; HARTMANN et al., 2007, 2011).

O primeiro ciclo é caracterizado pelo período de subducção ativa, com formação de arcos de ilha e de margem continental ativa contra uma margem continental situada ao sul-leste e constituída pelos complexos paleoproterozoicos dos Terrenos Taquairembó e Tijucas. As informações disponíveis sugerem um período de subducção ativa com geração de associações vulcânicas de arco entre 850-750 (MACHADO; KOPPE; HARTMANN, 1990; BABINSKI et al., 1996; LEITE et al., 1998; REMUS et al., 1999; SAALMANN et al., 2010). O encerramento deste ciclo ocorre com a colisão dos sistemas de arcos contra a micro-placa Encantadas e o Cráton Rio de La Plata. Essa colisão é caracterizada pela deformação e metamorfismo dos granitos sin-orogênicos. O magmatismo granítico associado ao Terreno São Gabriel é constituído por três grandes eventos magmáticos: (i) magmatismo associado ao período de subducção (740-720 Ma); (ii) magmatismo pós-colisional e sin-transcorrente (710-700 Ma); e (iii) magmatismo pós-colisional e pós-transcorrente (700-680 Ma) (BABINSKI et al., 1996; LEITE et al., 1998; HARTMANN et al., 2011).

O segundo ciclo orogênico está associado ao principal evento de metamorfismo regional que afetou o Cinturão Dom Feliciano, a colisão entre os crátons Rio de La Plata e Kalahari. As hipóteses para o desenvolvimento desse processo colisional envolveram, segundo diversos pesquisadores: (i) fechamento de um oceano, (ii) de um pequeno mar marginal, (iii) bacia intra-cratônica e/ou (iv) de uma bacia de retro-arco. A idade desse evento de metamorfismo regional foi estabelecida no intervalo entre 650-630 Ma (PHILIPP et al., 2009; CHEMALE JÚNIOR et al., 2011; BOM, 2011). Essa colisão ficou registrada em condições metamórficas da fácies granulito e foi descrita por diversos pesquisadores (SILVA et al., 2005; GROSS et al., 2006; BOM 2011). Associadas ao pico máximo de colisão e seguindo-se aos estágios tardios estabeleceram-se importantes zonas de cisalhamento de escala continental de direção N20°-40°E e N50°-70°E, ao longo das quais foram posicionados granitos sin-transcorrentes durante os períodos colisional e pós-colisional. Algumas dessas zonas de transcorrência aproveitam as descontinuidades reológicas pré-existentes, principalmente as zonas de suturas (FERNANDES et al., 1995 a, b).

As zonas de transcorrência convergem para essas estruturas pré-existentes e posicionam-se, em alguns casos, ao longo dos limites entre os domínios geofísicos e tectônicos.

O limite entre os domínios Central e Oriental está exposto em uma ampla faixa de milonitos que marca o contato entre o Complexo Porongos e os granitos do Batólito Pelotas. O Complexo Porongos é afetado pela colocação de granitos porfíricos e de granitos equigranulares peraluminosos sin-tectônicos à Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu (MESQUITA; FERNANDES, 1990; MESQUITA, 1991; FERNANDES et al., 1992, 1995a,b; PHILIPP et al., 1993; ORLANDI FILHO et al., 1995).

A estruturação final dessa colagem culminou com a intrusão de um grande volume de granitos pós-colisionais, principalmente no Domínio Oriental. Estes granitos aproveitaram as principais zonas de cisalhamento dúcteis do Batólito Pelotas e suturas pré-existentes, que foram reativadas como zonas de falhas e controlaram o posicionamento das suítes graníticas e plútons isolados durante o fim do Ciclo Brasileiro, entre 600 e 550 Ma (FERNANDES et al., 1992, 1993; PHILIPP et al., 1993, 2000, 2003; BITENCOURT; NARDI, 2000; PHILIPP; MACHADO, 2005). As reativações das zonas de falhas foram recorrentes do Paleozoico ao Terciário. A reativação de falhas com direção NE são as mais evidentes, tendo condicionado a formação dos principais grupos de rochas vulcanossedimentares que constituem a Bacia Camaquã no Domínio Central (PAIM; CHEMALE JÚNIOR e LOPES 2000; BORBA, 2006; BORBA et al., 2007a,b; 2008). As reativações dessas falhas controlaram também a deposição e deformação de seqüências mais novas e o desenvolvimento de zonas de alta deformação, discretas e geralmente com

espessuras decimétricas a métrica (FERNANDES et al., 1995a,b; HOLZ et al., 2006).

Na Bacia do Paraná, as orientações NW-SE e NE-SW representam direções tectônicas por reativação de estruturas herdadas do embasamento Pré-Cambriano, fenômeno de ocorrência relativamente comum em bacias intracratônicas. Os elementos tectônicos lineares NW-SE são relacionados com o Arco de Rio Grande; os de direções N-S até NE-SW, ao sistema de falhas Açotéia (vinculado a Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu), que limita a extensão para leste dos depósitos gonduânicos da depressão de Candiota. Estas estruturas exerceram intenso controle sobre a sedimentação e preservação da Bacia do Paraná na região; as orientações E-W, segundo Zalán et al. (1987), representam o máximo momento de deformação associado à ruptura do Gondwana.

Zerfass et al. (2004) e Zerfass, Chemale Júnior e Lavina (2005) demonstram que os falhamentos de direção NW controlaram a deposição das rochas sedimentares da Bacia do Paraná no Triássico. A disposição da sedimentação neste período foi controlada por uma calha regional de direção NW, limitada por falhas normais que foram geradas como uma resposta intraplaca aos esforços compressivos relacionados à orogênese andina.

A Folha Bagé está situada quase que exclusivamente no domínio ocidental, representada pelo Terreno Taquarembó com o Complexo Granulítico Santa Maria Chico como embasamento paleoproterozoico das suítes neoproterozoicas Santo Afonso, Cerro Preto e Vauthier e os corpos graníticos Saibro e Dom Pedrito, com uma presença muito restrita no extremo nordeste da folha, de uma diminuta área de exposição do Terreno São Gabriel, representado pelo Complexo Arroio Marmeleiro (Figura 45).

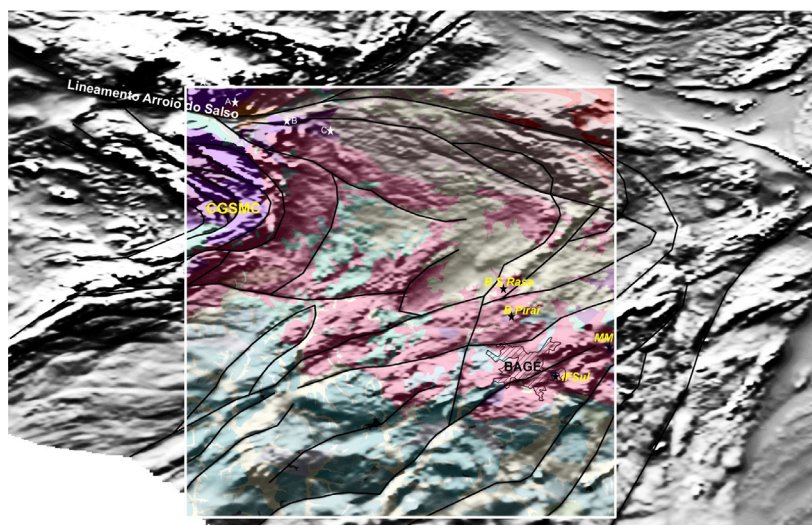


Figura 45 - Imagem magnetométrica da primeira derivada vertical da área da Folha Bagé com principais lineamentos geofísicos interpretados com o relevo magnético mostrando a estruturação tectônica da área. Mapa Geológico superposto em transparência e locais referidos no texto abaixo.

4.2. DOMÍNIOS ESTRUTURAIS E DEFORMAÇÃO

4.2.1. Complexo Granulítico Santa Maria Chico

O Complexo Granulítico Santa Maria Chico (CGSMC) ocorre na porção noroeste da Folha Bagé formando um núcleo elíptico ou sub-circular com continuação na Folha Igrejinha e extensão para norte na Folha Lagoa da Meia Lua. Nessa área apresenta uma estruturação marcada por foliação e bandamento gnáissico com orientação NW-SE e NE-SW com mergulhos acentuados, injeções graníticas e foliação milonítica, aparentemente formando uma mega dobra com eixo leste-oeste, bem marcada nas imagens geofísicas, principalmente na primeira derivada vertical (Figura 45), também apresentada como encarte no mapa geológico.

Nos levantamentos de campo as medidas de atitude do bandamento e foliação dos gnaisses

granulíticos caracterizam bem a variação do bandamento, marcando muito bem a megaestrutura tectônica regional (Figura 46). No diagrama da Figura 46A estão plotadas todas as atitudes de bandamento dos gnaisses granulíticos medidas no corpo principal da folha, nesse diagrama se observam as duas direções principais do bandamento com mergulhos de alto ângulo opostos, uma NW-SE ($310^{\circ}, 70^{\circ}$; $124^{\circ}, 71^{\circ}$) e outra NE-SW ($029^{\circ}, 73^{\circ}$; $203^{\circ}, 72^{\circ}$). A Figura 46B, apresenta as atitudes do núcleo do corpo principal mapeado (núcleo da mega dobra) e mostra apenas a direção principal NW-SE, com mergulhos altos para NE e SW, representativas do flanco norte da dobra; Na Figura 46C, as atitudes do bandamento são mais variáveis, e mostram as duas direções dos flancos da dobra e da charneira, a NE-SW com mergulho para SE (mais forte) e a outra NW-SE com mergulho para SW (mais difusa) com possível interferência das zonas de cisalhamento dúcteis situadas a norte.

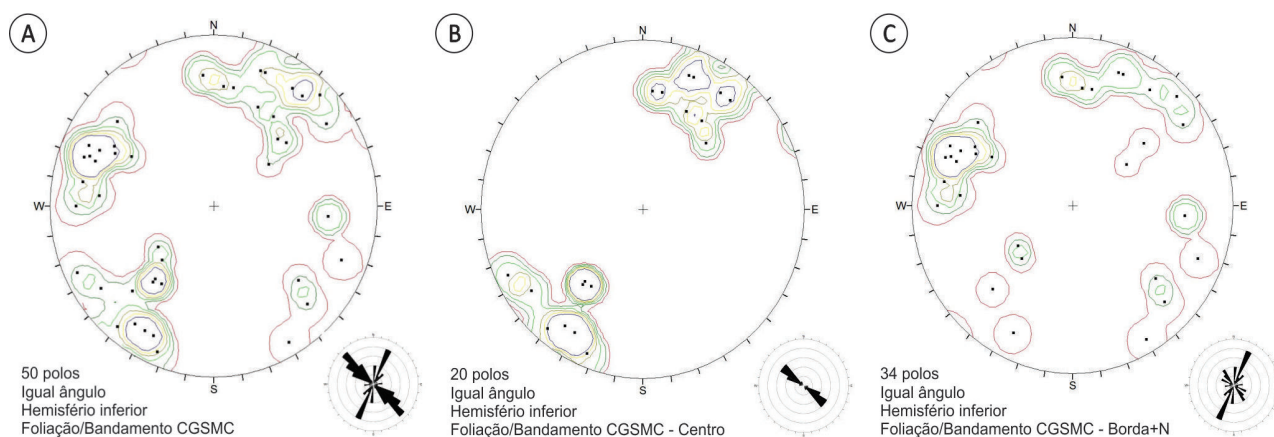


Figura 46 - (A) Atitudes do corpo granulítico do CGSMC do NW da Folha Bagé. (B) Atitudes do núcleo do corpo granulítico. (C) Atitudes da borda do corpo granulítico.

Os gnaisses granulíticos também são encontrados como megaxenólitos ou septos do embasamento e como corpos isolados dentro da área dos granitoides da Suíte Santo Afonso, principalmente na região do entorno da cidade de Bagé. A Unidade Paraderivada é representada por bandas e lentes de mármore e de gnaisses calcissicatados muito alterados em vários locais. Nessa situação pode-se esperar que as atitudes encontradas possam ter sofrido a interferência das intrusões com possível rotação de blocos.

A norte de Bagé, na região da Barragem do Pirai - BR-293 - Estrada de Ferro (B Pirai na Figura 45), há uma área de afloramentos de gnaisses calcissicatados com bandas de mármore e anfibólitos no corte da estrada de ferro (Figura 47) e de gnaisses tonalíticos/dioríticos também com bandas anfibolíticas nos lajeados do arroio Pirai e em cortes no sangradouro

da barragem (Figura 48), que foi interpretado como um megaxenólito de gnaisses do CGSMC dentro dos granitoides da Suíte Santo Afonso. As medidas da foliação e bandamento desses gnaisses mostram atitudes NE-SW bem caracterizadas (Figura 49A). Para verificar se havia alguma diferença na orientação entre os gnaisses tonalíticos/dioríticos que ocorrem nos lajeados e no corte do sangradouro da barragem (Figura 49B) e os gnaisses calcissicatados que ocorrem no corte da estrada de ferro (Figura 49C) foram setorizados dois diagramas, que mostram comportamento semelhante nas atitudes desses dois locais - Az. $056^{\circ}, 61^{\circ}$ no arroio e Az. $053^{\circ}, 62^{\circ}$ no corte da estrada de ferro, indicando um comportamento coerente nos dois litotipos, permitindo inferir que realmente seja uma só estrutura dentro dos granitoides, porém com orientação diversa da encontrada no corpo principal do CGSMC, no NW da Folha Bagé.

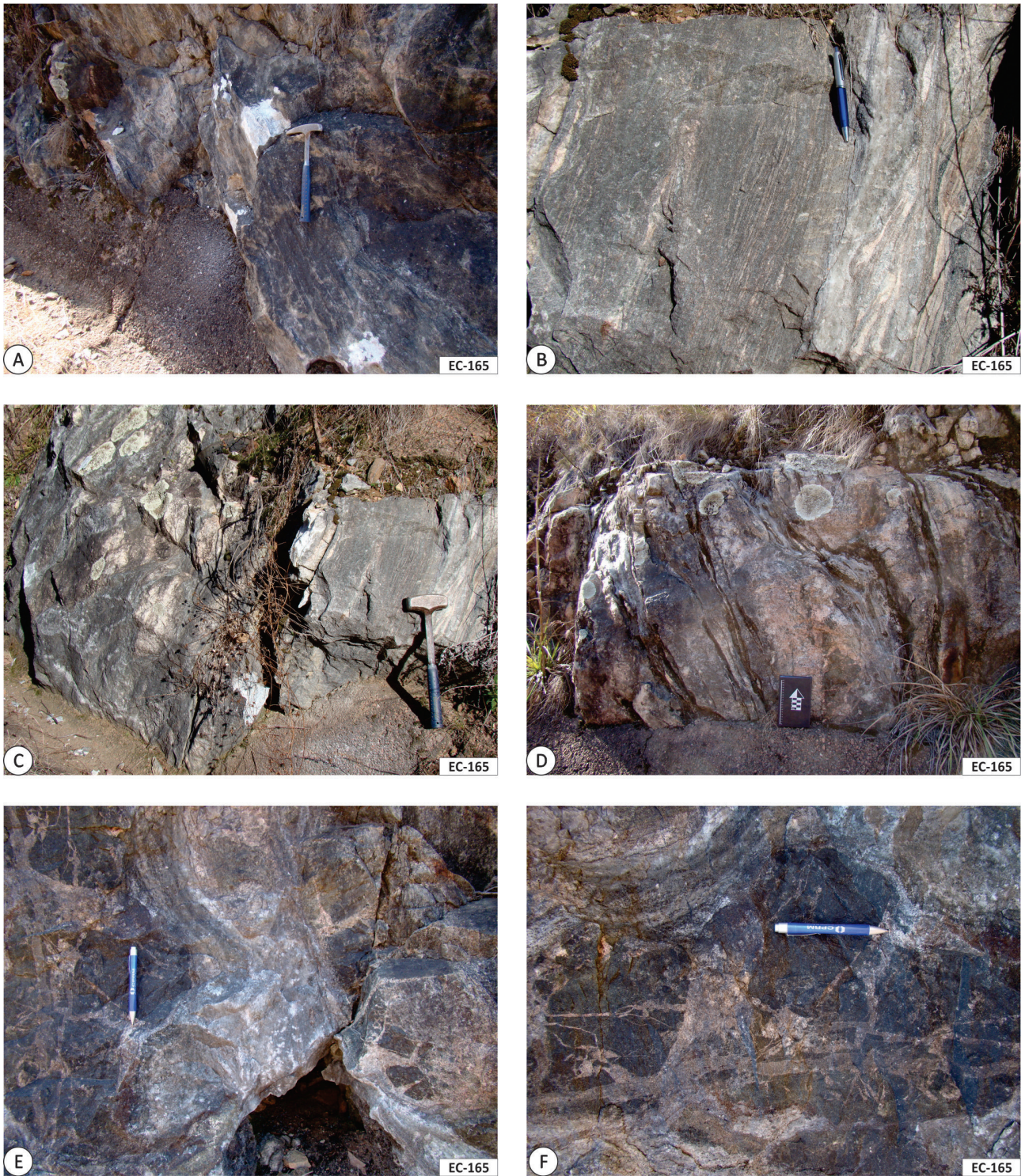


Figura 47 - (A a D) Gnaisses calcissilicatados, bandados, carbonatados, com lentes de mármore finamente bandadas e anfíbolitos no corte da estrada de ferro. (E-F) Detalhe de anfíbolito preto brechado inclusos no mármore.

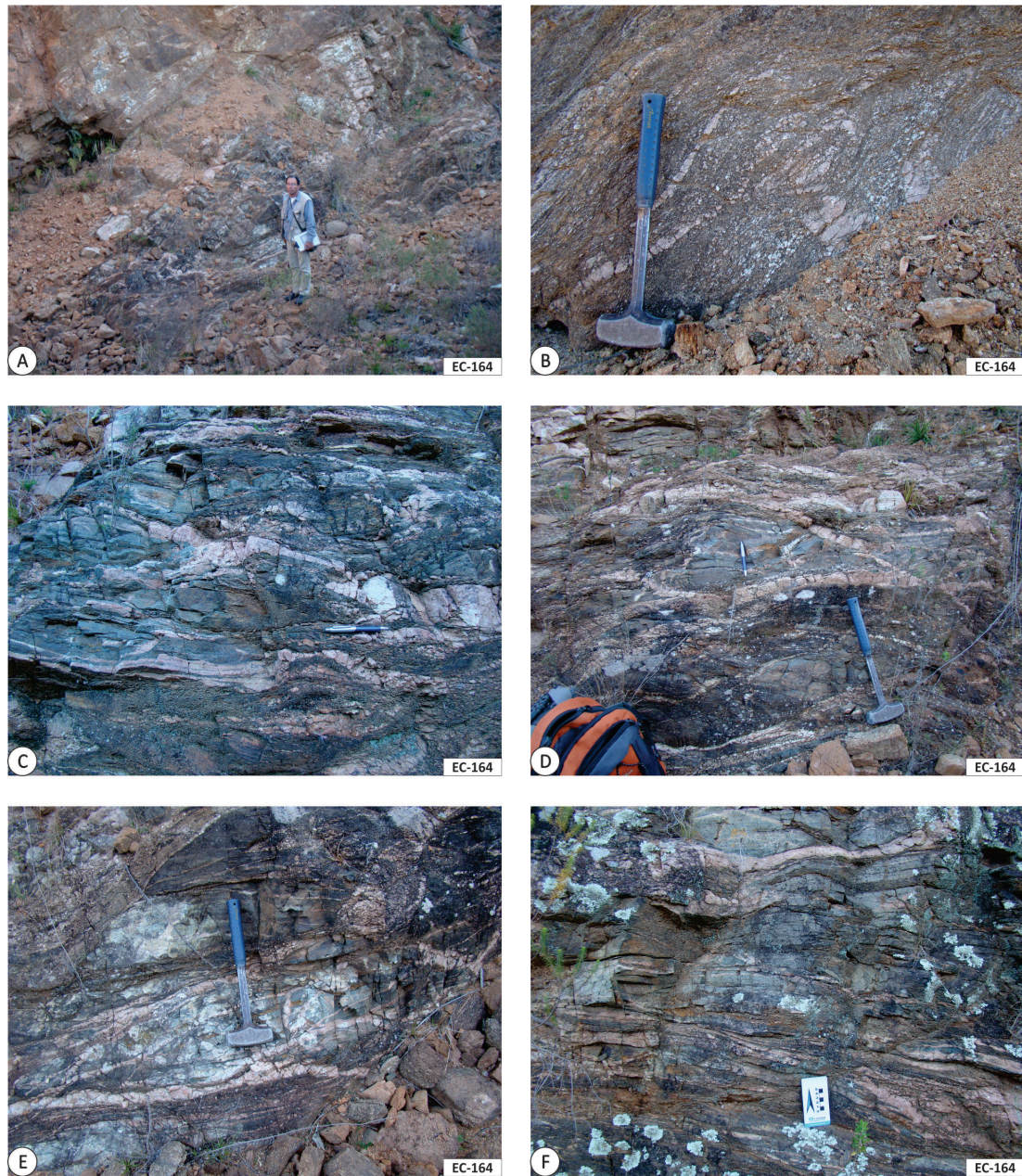


Figura 48 - (A a F) Vertedouro da Barragem do Pirai. Gnaisses tonalíticos/dioríticos com bandas de anfibolitos. Megaxenólito do CGSMC na Suíte Santo Afonso.

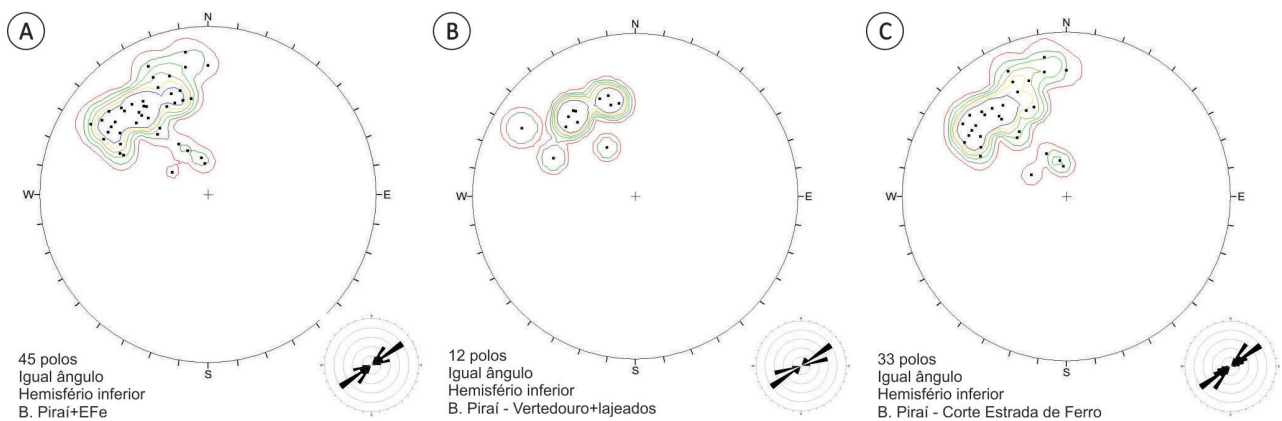


Figura 49 - (A) Atitudes da foliação e bandamento dos gnaisses no vertedouro da Barragem do Arroio Pirai e no corte da estrada de ferro junto da BR-293. (B) Atitudes nos lajeados e no corte do sangradouro da barragem. (C) Atitudes no corte da estrada de ferro.

Mais a norte e não mapeável na escala do mapa, no vertedouro da Barragem da Sanga Rasa (B S Rasa na Figura 45), ocorrem gnaisses tonalíticos/dioríticos também considerados como megaxenólitos nos granitoides da Suíte Santo Afonso (Figuras 50 e 51). Nessa área não se observou a presença de gnaisses calcissilicatados como na região da estrada de ferro próximo da Barragem do Pirai e as atitudes da foliação e do bandamento dos gnaisses tonalíticos/dioríticos também apresentam orientação NE com mergulho médio para SE (Az. $044^{\circ}, 62^{\circ}$), compatível com a orientação encontrada nos gnaisses da Barragem do Pirai (Figura 52).

Na área da pedreira de mármore abandonada do IFSul (IFSul na Figura 45), a leste de Bagé (Figura 53) e na pedreira de mármore da Mineração Mônico (MM na Figura 45) (Figura 54) foram obtidas medidas de atitudes de foliação e bandamento gnáissico nos mármores e encaixantes muito alteradas, calcissilicatadas, que mostram também uma orientação predominante NE, mas com mergulhos tanto para SE como para NW, possivelmente indicando dobras ou redobramentos dos paragneisses.

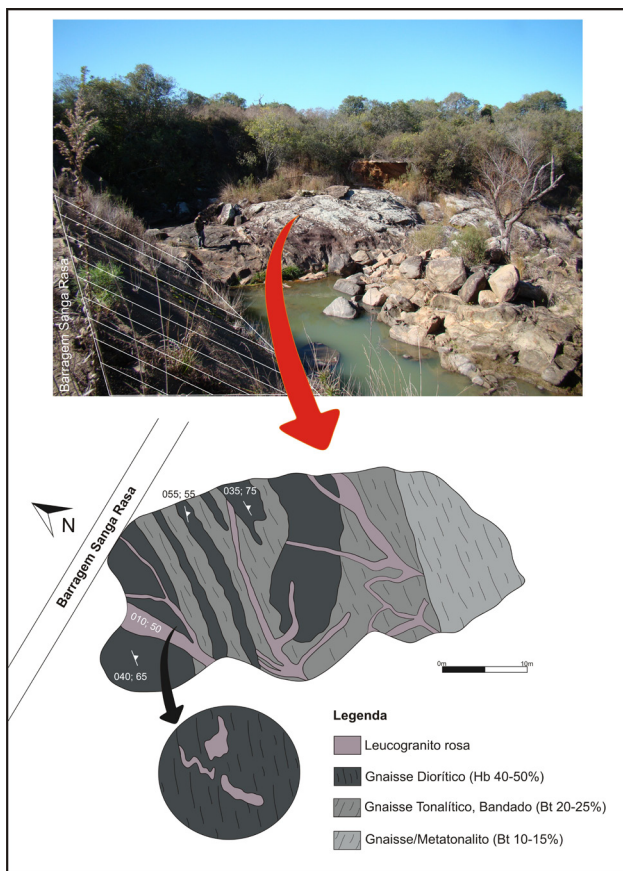


Figura 50 - Croquis de afloramento de gnaisses tonalíticos/dioríticos com injeções de leucogranitos rosados, no vertedouro da Barragem da Sanga Rasa (EC-036).



Figura 51 - (A a F) Vertedouro da Barragem da Sanga Rasa. Afloramentos de gnaisses tonalíticos/dioríticos e metatonalitos com injeções de leucogranitos rosados, alguns deformados junto com os metatonalitos.

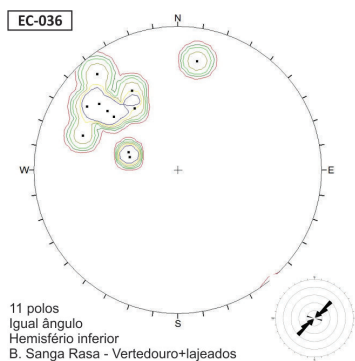


Figura 52 - Atitudes de foliação / bandamento de gnaisses tonalíticos / dioríticos no vertedouro da barragem da Sanga Rasa.

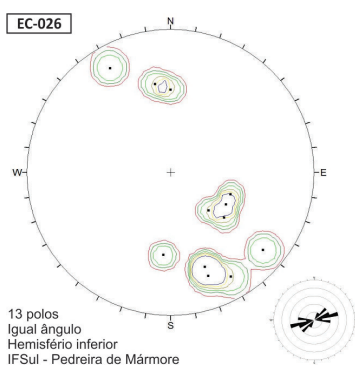


Figura 53 - Atitudes de foliação / bandamento nos mármore e gnaisses calcissilicatados da pedra do IFSul. vertedouro da barragem da Sanga Rasa.

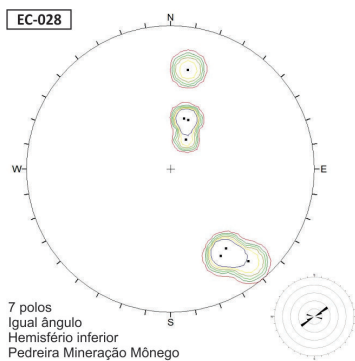


Figura 54 - Atitudes de foliação / bandamento nos mármore da pedra da Mineração Mônego.

Os mármore e gnaisses calcissilicatados da região de Bagé podem representar restos de uma cobertura de margem continental passiva do Cráton Rio de La Plata depositada e deformada no Paleoproterozoico, resultante de um período de grande deposição de rochas carbonáticas a nível global, como observado por Karhu (1993), no Escudo Fennoscandiano da Escandinávia e também citado para outras regiões paleoproterozoicas do mundo (KARHU e HOLLAND, 1996; BEKKER e ERIKSSON, 2003). Não temos datações geocronológicas para

confirmar que os megaxenólitos realmente pertençam ao CGSMC, apesar de serem paleoproterozoicos como o Complexo Granulítico. Chama a atenção que os metatonalitos e gnaisses tonalíticos dessa região ainda mantém textura ígnea reliquiar e não mostram as texturas granulíticas características encontradas no CGSMC. O comportamento NE-SW das atitudes da foliação e do bandamento dos gnaisses encontrados (e considerados) como megaxenólitos e como corpos isolados na região de Bagé (gnaisses calcissilicáticos, gnaisses tonalíticos/dioríticos, anfibolitos e mármore) é compatível com o observado na imagem aerogeofísica da magnetometria da primeira derivada vertical (Figura 45) onde se observa uma aparente megaestrutura regional dobrada, com eixo E-W e charneira para leste, onde os afloramentos medidos se situam no flanco SE da megaestrutura dobrada. Nessa imagem aerogeofísica é também possível especular que para sul-sudeste da cidade de Bagé, em profundidade e recoberto pelos granitoides da Suíte Santo Afonso e pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná possam haver faixas de cavalgamento de sentido SE para NW contra essa estrutura regional dobrada. Os afloramentos dos gnaisses dos megaxenólitos na região da cidade de Bagé, apesar de esparsos, mostram um zoneamento litológico, com as ocorrências de gnaisses calcissilicatados e mármore marcando uma faixa de direção NE-SW dentro dos granitoides, também compatível com o flanco de dobra da megaestrutura observada na imagem magnetométrica da primeira derivada vertical, mostrando que há um controle para a ocorrência dos mármore nessa área.

No noroeste da Folha Bagé, na região do Lineamento Geofísico Arroio do Salso (referidos na Figura 45 como estrelas brancas A, B, C), ocorrem faixas de granitos porfíricos milonitizados, dobrados, com quartzo e K-feldspatos estirados e fragmentados, que foram considerados (com dúvidas) como pertencentes ao CGSMC ou aos granitoides porfíricos encaixantes, deformados em zonas de cisalhamentos nordeste e leste-oeste, no contato com os granulitos (Figura 55). Se observa nos diagramas de atitudes da foliação milonítica dos granitoides uma grande variação de oeste (Figura 56A) onde é observada uma espessa faixa milonítica com atitude média de $056^{\circ},64^{\circ}-240^{\circ},65^{\circ}$ (afloramentos EC-127, EC-130, EC-131) situada a norte do Lineamento Geofísico Arroio do Salso, para leste (Figura 56B), no lineamento do Arroio do Salso com medidas de atitude média de $105^{\circ},79^{\circ}$ (EC-179) e mais para leste e a sul e aparentemente fora do Lineamento Geofísico Arroio do Salso (Figura 56C) com atitudes médias $152^{\circ},83^{\circ}-355^{\circ},78^{\circ}$, nos afloramentos EC-83 a EC-87, indicando uma situação bastante heterogênea entre essas zonas de cisalhamento.

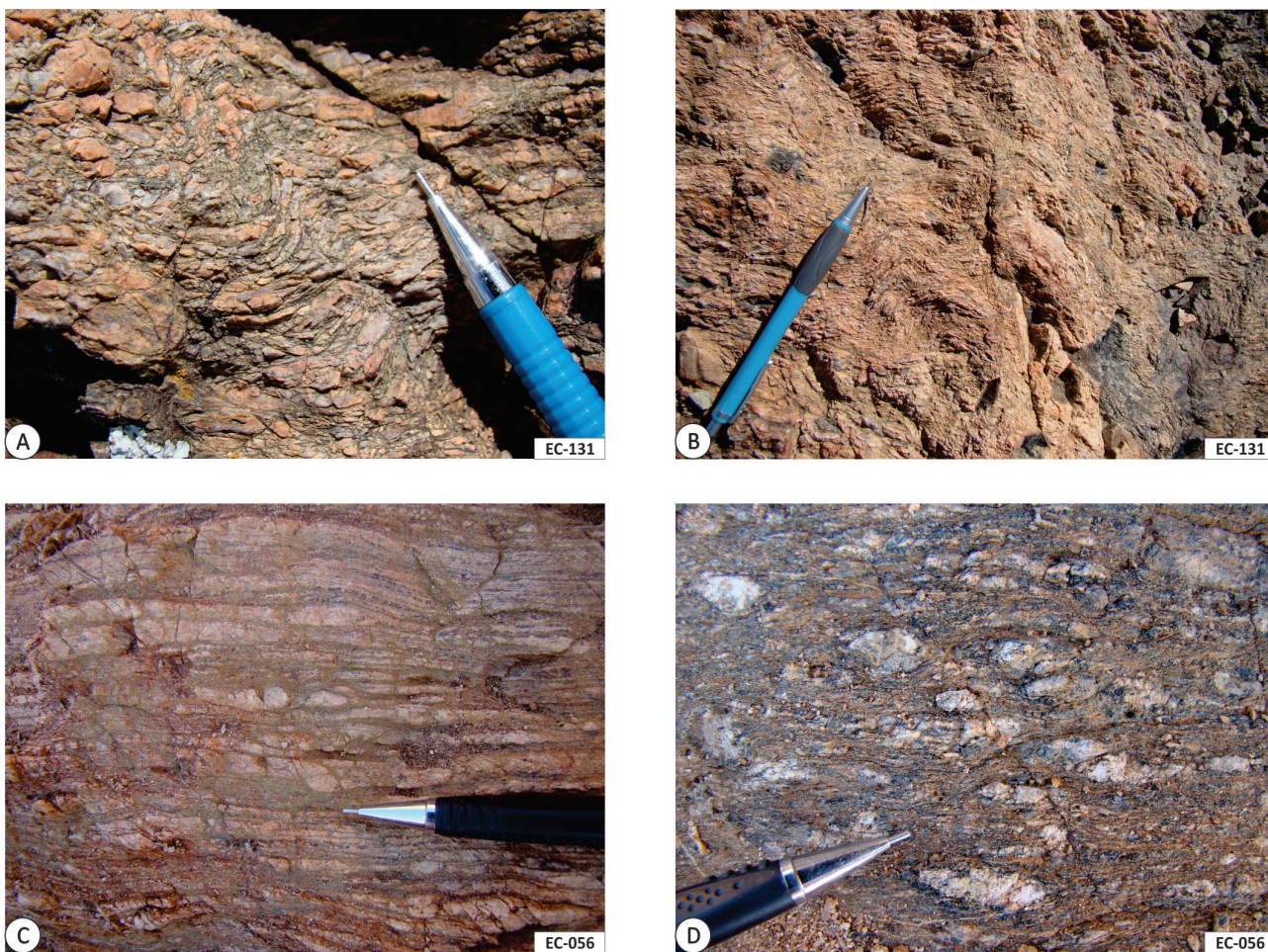


Figura 55 - (A-B) Milonitos graníticos dobrados em zonas de cisalhamento de direção NE (Diagrama 56-A) no contato dos granitoides com os granulitos a norte do Lineamento do Arroio do Salso. (C-D) Milonitos graníticos na faixa NE dos granulitos com orientação NW (Diagrama 56-C).

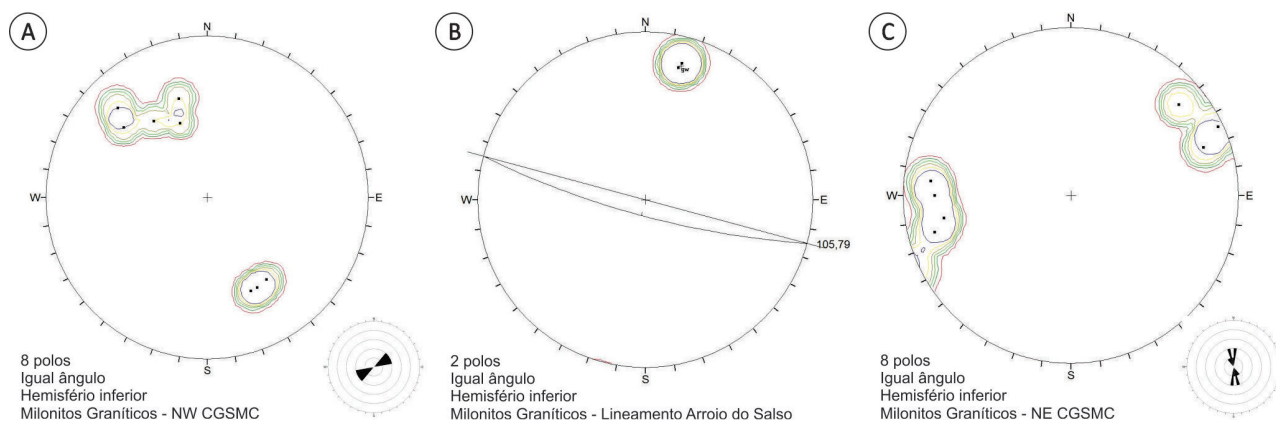


Figura 56 - Milonitos graníticos: (A) Extremo NW da folha (EC-127, EC-130, EC-131); (B) No lineamento do Arroio do Salso (EC-179); (C) Extremo nordeste da da área mapeada como pertencente ao CGSMC (EC-83 a EC-87)

4.2.2. Complexo Arroio Marmeleiro

Devido à pequena exposição do Complexo Arroio Marmeleiro (menos de 500m de largura), são citados os dados obtidos pelos levantamentos efetuados na Folha Hulha Negra, e também os disponibilizados por Ruppel (2010). O Complexo Arroio Marmeleiro é constituído por uma intercalação de camadas de metassiltitos e metarenitos, com metapelitos e metaconglomerados de grânulos subordinados. Os trabalhos de mapeamento realizados pela UFRGS (1980, 1981, 1987) e de conclusão de curso (RUPPEL, 2010) interpretaram essa sequência como depósitos de canais e turbiditos, embora ela tradicionalmente tenha sido correlacionada aos metamorfitos da Formação Vacacaí (sensu Ribeiro et al., 1966; Tessari; Giffoni, 1970) ou aos “Filitos de Ibaré”.

A deformação principal está registrada como uma clivagem ardosiana a xistosidade incipiente afetada por dobras isoclinais. A direção do transporte tectônico NW-SE (Az. 290°-300°) é registrada pelo estiramento de seixos dos metaconglomerados e pela lineação mineral, relacionados aos efeitos da deformação dúctil associada ao Sistema de Falhas (Zona de Cisalhamento) Ibaré – Tigre. A foliação pode ser caracterizada como uma *layer-parallel-cleavage* e mostra-se afetada por dobras concêntricas fechadas a isoclinais, com eixos subhorizontais e superfícies axiais de direção E-W com mergulho para N, sendo as feições de deformação dúctil mais comumente observadas nas exposições do complexo. A atitude das estruturas permite relacionar a sua gênese ao movimento de falhas que delimitam a área de afloramento dessa unidade. O retrabalhamento das estruturas, através do estabelecimento e reativação de falhas de direção NW é evidenciado pela intensa cataclase sofrida pelas rochas ao longo da Zona de Cisalhamento Ibaré-Tigre. A reativação dessa estrutura deve ter controlado tanto a deposição e a deformação do complexo, quanto a deposição da sequência sedimentar do Grupo Itararé na região.

4.2.3. Granitoides

Em termos de evolução geotectônica os granitoides que ocorrem na Folha Bagé têm sido considerados como tardi a pós-tectônicos em relação ao evento de deformação transcorrente, em face de apresentarem características químicas transicionais entre termos cálcico-alcalinos e alcalinos.

No mapeamento da Folha Bagé se observa regionalmente uma estruturação SE-NW dos contatos das unidades graníticas mapeadas, aproximadamente paralela à orientação do Lineamento do Arroio do Salso e da porção SE do Lineamento Ibaré. Na imagem aerogeofísica da magnetometria da primeira derivada vertical (Figura 45) não se pode discriminar as ocorrências dos granitoides entre si e o embasamento gnáissico-granulítico.

Em termos de geocronologia, Eduardo Camozzato (inédito) efetuou datações em amostra de biotita granito porfirítico pertencente à Suíte Santo Afonso, coletada no local Santuário às margens do Arroio Quebracho, próximo da BR-293, na Folha Hulha Negra, onde foi encontrada uma idade de $624,8 \pm 7,1$ Ma U-Pb em zircão (SHRIMP) e em duas amostras de granitos situadas em posição geográfica próxima da Fazenda Cerro Preto, e que embasaram a separação das litologias dessa área na nova unidade Suíte Cerro Preto, obtendo idades de $590,8 \pm 3,6$ Ma e $588,6 \pm 1,5$ Ma U-Pb em zircão (SHRIMP), Laux et al (2017) apresentam uma idade de 597 ± 6 Ma U-Pb em zircão, compatível com a idade da Suíte Cerro Preto, indicando a possibilidade de dois eventos distintos de intrusão granítica nessa região, que também registra a intrusão dos granitoides alcalinos-peralcalinos relacionados ao Granito Saibro, com idade de 557 ± 9 Ma Rb-Sr. Essas idades obtidas nos granitos das suítes Santo Afonso e Cerro Preto e no granito Saibro indicam uma variação de idade de sul para norte, mais antigo a sul e mais jovem a norte, próximo do Lineamento de Ibaré, na estruturação dos granitos na Folha Bagé.

5. RECURSOS MINERAIS

5.1. PANORAMA MINERAL DA ÁREA

A atividade extrativa mineral na Folha Bagé é exercida através da produção de calcários dolomíticos para corretivo de solo, de pedra britada para a construção civil em pedreiras de granito e, de forma intermitente a extração de saibro para uso nas vias públicas vicinais e nos acessos às propriedades

particulares e de areias e de cascalheiras de aluviões atuais para uso na construção civil. Algumas ocorrências de mármore dolomíticos, barita e pintas de ouro em concentrados de bateia são apresentadas na Figura 57. Outros Índícios minerais (pontos ou áreas anômalas) resultantes de amostragem da presente pesquisa (concentrados de minerais pesados em bateia e de sedimentos de corrente são apresentados no capítulo 6 (Geoquímica Prospectiva).

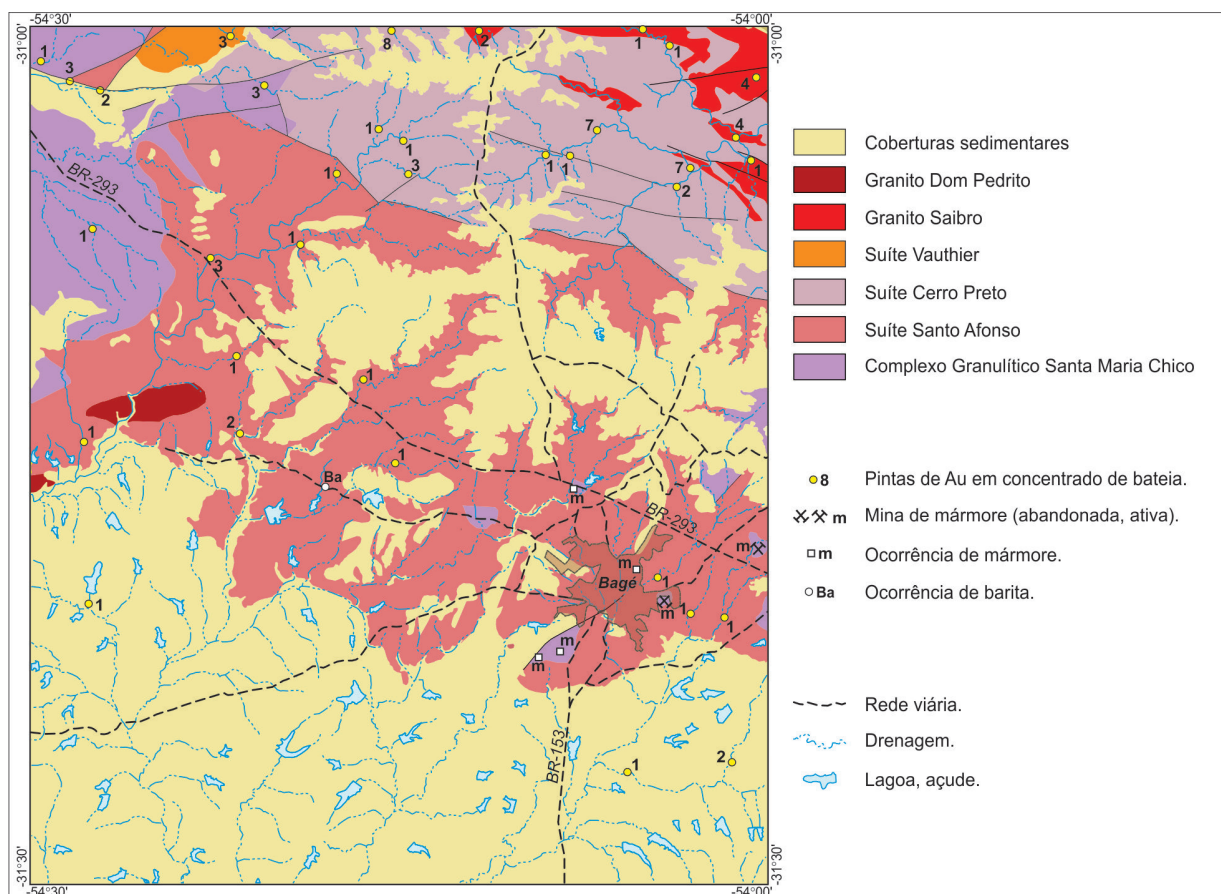


Figura 57 - Resultados de contagem de pintas de ouro em concentrados de bateia, posicionamento das ocorrências de mármore (m) próximo da cidade de Bagé e de um pequeno veio com barita e ametista (Ba).

5.1.1. Mármore

A mineração de mármore para uso como corretivo de solos pela Mineração Mônego Ltda., no limite leste da Folha Bagé, às margens da BR-293, tem significativa importância na arrecadação do município de Hulha Negra. Szubert e Presotto (1974), no Projeto Inventário de Calcário no Rio Grande do Sul, apresentam os resultados obtidos no levantamento das ocorrências ou jazidas de calcário conhecidas naquela ocasião no Rio Grande do Sul, com levantamentos geológicos e determinação das reservas inferidas,

das características químicas e petrográficas, efetuando o cadastro das ocorrências e indicação de áreas favoráveis a descoberta de novas ocorrências desse minério.

Segundo Szubert e Presotto (1974), no Município de Bagé localizam-se as maiores reservas de calcário do Estado (vale destacar que algumas dessas áreas pertencem hoje aos municípios de Hulha Negra e Candiota, emancipados de Bagé), distribuídas em três áreas principais: arredores da Cidade de Bagé, Distrito de Palmas e Cerro da Pedreira, além de outras áreas de ocorrências de menor importância.

No mapa da Folha Bagé na escala 1:100.000 situam-se as ocorrências ao redor da Cidade de Bagé, onde, num raio de não mais do que 10km do centro da cidade, são encontradas as ocorrências de Vila Mercedes (Pedras Brancas), Cerro de Bagé e Vila Santa Tereza, todas elas inativas e abandonadas marcadas por pedreiras preenchidas por lagos e sinais de antigas escavações, e a Mina da Mineração Mônego Ltda, atualmente em operação, situada mais a nordeste da cidade e da BR-293, já no Município de Hulha Negra (Figura 58). Nesses locais os calcários (mármore) formam lentes descontínuas de possança variada, apresentam granulação média a grossa, às vezes muito grossa, cores sempre claras até um branco leitoso e bandamento nítido a pouco perceptível, determinado por bandas milimétricas a centimétricas de cores esverdeadas a castanhas. Os mármore estão encaixados em gnaisses calcissilicatados, bandados e gnaisses tonalíticos/dioríticos, com atitudes concordantes NE-SW, aparentemente

marcando o flanco de uma megaestrutura dobrada intrudida por granitoides da Suíte Santo Afonso.

As atividades de pesquisa desenvolvidas por Eckert e Silva (1975) constaram do mapeamento geológico na escala 1:2.000 de 866,50ha, com a abertura de 7 poços escavados e 4 trincheiras de pesquisa, coleta e análise química de 13 amostras de superfície e realização de 7 sondagens rotativas a diamante (totalizando 462,85m), das quais resultaram 20 amostras de testemunhos com análise química. Os trabalhos de pesquisa permitiram caracterizar as seguintes reservas para a área da Vila Mercedes: (Reserva medida: 8.198.580 t; Reserva indicada: 17.160.000 t; Teor médio: 27,9% CaO; 13,1% MgO; 21,4% Resíduos insolúveis; 33,4% Perda ao Fogo).

A evolução da área urbana provavelmente ocupou muitas áreas de ocorrência de calcário nas proximidades da cidade de Bagé, inviabilizando a exploração desses bens minerais.



Mina de mármore Hulha Negra



Mina de mármore Hulha Negra



Fundos do IF Sul/Bagé (mina de mármore abandonada)



Cascalheira Municipal de Bagé

Figura 58 - Locais de produção de mármore (calcário dolomítico) para corretivo de solo. (A-B) Mineração Mônego Ltda, em atividade a NE da BR-293. (C) Lago da pedreira de mármore abandonada do IF Sul (Vila Mercedes). (D) Cascalheira municipal de Bagé no oeste do Cerro Bagé.

5.1.2. Barita

Um veio pequeno de barita foi identificado em uma raspagem na beira de estrada a oeste de Bagé e

serve como indicação da presença desse mineral nos granitoides da Suíte Santo Afonso (Figura 59). O potencial é pequeno em termos econômicos mas abre a possibilidade de se encontrar estruturas maiores em outras áreas dessa Suíte.

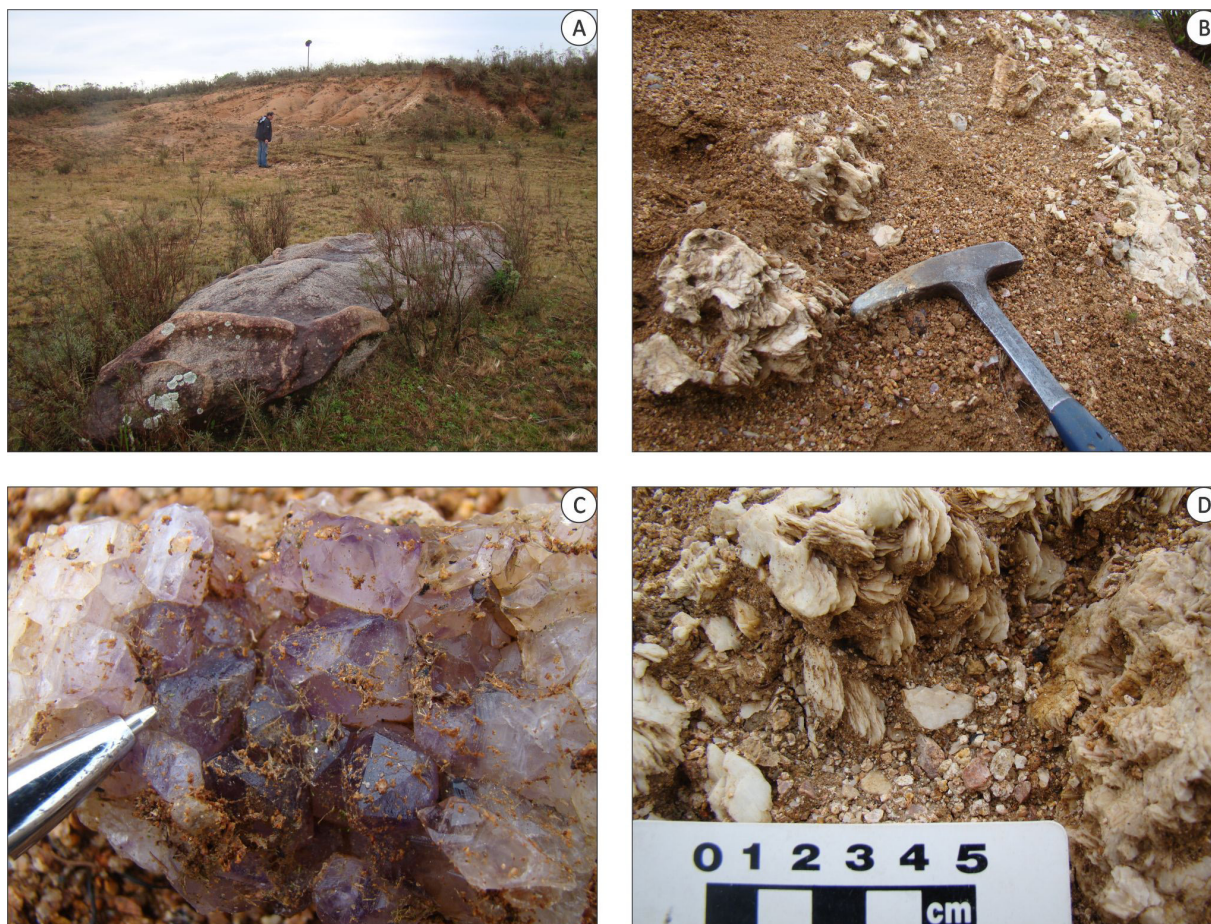


Figura 59 - Veio de barita em granito da Suíte Santo Afonso. (A-B) Situação do local de ocorrência. (C) Detalhe da ocorrência de ametista associada ao veio de barita. (D) Detalhe da barita formando cristais denominados de "Rosa do Deserto".

5.1.3. Materiais de Uso na Construção Civil

Pode ser referida, como de importância econômica local, a extração e transformação de materiais naturais para uso como agregados na construção civil, como as instalações da Pedreira da Britasul a oeste da cidade de Bagé e na Cascalheira Municipal de Bagé com extração de saibro (Figura 60).

Rodrigues et al. (2012) referem a existência de oito indústrias cerâmicas na região da Campanha, ainda que nenhuma com produção significativa no âmbito regional. Estes autores salientam, todavia, que a produção de cerâmica vermelha gaúcha pode ser ampliada pela exploração de novos polos, entre os quais o da Campanha, junto as cidades de Bagé, Hulha Negra e Candiota, em função da qualidade das argilas e da posição estratégica no MERCOSUL.

Soares et al. (1999), com base em uma "amostra de argila de morro" [sic] de uma olaria de Bagé,

apresentam resultados analíticos onde os valores da tensão de ruptura à flexão são superiores àqueles mínimos especificados para argilas para a produção de tijolos maciços (2,0 MPa) e para temperaturas de queima acima de 800°C. A amostra atende, ainda, a resistência mínima (5,5 MPa) para a produção de blocos cerâmicos, com absorção máxima de 20%. Outra amostra de um "solo de morro" [sic] de Bagé, bem drenado e de cor amarelada, analisada por Quintana et al. (2000), resultou as mesmas características.

Conforme Quintana et al. (1999), a olaria localizada em Bagé utiliza uma mistura de duas diferentes argilas em seus produtos, a qual consiste de duas partes de argila de morro (solo areado e drenado de cor amarela) e três partes de solos escuros de várzea, característicos de ambientes reduzidos. Parte da cinza produzida pela queima utilizando casca de arroz é destinada a mistura com a argila para a produção de tijolos, reduzindo o resíduo da indústria.

Grigoletti (2001) refere para esta indústria, no ano 2000, uma produção de 250.000 peças/mês (blocos, tijolos e tabelas para pré-laje); a produção

era consumida, na maior parte, pelo mercado local, com pequena parcela sendo exportada para o Uruguai.



Pedreira da BRITASUL (EC-161)



Casalheira Municipal de Bagé (EC-75)



Pedreira abandonada - Estação Vauthier - Estrada de Ferro (EC-002)

Figura 60 - Material utilizado para construção civil. (A) Pedreira em granito para produção de brita. (B) Saibreira da Prefeitura Municipal de Bagé (produção de saibro). (C) Pedreira abandonada de arenito utilizado como brita na estrada de ferro, no Ramal da Estação São Sebastião – Dom Pedrito (abandonada).

6. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

6.1. GEOQUÍMICA DE SEDIMENTO DE CORRENTE

6.1.1. Introdução

O tratamento geoquímico dos dados das folhas Igrejinha, Bagé, Aceguá, Passo São Diogo e Curral de Pedras foi executado de modo a identificar possíveis alvos prospectivos detectados nas amostragens de sedimentos ativos de corrente e de concentrados de minerais pesados em bateia (Figura 61).

Na interpretação de concentrados de minerais pesados, por se tratar de resultados semiquantitativos, não se aplicou nenhuma metodologia estatística para esta interpretação, como ocorreu com os sedimentos de corrente.

O primeiro ponto a destacar é que trabalho recentemente executado na SUREG-PA (Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense, 2015) identificou zonas de maior concentração de alguns elementos químicos e associações deles que geraram o que o referido projeto denominou de zonas anômalas. Uma dessas áreas, Dom Pedrito, ocorre no extremo norte da Folha Igrejinha. O relatório do Projeto Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense afirma, sobre esta área, o que segue: "A região próxima a Dom Pedrito mostra valores mais elevados, distinguindo-se associações importantes para As/Ba/Be/Co/Fe/Ga/Li/Mg / Mo/Ni/P/Sc/Ti/V/Zr e Cd/Hf/Pd. A primeira associação é comum em oxidados de manganês, bem como em rochas ultramáficas, podendo, por incluir muitos elementos, de forma total ou parcial, associar-se a alguns depósitos minerais. Um destes tipos de depósitos é o diamantífero. Na área de Dom Pedrito, vale repetir, ocorre concentração na segunda faixa de valores para diversas variáveis. Esta é uma área do Escudo na qual são observados anomalias e valores elevados para muitos dos elementos analisados, com ocorrência de rochas vulcânicas ácidas, básicas e granitoides, com predominância em área das primeiras. Alguns dos elementos que fazem parte desta associação ampla também ocorrem em rochas pegmatoides." "...destacam-se, para esta área, os elementos P e Ba, os quais, juntamente com os lineamentos E-W, as diversas anomalias magnéticas, a posição geotectônica de borda da Bacia do Paraná e a ocorrência de necks de pequeno porte (<4km) com quartzo-monzonito a quartzo-monzodiorito com augita e augita subcálcica no centro, contornados por sienito a quartzo-sienito com aegirina-augita, levam a indicar a área como favorável para prospecção de

rochas alcalinas e associadas (carbonatitos e kimberlitos)." "Outros elementos com valores altos e depletados nos carbonatitos, como Co, Ni, Sc, Ti, V e Zr, por exemplo, podem refletir litologias como as rochas vulcânicas básicas e ácidas ocorrentes na área."

A área denominada NE Bagé ocorre no leste da Folha Bagé, e sobre esta área o relatório do Projeto Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense afirma: "A região situada a nordeste da cidade de Bagé mostra valores elevados para Ba e V. A associação Ba-V é comum no ambiente sedimentar, em óxidos de manganês. O Vanádio também é elemento frequente em associações com rochas básicas, e também em associações comuns em carbonatitos, o mesmo ocorre com Bário. O Bário também é formador de ganga comum em depósitos de veios e de sulfetos maciços." "Cabe destacar que o Ba também ocorre na barita em veios nas principais ocorrências de minerais base e preciosos do Escudo. As porções do norte e do sul com altos valores do parâmetro F desta área indicam uma continuidade na prospecção nestes alvos."

A área Pedras Altas se situa no leste da Folha Passo São Diogo, sobre ela o relatório do Projeto Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense afirma: "A região de Pedras Altas apresenta concentrações mais destacáveis de Ce/Cu/Fe/Li/Mg/P/Sc/Ti/V/Zr. Enriquecimento de Fe/Ti/V/Mg/Cu são observados em depósitos destes bens minerais." "Nesta área, os elementos enriquecidos Cu, Fe, Mg, P, Sc, Ti e V não refletem as litologias dominantes na cartografia disponível. As zonas transcorrentes, os corpos magnéticos e os valores elevados do parâmetro F disseminados na área recomendam o adensamento da amostragem de sedimentos de corrente."

A área denominada Herval se situa fora, mas junto ao leste da Folha Curral de Pedras. Sobre ela discorre o relatório do Projeto Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense: "Nesta área podem ser observados valores elevados, na categoria dos maiores valores na área trabalhada, para os elementos Bi (poucos valores), Fe e K (também em poucas amostras), um único valor significativo de P, Rb em poucas amostras, Tb (que também ocorre a norte de Herval), Tl e U nas faixas logo abaixo da maior faixa de valores. Também se observa um valor elevado de V e alguns valores altos para Zr."

A Folha Igrejinha, na área mapeada, ocupa cerca de 2.600 km², sendo limitada em superfície pela fronteira com o Uruguai, Bagé foi a única das folhas que foi integralmente trabalhada, com 2.643 km².

As demais, Passo São Diogo, com 2.629 km², Aceguá, com 1.538 km², e Curral de Pedras, com 957 km², todas diminuídas no que se relaciona com o corte padrão de folhas 1:100.000, pela fronteira com o Uruguai.

Foram coletadas e enviadas para análise 694 amostras de sedimentos de corrente, sendo 201 na folha Passo São Diogo, 179 em Bagé, 151 em Igrejinha, 81 em Aceguá e 82 em Curral de Pedras.

As densidades de amostragem variaram, também em função, dentre outros fatores, da presença de sedimentos mais recentes. A densidade global média foi de aproximadamente uma amostra a cada 15 quilômetros quadrados, variando de cerca de 1 amostra a cada 19 km² em Aceguá para 1 a cada 15 km² em Bagé, 1 a cada 13 km² em Passo São Diogo, 1 a cada 12 km² em Curral de Pedras e uma amostra a cada 17 km² em Igrejinha.

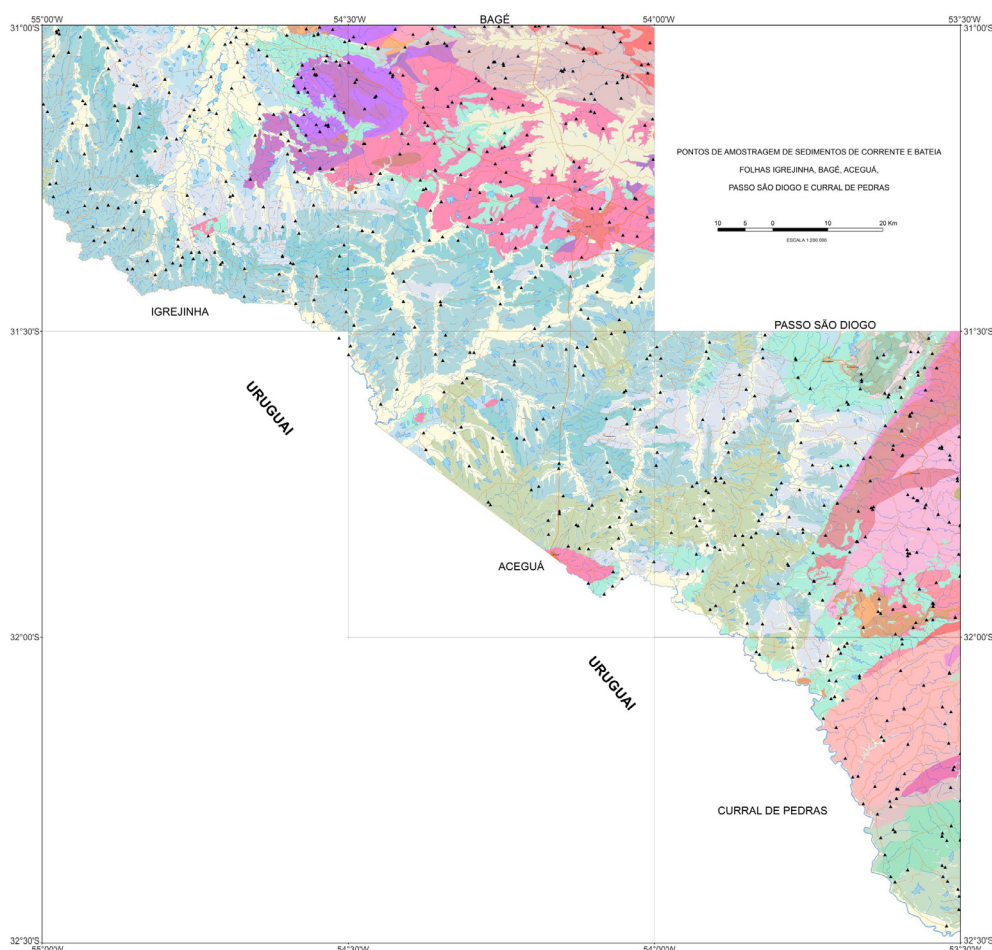


Figura 61 - Mapa com a distribuição da amostragem de sedimentos de corrente e bateia nas cinco folhas de mapeamento.

6.1.2. Metodologia

6.1.2.1. Metodologia de Campo

A fração granulométrica das amostras de sedimento de corrente foi estabelecida em <80# (0,175 mm) e a quantidade mínima de material é de 3 Kg, a preparação das amostras foi executada no laboratório da Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre.

Uma fração contendo entre 30 a 50 g de material de cada amostra foi encaminhada ao laboratório para análise, e seu complemento armazenado. As amostras coletadas (fração <80#) foram analisadas nos laboratórios da ACMELabs em Vancouver,

Canadá por ICP-MS no pacote "Group 1F-MS" para 53 elementos, com abertura através de água régia.

6.1.2.2. Metodologia Analítica e Tratamento Estatístico dos Dados

A metodologia de análise dos dados seguiu a mesma adotada no projeto Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense, iniciando-se com uma análise individual, por elemento químico analisado, definindo-se os limites de classes de valores pela metodologia EDA (Exploratory Data Analysis, descrita em Andriotti, 2010), aplicando-se os limites definidos nos boxplots individuais para estabelecimento de classes de valores.

Definindo-se IQR como sendo o intervalo interquartil (diferença numérica entre o terceiro quartil e o primeiro quartil), e levando-se em consideração os demais parâmetros como sendo a mediana e os próprios quartis supracitados, e denominando o primeiro quartil como Q I e o terceiro quartil como Q III, as classes definidas foram:

- desde o mínimo valor presente até (Q I - 1,5 IQR), correspondendo aos valores mais baixos da distribuição
- deste valor até a mediana
- desde a mediana até Q III
- de Q III até (Q III + 1,5 IQR)
- deste valor até o maior valor presente nos dados, o valor (Q III + 1,5 IQR) pode ser tratado como o threshold dos dados disponíveis, por representar a classe de valores mais elevados no conjunto dos dados disponíveis. As classes são todas definidas apenas em função de valores da própria distribuição, não levando em conta nenhum parâmetro de distribuição estatística subjacente aos dados.

Com base nessas faixas de valores foram gerados mapas por elemento químico, assinalando cada classe de valores com simbologia apropriada definida na legenda, idêntica para todos os elementos tratados. É importante ressaltar que nem todas essas classes estão presentes em todas as variáveis estudadas, em função da distribuição dos valores de cada uma delas. Estes mapas e seus resultados são comentados neste relatório. Esta etapa está aqui designada como Estatística Univariada e trata cada elemento químico analisado individualmente, sem considerar suas interações com os demais.

Alguns elementos químicos analisados apresentaram uma quantidade de amostras muito elevada com resultados referidos como menores que o seu limite inferior de detecção. Assim, comentários sobre sua distribuição nas áreas trabalhadas representam, em vários destes casos, apenas o registro de sua ocorrência em valores superiores a este limite inferior de detecção. Merecem registro os casos de B e Ta, com 494 dos 695 resultados abaixo deste limite, ou seja, cerca de 71% dos dados nesta situação, W (485 dados, ou 70%, abaixo do valor inferior de detecção do método), Pd (490 valores, 70%), Ge (474 valores, 68% do total), Re (431 dados, 62% do total), Pt (405 dados, 58% do total), In (394 dados, 57% do total), Te (361 dados, 52% do total), S (341 dados, 49% do total) e Se (318 dados, 46% do total), além de outros elementos com boa quantidade de valores

abaixo do limite inferior de detecção do método mas ainda passíveis de tratamento estatístico sem problemas na mesma dimensão dos acima citados, são os casos de ouro, com 129 valores qualificados (denominação dada a este tipo de resultado), ou seja, cerca de 18% do total dos dados obtidos, Hg (105 dados, 15% do total), Sb com 92 resultados qualificados (13% do total) e Hf (86 resultados, num total de 12% sobre o total enviado para análise).

Uma outra etapa da análise é o estudo das correlações lineares presentes, em que se busca ressaltar aquelas relações que, por sua magnitude, merecem algum destaque, elas são divididas em faixas também (superiores a 0,70, superiores a 0,80 e superiores a 0,90 em magnitude, tanto positivas quanto negativas). Uma etapa também trabalhada foi a da Estatística Multivariada, incluindo Análise de Agrupamentos e Análise de Componentes Principais, em que se busca identificar agrupamentos e associações de variáveis porventura existentes nos dados analisados.

Tendo em vista que as cinco folhas são contíguas, e que a geologia das mesmas é caracterizada pelas mesmas unidades litoestratigráficas e pelos mesmos padrões estruturais, foi feita uma análise integrada, que permite a verificação do conhecimento do comportamento geoquímico (paisagem geoquímica) na região como um todo.

6.1.3. Descrição do comportamento individual dos elementos químicos

A prata apresenta uma zona de valores significativos no extremo sul da Folha Bagé, com continuidade para o sul da Folha Igrejinha. Outros valores elevados ocorrem isolados na porção central da Folha Bagé.

O elemento Arsênio tem ocorrência importante em quase toda a Folha Igrejinha, ocorrendo também dois pontos isolados no norte da Folha Bagé e outros a sudoeste de Bagé.

O ouro ocorre de forma muito distribuída em toda a região e suas concentrações mais elevadas ocorrem no nordeste de Bagé.

O Bário ocorre em valores da faixa mais elevada em três locais amostrados no noroeste de Bagé.

Cobalto e Cerio ocorrem na porção oeste de Bagé.

Cromo apresenta concentração de vários pontos no noroeste de Bagé, e concentração de menor extensão no centro-sul da mesma folha.

Esta área vale repetir, apresenta concentração na faixa superior de diversos elementos químicos, podendo ser considerada, em função disto, como um alvo gerado por este projeto para futuras avaliações de mais detalhe.

Cobre apresenta concentração de valores elevados no noroeste de Bagé; também no centro norte de Bagé, bem próximo, ocorre Ferro (que também ocorre em outros poucos pontos isolados).

Mercurio aparece na Folha Bagé na sua porção sudoeste.

Potássio ocorre no centro da Folha Bagé.

Lantânio e Lítio também ocorrem como poucos pontos isolados e dispersos, Li um pouco mais importante na sua ocorrência em termos de quantidade de amostras, registrando-se três pontos no centro da folha Bagé. Escândio só ocorre no noroeste de Bagé com poucos pontos.

Manganês aparece espalhado em muitos locais em todas as folhas, repetindo-se em Pedras Altas, no noroeste de Bagé, no centro de Igrejinha e no extremo sul de Curral de Pedras, ou seja, naquelas áreas com maior repetição de concentração de valores elevados de diversos elementos ele também ocorre na sua faixa de valores mais elevada.

Sódio ocorre no noroeste de Bagé. Também no noroeste de Bagé ocorre Ni.

Fósforo ocorre em valores importantes de sua distribuição no norte de Bagé e também em pontos isolados no centro da Folha Bagé.

Zinco ocorre no noroeste de Bagé. Zircônio repete o comportamento do Zn, mas também com alguns pontos ao sul de Igrejinha.

Alguns dos elementos analisados têm concentrações na faixa superior mais restrita, poucos

pontos e em locais isolados, sem maiores associações registradas. É o caso do Urânio (noroeste de Bagé), Vanádio (também noroeste de Bagé).

Tório ocorre, ainda, em dois pontos isolados no nordeste de Bagé, já no limite da folha. Ti aparece no centro da Folha Bagé.

Estrôncio ocorre em quase toda a folha Igrejinha, com destaque para duas concentrações, uma no centro e outra no sul da folha, esta continuando até o sudoeste da folha Bagé.

No presente relatório são apresentados os histogramas obtidos para algumas variáveis pelo tratamento estatístico dos dados disponíveis, englobando as cinco folhas trabalhadas. Em termos de zonas de maior concentração conjunta de valores elevados para diversos elementos, quando do estudo univariado, cabe ressaltar algumas. Uma delas ocorre no centro leste e nordeste da Folha Bagé, alongando-se até a parte noroeste da mesma, na qual dominam as litologias do Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Esta zona tem continuidade até a porção nordeste da folha Igrejinha. Nessa área também afloram o Granito Saibro, e a Suíte Vauthier. Outra zona de relativa concentração de valores mais elevados para vários elementos analisados ocorre na porção central da Folha Bagé, em zonas mapeadas como Suíte Santo Afonso e Granito Dom Pedrito.

De um modo geral, comparativamente com os resultados obtidos no Escudo Sul-Riograndense, os valores dos resultados analíticos de sedimentos de corrente dessas áreas objeto do presente estudo foram bem mais elevados para Nb, Sn, e Th, e bem mais baixos para Ba, Ca e Sr no que no Escudo Sul-Riograndense como um todo. São apresentados, no presente relatório, histogramas dos principais elementos tratados estatisticamente e tabela (Tabela 1) com os parâmetros estatísticos principais destas variáveis.

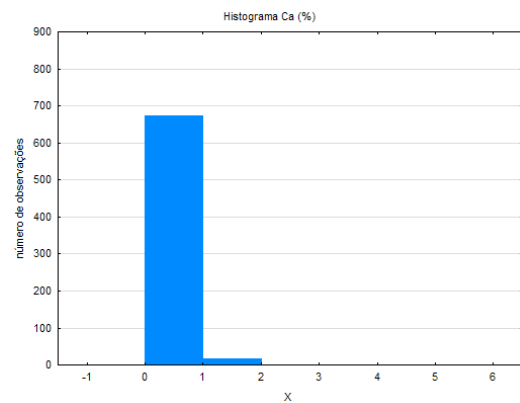
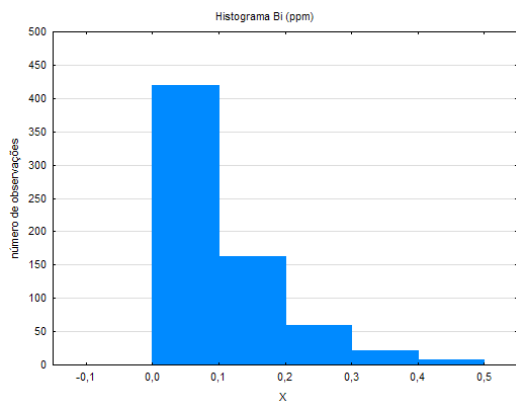
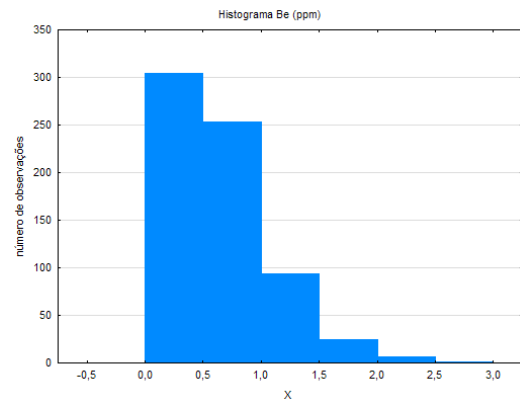
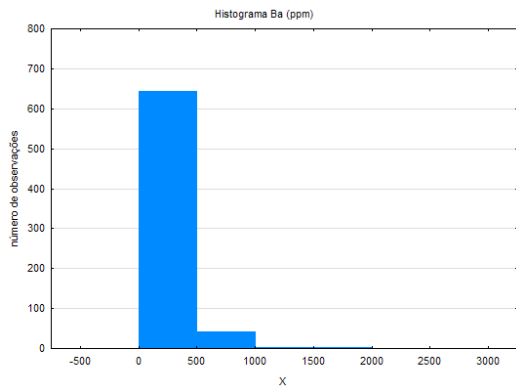
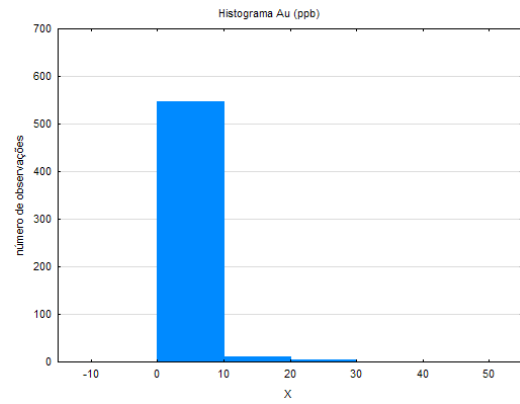
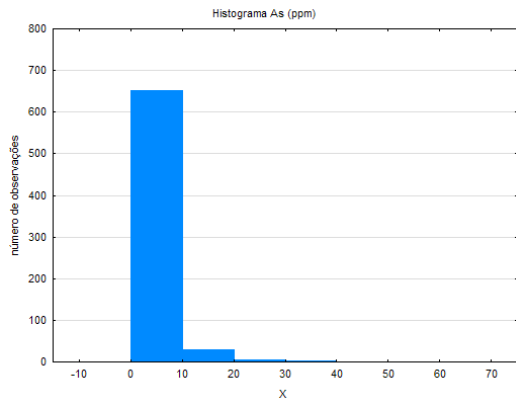
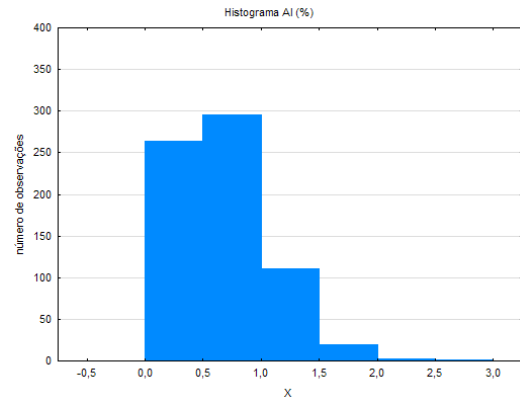
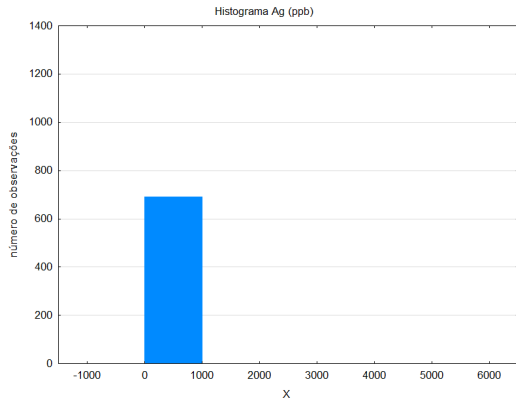
Tabela 1 - Tabela com os parâmetros principais das variáveis geoestatística.

VARIÁVEL	N	MÉDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	I QUARTIL	III QUARTIL	RANGE	IQR
Ag (ppb)	694	34,70	18,00	2,00	5777,00	12,00	28,00	5775,0	16,00
Al (%)	694	0,69	0,65	0,05	2,68	0,38	0,93	2,6	0,55
As (ppm)	691	3,77	2,50	0,20	66,20	1,40	4,40	66,0	3,00
Au (ppb)	565	1,71	0,70	0,10	42,70	0,30	1,40	42,6	1,10
B (ppm)	200	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,0	0,00
Ba (ppm)	694	208,67	134,75	6,20	2987,30	84,50	247,30	2981,1	162,80
Be (ppm)	683	0,69	0,60	0,05	2,60	0,30	0,90	2,6	0,60
Bi (ppm)	668	0,10	0,08	0,01	0,46	0,04	0,15	0,5	0,11
Ca (%)	693	0,28	0,20	0,01	5,16	0,10	0,35	5,2	0,25
Cd (ppm)	635	0,05	0,03	0,01	0,63	0,02	0,06	0,6	0,04

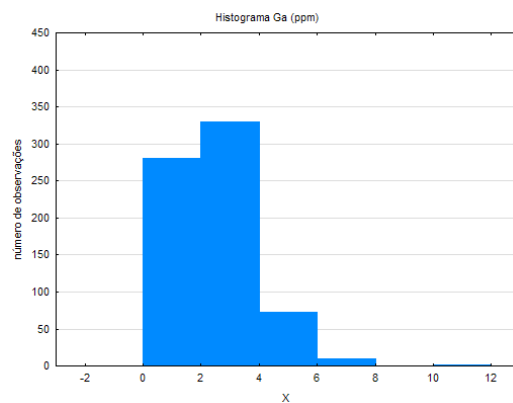
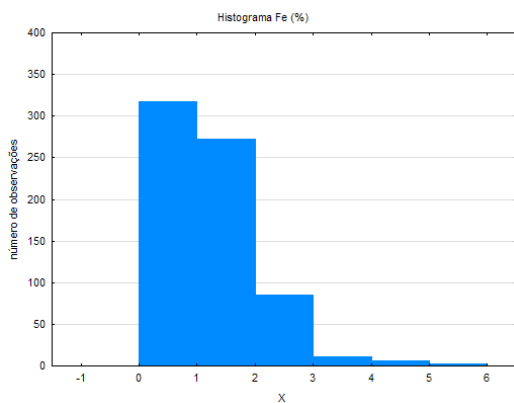
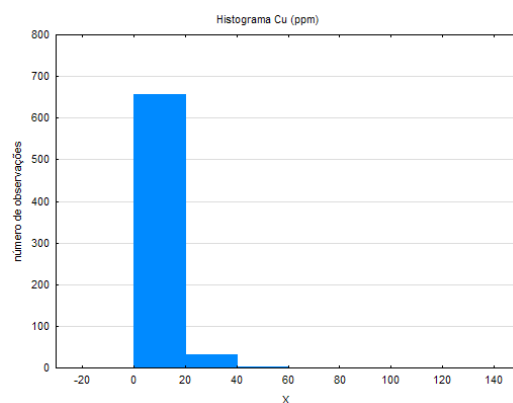
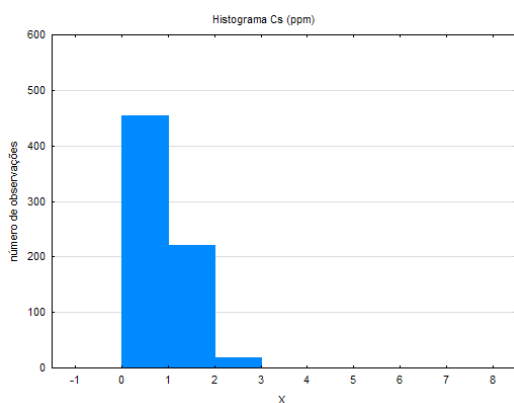
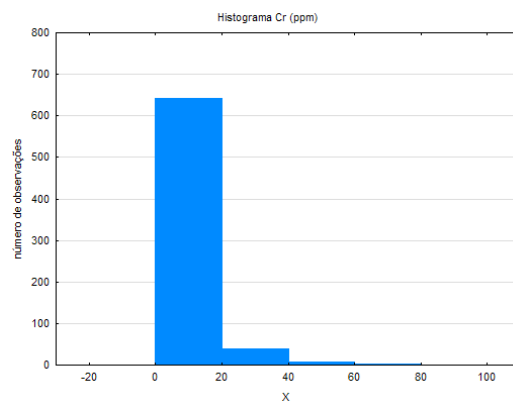
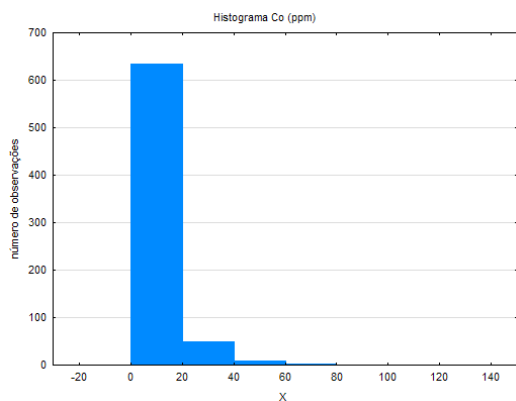
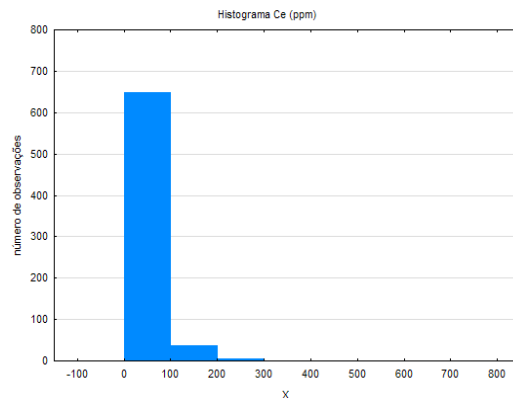
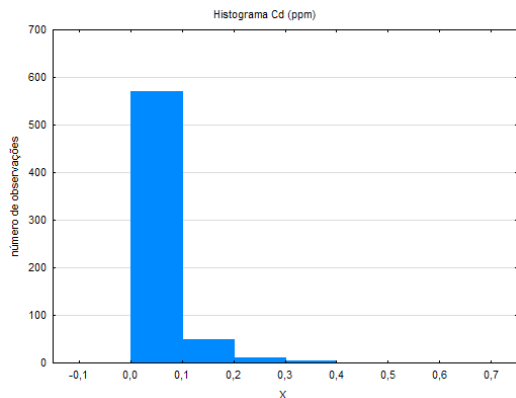
continua

VARIÁVEL	N	MÉDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	I QUARTIL	III QUARTIL	RANGE	IQR
Ce (ppm)	694	52,31	44,20	3,20	725,90	26,20	64,70	722,7	38,50
Co (ppm)	694	9,52	7,25	0,30	126,60	4,00	11,40	126,3	7,40
Cr (ppm)	694	9,07	7,10	0,70	93,40	4,30	9,80	92,7	5,50
Cs (ppm)	694	0,88	0,83	0,12	7,40	0,50	1,15	7,3	0,65
Cu (ppm)	694	7,68	5,47	0,64	120,72	3,38	9,41	120,1	6,03
Fe (%)	694	1,24	1,07	0,08	5,61	0,68	1,65	5,5	0,97
Ga (ppm)	694	2,47	2,30	0,20	10,50	1,40	3,30	10,3	1,90
Ge (ppm)	220	0,06	0,05	0,05	0,40	0,05	0,05	0,4	0,00
Hf (ppm)	608	0,06	0,05	0,01	0,30	0,03	0,07	0,3	0,04
Hg (ppb)	589	14,22	11,00	2,50	100,00	6,00	17,00	97,5	11,00
In (ppm)	300	0,02	0,01	0,01	0,07	0,01	0,02	0,1	0,01
K (%)	690	0,08	0,07	0,01	0,36	0,04	0,11	0,4	0,07
La (ppm)	694	22,30	19,10	1,00	365,80	11,90	27,90	364,8	16,00
Li (ppm)	694	5,22	4,70	0,20	26,20	2,40	7,20	26,0	4,80
Mg (%)	692	0,15	0,12	0,01	0,95	0,06	0,20	0,9	0,14
Mn (ppm)	693	761,00	510,00	26,00	6404,00	282,00	874,00	6378,0	592,00
Mo (ppm)	677	0,35	0,23	0,01	11,47	0,12	0,41	11,5	0,29
Na (%)	688	0,01	0,01	0,00	0,18	0,01	0,02	0,2	0,01
Nb (ppm)	691	0,15	0,12	0,02	1,03	0,07	0,19	1,0	0,12
Ni (ppm)	694	6,72	4,80	0,50	65,00	2,80	8,30	64,5	5,50
P (%)	694	0,03	0,02	0,00	0,25	0,01	0,03	0,2	0,02
Pb (ppm)	694	11,34	9,21	1,19	114,04	5,43	14,54	112,9	9,11
Pd (ppb)	204	5,12	5,00	5,00	12,00	5,00	5,00	7,0	0,00
Pt (ppb)	289	1,61	1,00	1,00	10,00	1,00	2,00	9,0	1,00
Rb (ppm)	694	12,92	11,80	0,60	63,10	6,20	17,90	62,5	11,70
Re (ppb)	263	0,80	0,50	0,50	5,00	0,50	1,00	4,5	0,50
S (%)	353	0,02	0,01	0,01	0,36	0,01	0,03	0,4	0,02
Sb (ppm)	602	0,06	0,04	0,01	1,03	0,02	0,07	1,0	0,05
Sc (ppm)	694	2,04	1,90	0,20	7,50	1,20	2,70	7,3	1,50
Se (ppm)	376	0,20	0,20	0,05	2,10	0,10	0,20	2,1	0,10
Sn (ppm)	676	0,79	0,50	0,10	62,30	0,30	0,70	62,2	0,40
Sr (ppm)	694	41,59	26,00	0,70	2703,30	15,00	45,20	2702,6	30,20
Ta (ppm)	200	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,0	0,00
Te (ppm)	333	0,03	0,02	0,01	0,17	0,01	0,03	0,2	0,02
Th (ppm)	694	6,98	4,10	0,30	543,20	2,30	6,30	542,9	4,00
Ti (%)	693	0,01	0,01	0,00	0,11	0,00	0,02	0,1	0,01
Tl (ppm)	689	0,13	0,11	0,01	1,05	0,06	0,18	1,0	0,12
U (ppm)	693	1,23	1,00	0,05	16,30	0,52	1,60	16,3	1,08
V (ppm)	692	20,54	17,00	1,00	93,00	11,00	27,00	92,0	16,00
W (ppm)	209	0,07	0,05	0,05	4,50	0,05	0,05	4,5	0,00
Y (ppm)	694	8,03	6,96	0,58	62,53	4,11	10,40	62,0	6,29
Zn (ppm)	694	24,69	22,20	1,40	121,20	13,00	33,00	119,8	20,00
Zr (ppm)	694	1,81	1,50	0,20	16,40	0,90	2,30	16,2	1,40

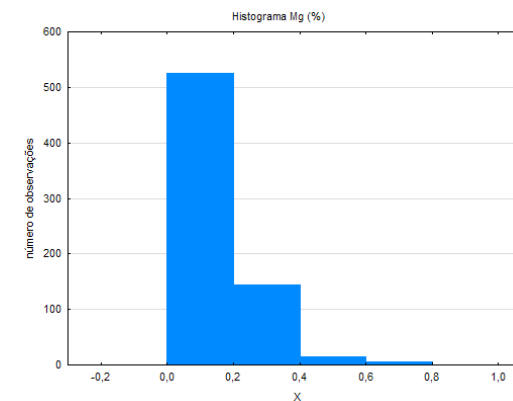
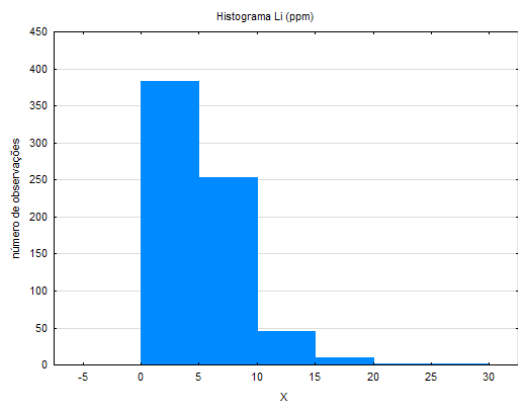
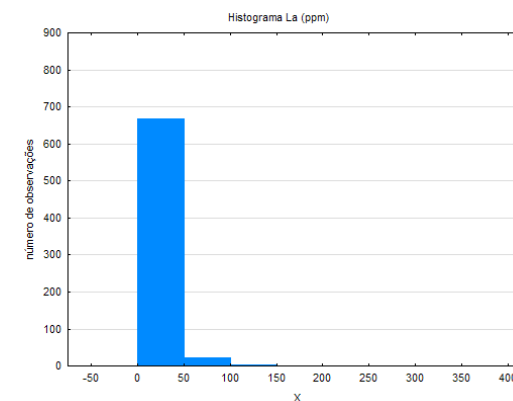
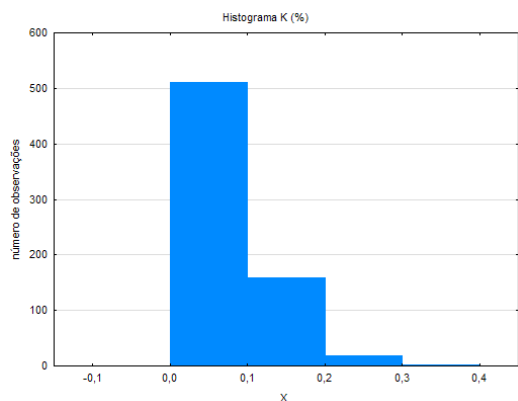
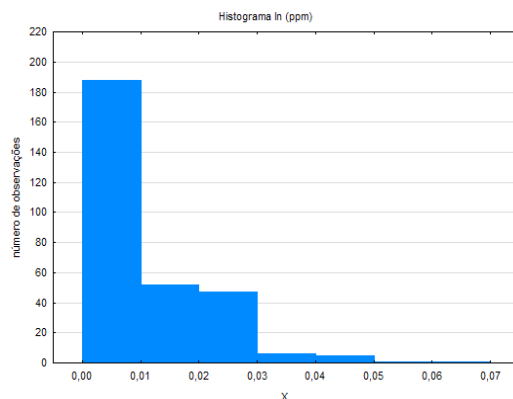
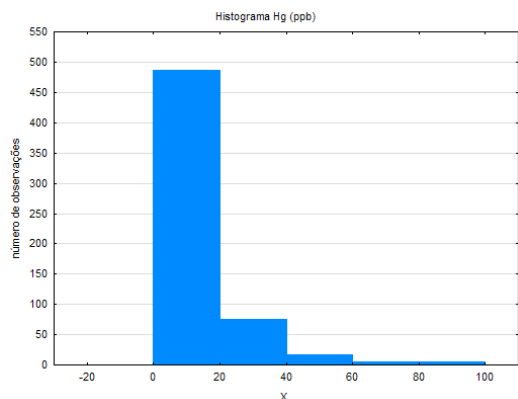
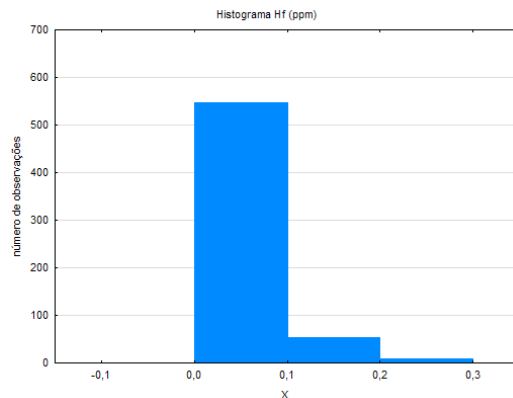
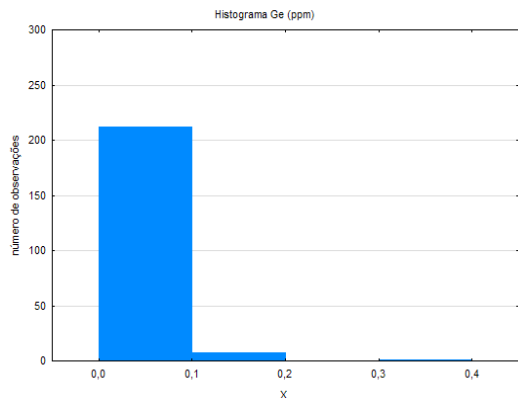
Histogramas dos principais elementos analisados



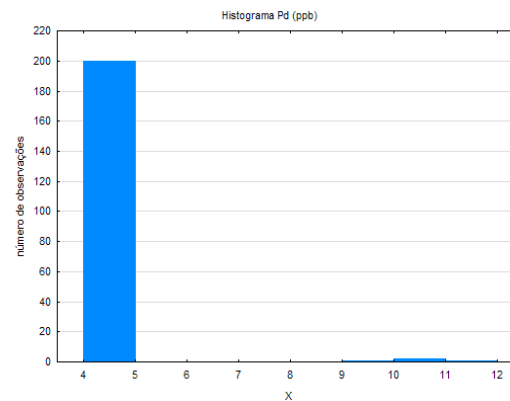
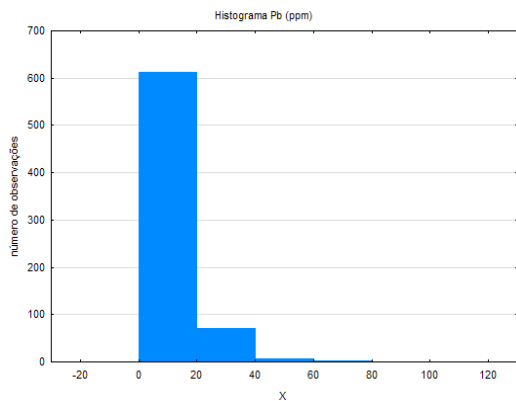
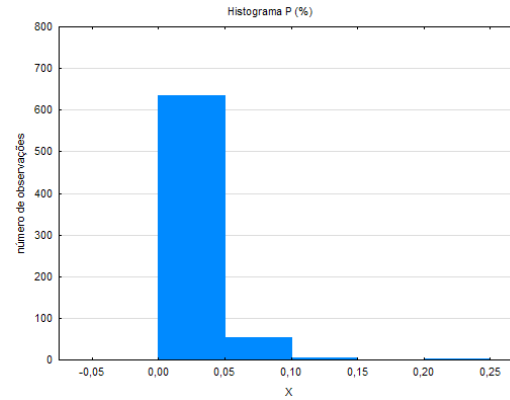
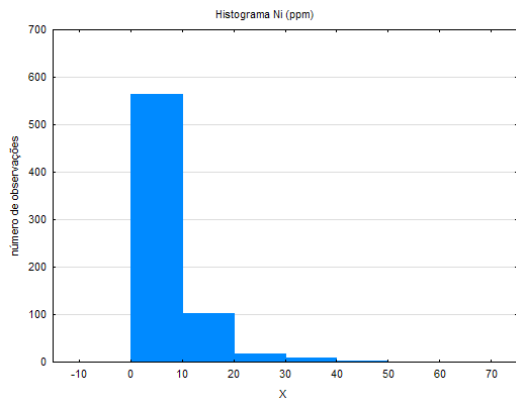
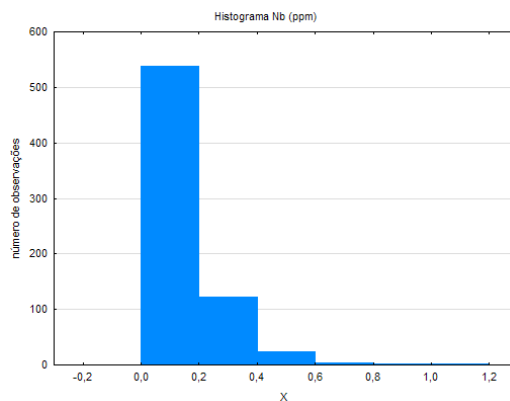
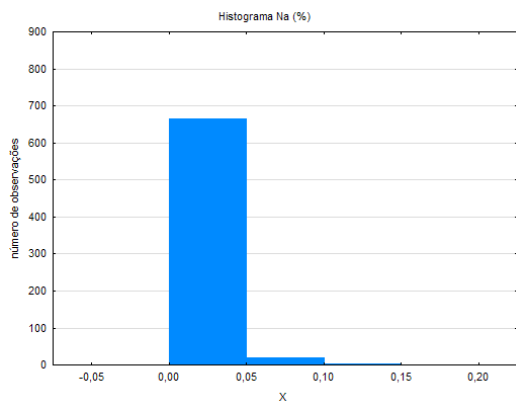
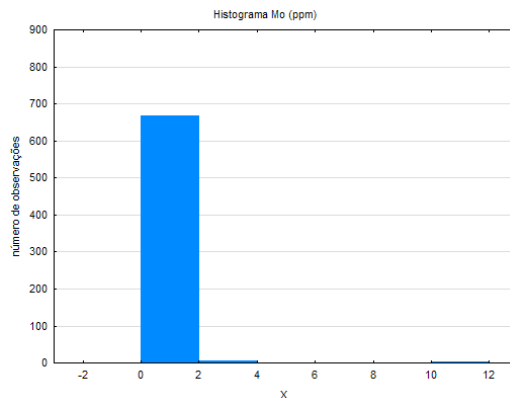
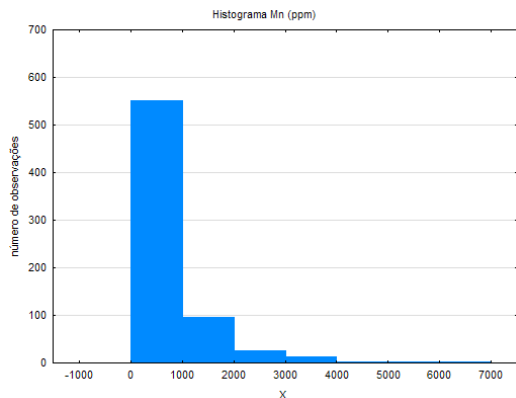
continua



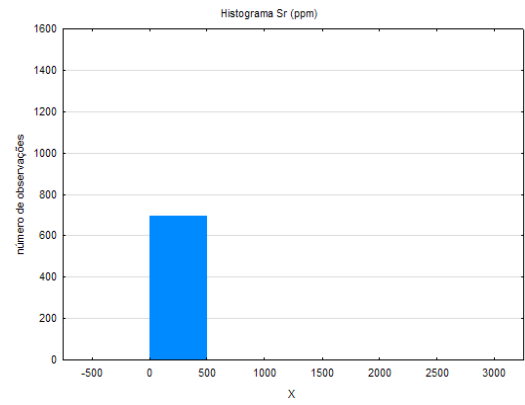
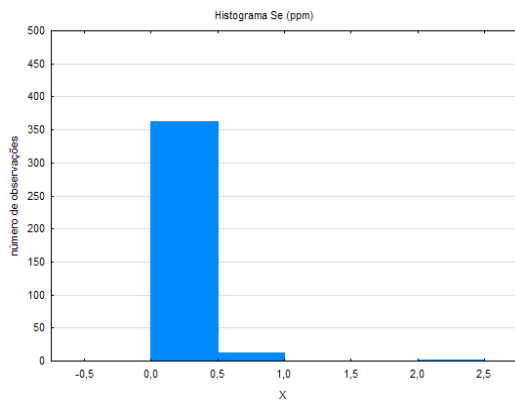
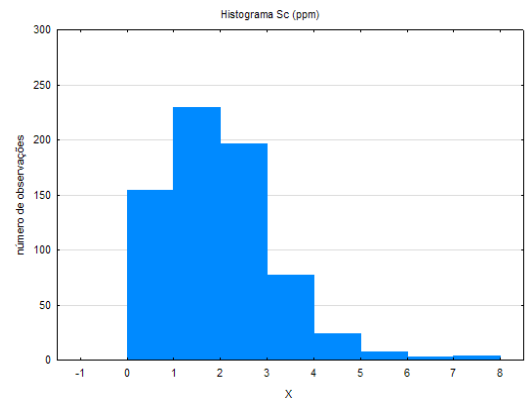
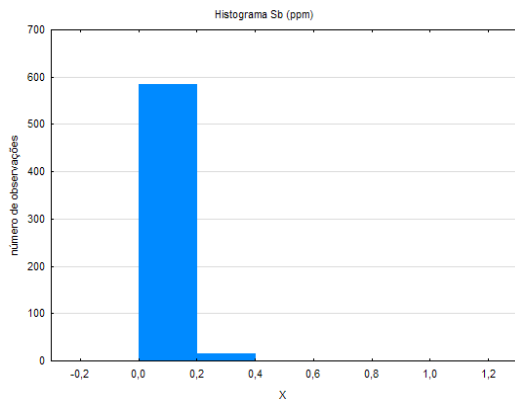
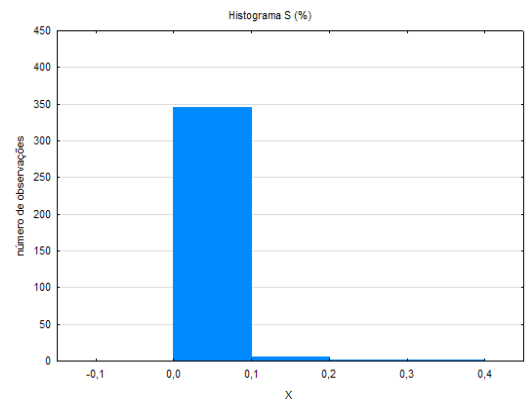
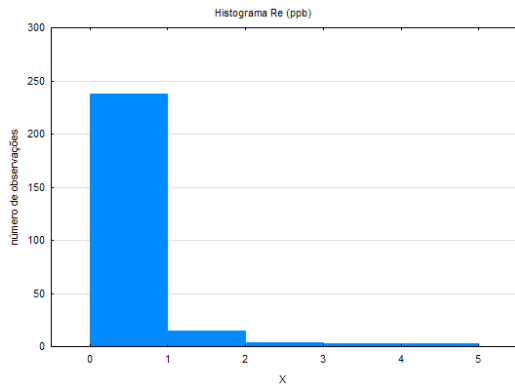
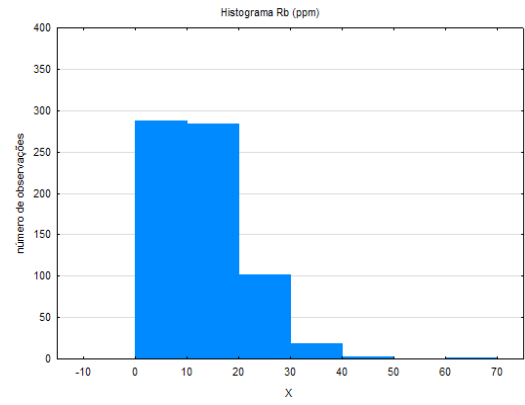
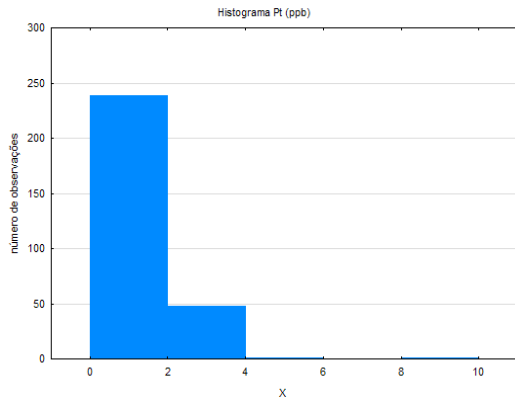
continua



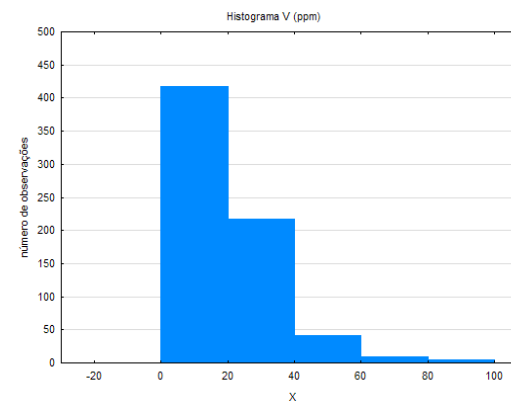
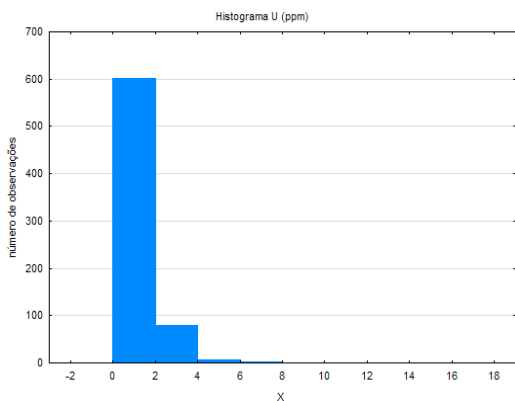
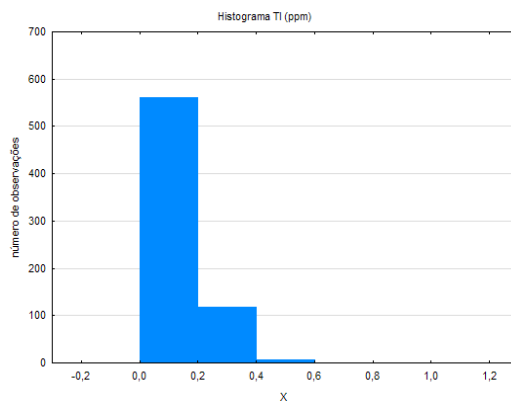
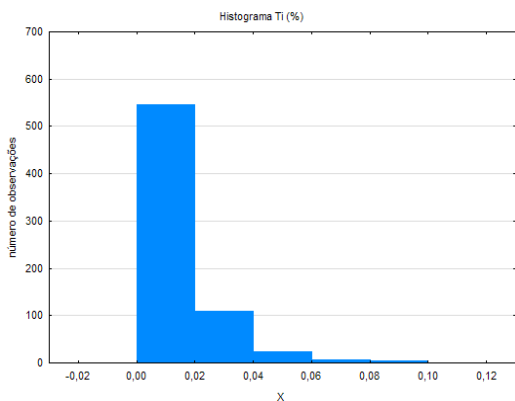
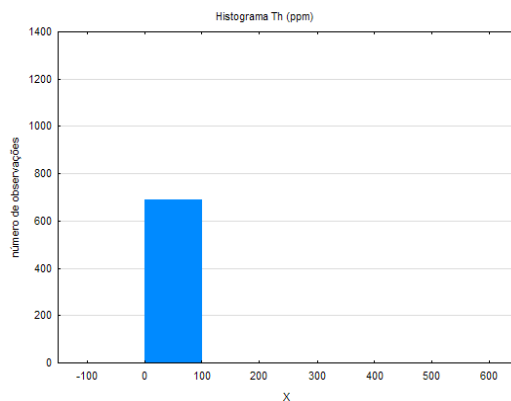
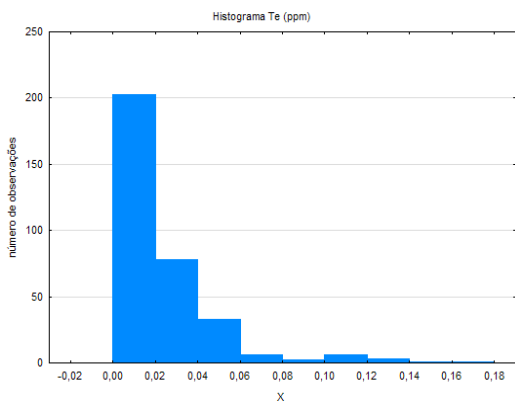
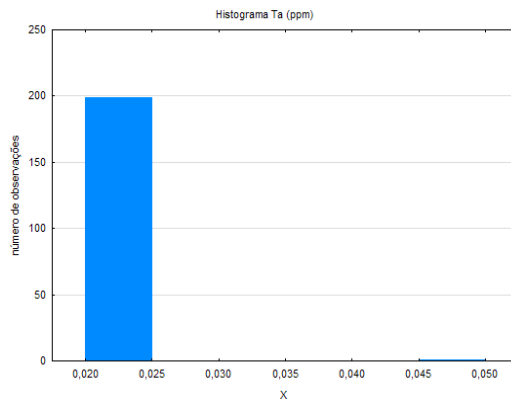
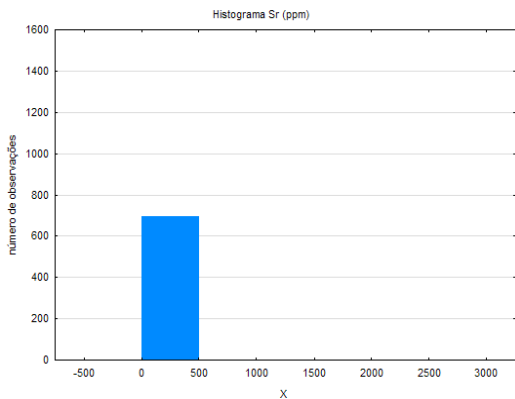
continua



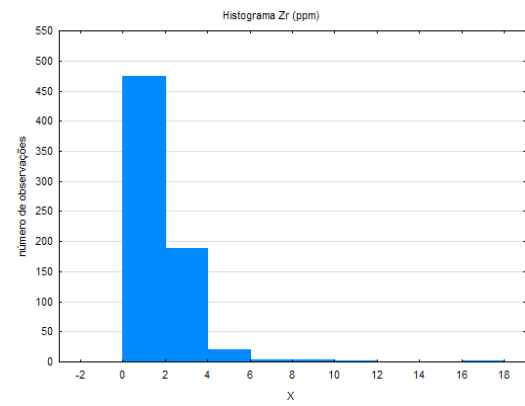
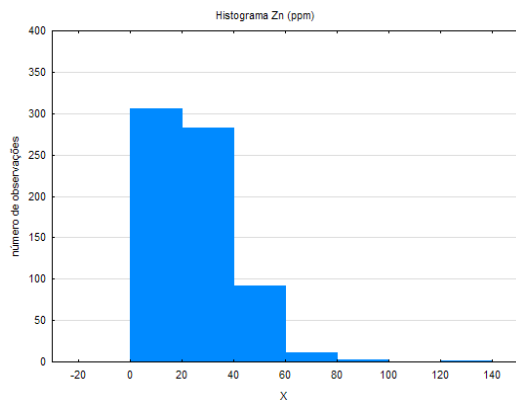
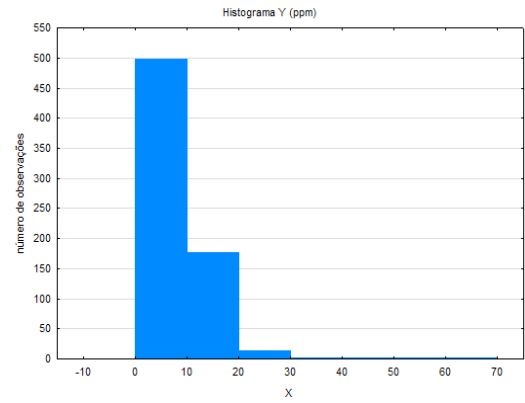
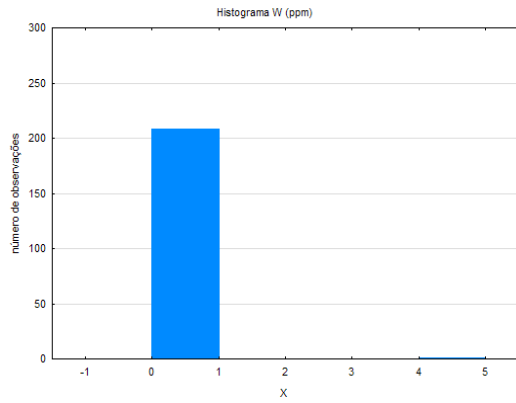
continua



continua



continua



6.1.4. Tratamento dos Dados e Resultados Obtidos

6.1.4.1. Correlações Lineares

A simples tabulação dos valores de correlação linear classifica estas associações por ordem de grandeza como segue:

i. coeficientes de correlação maiores que 0,90: Ag/Sn, Al/Ga, Al/Sc e Hf/Zr;

ii. coeficientes de correlação maiores que 0,80: Sc/Ga, Li/Ga, Co/Mn e Li/Mg;

iii. coeficientes de correlação maiores que 0,70: ocorrem em muito maior quantidade, são Ga/Mg, As/Cd, Cs/Rb, Bi/Tl, Sc/Zn, Al/Mg, Fe/V, As/Pb, As/Co, Al/Li, Fe/Zn, Al/Zn, Cs/Li, Co/Ni, Rb/Tl, Fe/Sc, Cd/Pb, Co/Pb, As/Mn, Li/Zn, Be/Sc, Al/Rb, As/Sb, Be/Y e Be/Zn.

Estes valores dos coeficientes de correlação linear são estatisticamente significativos porque resultam de uma grande quantidade de valores utilizados. Deve ser salientado, entretanto, que as correlações lineares foram determinadas incluindo-se as influências de todos os grupos litológicos que contribuíram até os pontos de coleta das amostras enviadas para análise, com mistura de rochas máficas e diques básicos com áreas de rochas graníticas e sedimentares. Nesta diversidade litológica, correlações como Co x Ni, apenas como exemplo, mostram significativa diversidade. Apenas estudos de correlações lineares em mais detalhe, separando contribuições das bacias de captação para cada amostra, poderiam representar com mais acuracidade as correlações internamente às unidades mapeadas.

6.1.4.2. Estatística Multivariada

Neste tipo de análise, por haver interação entre todas as variáveis, a retirada de variáveis com elevado índice de valores qualificados permite que se verifique com maior representatividade em área as interrelações presentes entre as variáveis tratadas. Onze destas variáveis foram retiradas pelo seu alto percentual de valores qualificados (B, Ta, W, Pd, Ge, Re, Pt, In, Te, S e Se), mais Au, Hg, Sb e Hf para aumentar significativamente a quantidade de amostras incluídas, com o fito de obter representatividade em grande parte da área de trabalho. Mantendo-se Au e Hg, por exemplo, se obtém escores em 430 amostras, e com a retirada desses elementos do tratamento multivariado, o número de amostras incluídas sobe para 614, ou seja, cerca de 88% das amostras são representadas no tratamento, contra os cerca de 62% da situação anterior. Por não apresentarem

diferenças significativas optou-se por privilegiar uma maior quantidade de amostras incluídas, com maior cobertura em área. Assim, os resultados de estatística multivariada são referidos em uma base com 38 variáveis, ressaltando-se novamente a não significância da exclusão das variáveis excluídas por serem os resultados obtidos com elas similares aos obtidos com sua exclusão.

6.1.4.3. Análise de Componentes Principais

Oito componentes principais foram retidas para estudo, executando-se Análise Fatorial com elas e introduzindo-se Rotação Varimax, o que aumentou a adesão das variáveis aos eixos de explicação percentual dos mesmos. Na retenção foi adotado o critério de escolher apenas as componentes principais que tivessem autovalores maiores ou iguais a um. Mesmo nestes retidos há componentes principais com pouco percentual de explicação sobre a variabilidade total dos dados. Se considerarmos que foram retidas 38 variáveis, cada variável representaria em torno de 2,6% da variabilidade total dos dados (dado médio teórico, uma vez que variáveis com maior variabilidade podem explicar um percentual maior). A primeira variável hipotética gerada (resultado dessa aplicação de Estatística Multivariada) apresentou um percentual de explicação sobre a variabilidade total em torno de 36,9%, a segunda explicou em torno de 11,2%, a terceira explicou cerca de 8,3%, a quarta, cerca de 7%, a quinta cerca de 5,9%, a sexta cerca de 4,1%, a sétima cerca de 3,4% e a oitava aproximados 2,7%. As duas primeiras novas variáveis geradas explicam, assim, em torno de 48,1% da variabilidade total dos dados trabalhados na Estatística Multivariada, o que permite se avaliar que a aplicação conseguiu um dos seus objetivos principais, que é a simplificação do problema com a diminuição de variáveis a serem tratadas. Na composição simplificada a seguir explicitada se reteve as variáveis cuja correlação com a componente retida superasse o valor de 0,70. Os escores fatoriais das cinco primeiras componentes foram estudados estatisticamente sob a ótica univariada, para cada um deles foi feita a mesma divisão em classes de valores que para as variáveis individuais (os elementos químicos analisados). Os resultados estão comentados junto com cada uma das componentes interpretadas. A primeira componente principal é composta pela associação Al/Fe/Mg/Ni/Cr/Ga/Sc/ V/Zn. Esta associação, que mostra a relação estreita entre Ni, Cr, V e Fe, dentre outros elementos, pode indicar que os óxidos e os hidróxidos de Fe podem exercer controle na distribuição de Ni e Cr e que Cr e V juntos pode ser representativo de controle de minerais ferromagnesianos e/ou minerais argilosos.

Esta associação pode representar o efeito dos minerais ferromagnesianos das rochas originárias das amostras, e também, representar a importância das frações mais finas nas mesmas. A associação Cr/Ni/Mg é significativa em áreas de rochas ultramáficas. Vanádio também se associa com zinco em alguns depósitos sulfetados.

A associação representada pela primeira componente principal pode refletir variações controladas pela quantidade de óxidos de ferro e de minerais argilosos nos sedimentos de corrente, também pode refletir o background da área. Uma observação é a de que a associação Fe/Ni/Mg também é comum em muitos depósitos de sulfetos, podendo indicar sua adição por sistemas hidrotermais ao longo de zonas de falhas, por exemplo. Os valores mais elevados para esta associação se concentram em algumas zonas específicas, uma delas no norte de Bagé se estendendo até Igrejinha, em áreas drenadas de litologias variadas, como suítes Santo Afonso e Cerro Preto (ambas em Bagé) e formações Serra Alta e Irati em Igrejinha. Outra zona com concentração de valores mais altos para esta associação ocorre no sul de Passo São Diogo e norte de Curral de Pedras, em áreas drenadas com diques riolíticos, Suítes Dom Feliciano e Herval, Formação Cerro Chato; uma outra concentração de pontos ocorre em Aceguá, em áreas drenadas das formações Rio do Rasto e Teresina.

A segunda componente principal retida para interpretação é composta por As/Ba/Cd/Co/Mn/Pb. A associação de As com Pb é utilizada como indicadora da presença de chumbo em quantidades importantes em certos locais, o arsênio é elemento relativamente móvel em ambientes oxidantes e pouco móvel em ambientes redutores, e pode indicar a presença de sulfetos na bacia de captação das amostras. A associação Mn/Co indica atividade de coprecipitação de óxidos de Manganês. Ba e Co, dentre outros, podem representar a ocorrência de óxidos de manganês nas rochas originais, também é associação comum de alguns desses elementos em metassedimentos. Esta componente apresenta valores importantes em 3 zonas principais, a maior delas em superfície, situada no oeste de Bagé e quase todo o norte e centro de Igrejinha, na área do Complexo Granulítico Santa Maria Chico principalmente, a outra zona importante ocorre desde Candiota e dali para oeste, até a Folha Aceguá, sobre rochas sedimentares, e a terceira zona importante ocorre no norte de Curral de Pedras, em rochas sedimentares também, mesmas unidades da zona anteriormente descrita.

A terceira variável hipotética gerada é composta pela associação Th/U/Zr, é uma associação que pode representar a contribuição das rochas graníticas na

composição da amostra coletada, devendo ser lembrado que estes elementos também são comuns em zonas de ocorrência de rochas carbonatíticas, inclusive nas zonas mineralizadas. Também têm ocorrência comum nas proximidades de rochas greisenizadas a Sn, e em pegmatitos. Esta associação é indicativa da presença de rochas radioativas. Esta componente é importante no norte de Bagé, no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, outra zona ocorre desde o sul de Passo São Diogo até Curral de Pedras, sobre rochas da Suíte Herval e do Granito Dionísio. As duas ocorrências principais em termos de valores e de extensão superficial ocorrem, portanto, sobre rochas félsicas. Esta zona se repete na quarta componente principal, descrita a seguir, que tem, também, afinidade, em sua composição, com rochas graníticas.

A quarta variável gerada é formada por Cs/Rb/K. Os elementos Rb e Cs têm ocorrência comum em áreas de rochas greisenizadas a Sn e também nas proximidades de escarnitos a Sn. Esta associação é comum em rochas félsicas. Esta componente ocorre, além da zona descrita na componente anterior, também com poucos pontos na Folha Igrejinha, sobre rochas sedimentares.

A quinta variável reflete o comportamento da associação dos elementos Ag e Sn. A presença de Sn em sedimentos de corrente tem a propriedade de representar bem a distinção entre granitos estaníferos e não estaníferos, e a presença de Ag em sedimentos de corrente em valores elevados pode ser indicativa da proximidade de depósitos sulfetados (a prata se associa, além do ouro, ao As e ao Sb em muitos depósitos minerais, também com Pb e Zn em depósitos sulfetados destes elementos). Esta quinta componente principal ocorre com grande extensão superficial e em valores mais elevados em toda a porção lesta das folhas Passo São Diogo e Curral de Pedras, delimitando perfeitamente a Suíte Herval e o Granito Dionísio, nesta zona existem muitos valores altos para esta associação, esta componente funciona praticamente como um marcador destas unidades.

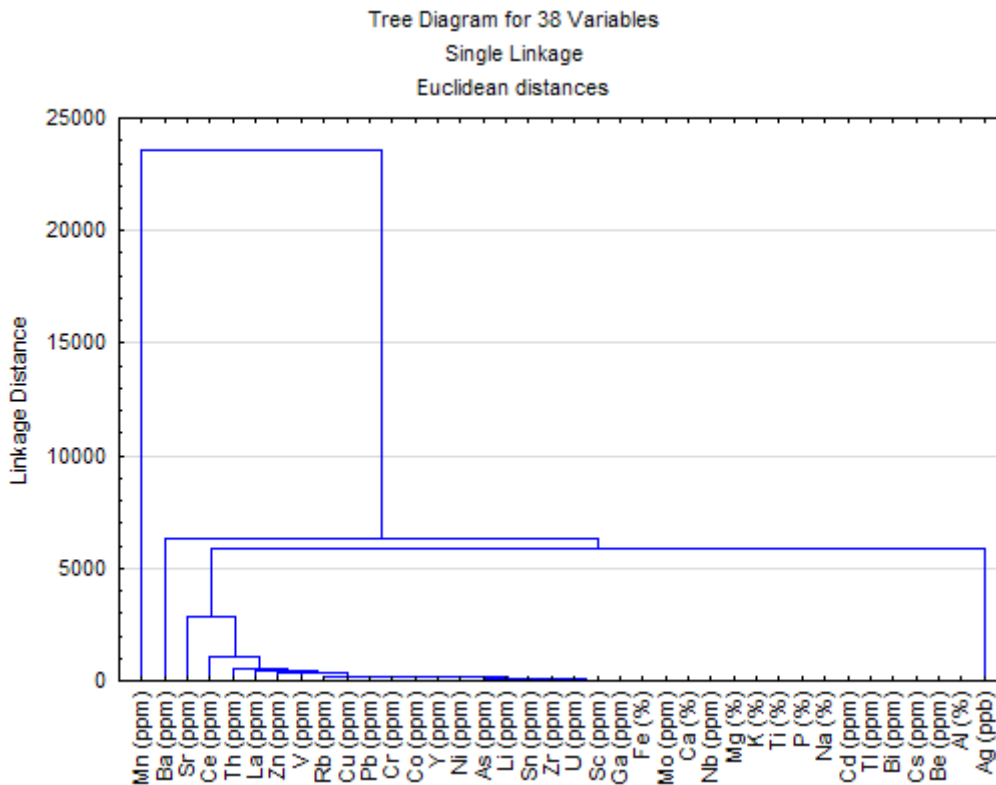
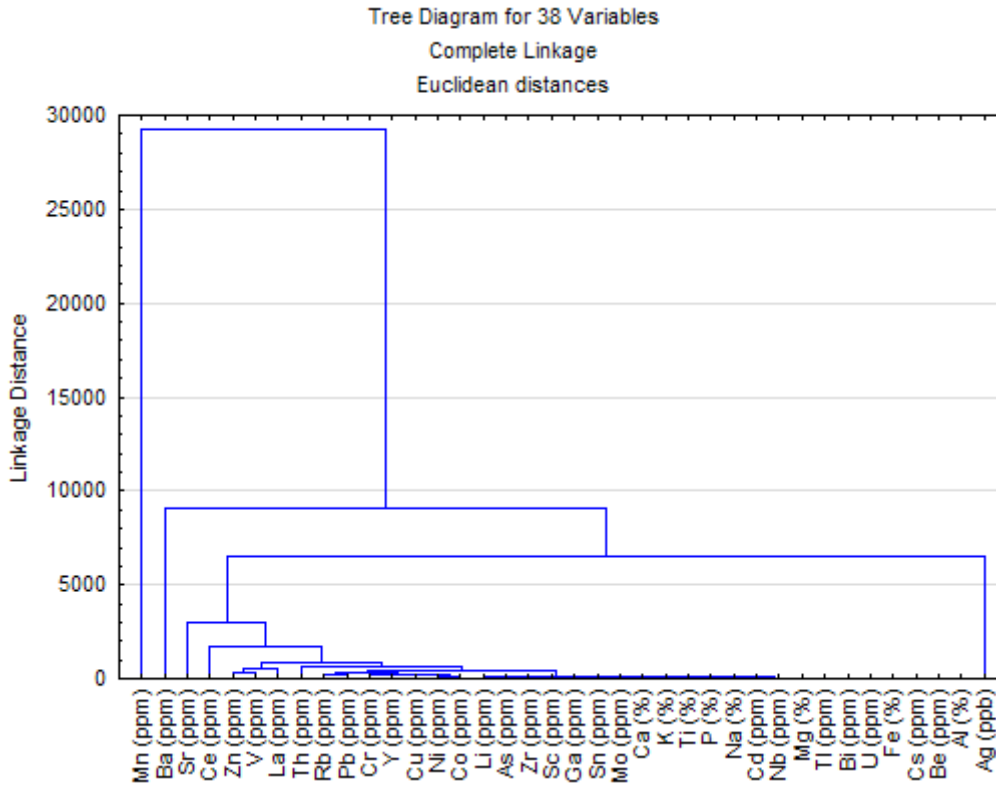
A outra zona onde esta associação ocorre é no Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Afora essas duas concentrações, ocorrem mais alguns poucos pontos isolados e dispersos, sem marcar fortemente a presença de qualquer litologia ou unidade, como ocorre no Passo São Diogo e Curral de Pedras.

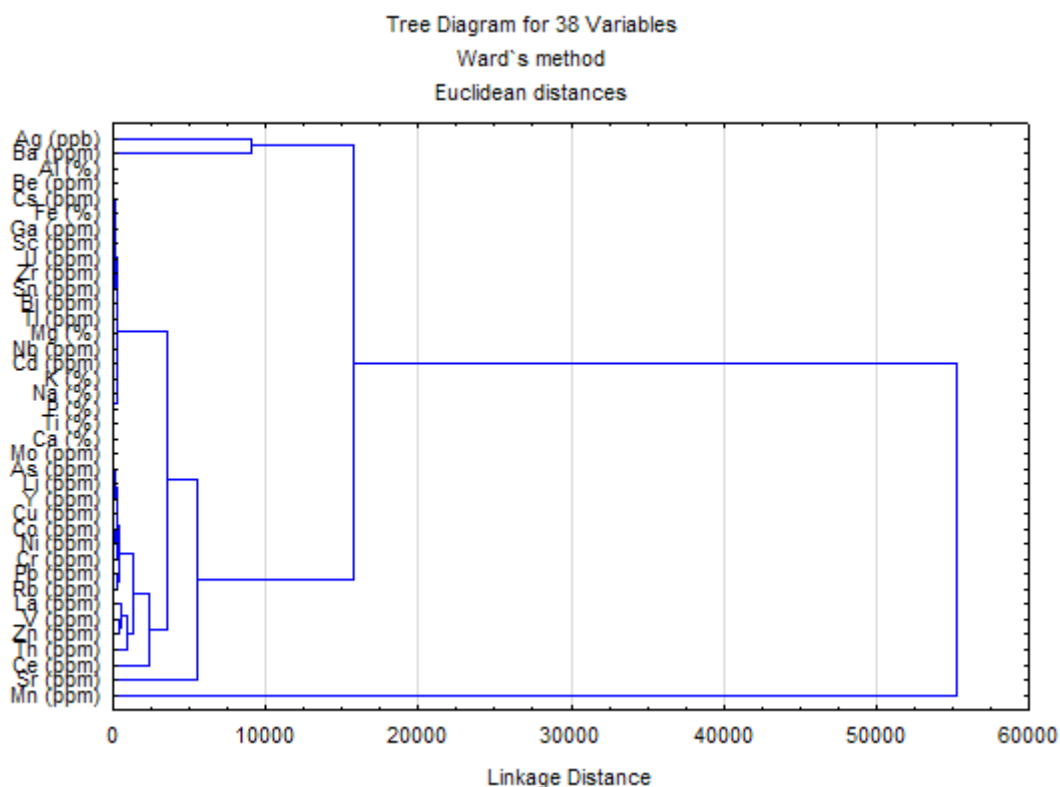
A sexta variável gerada reflete apenas o comportamento do sódio, a sétima não mostra correlação forte com nenhuma das variáveis originais utilizadas na análise, e a oitava variável gerada reflete o comportamento da associação Ce/La.

6.1.4.4. Análise de Agrupamentos

Foram testados agrupamentos pelos métodos *Complete Linkage*, *Single linkage* e *Ward*, observando-se, como marca mais importante, que Mn sempre

se posiciona isoladamente, sem associações com as demais variáveis e Ba da mesma forma, embora em um dos métodos utilizados o Ba se associe com Ag. As demais variáveis não mostraram a formação de agrupamentos notáveis.





6.2. CONCENTRADOS DE BATEIA DA PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA

6.2.1. Introdução

A pesquisa geoquímica dos concentrados de bateia tem como objetivo coletar os minerais resistentes e pesados das drenagens. Os trabalhos de amostragem para geoquímica de sedimento de corrente e bateia da CPRM – Serviço Geológico do Brasil envolvem o planejamento, coleta, preparação e processamento nos laboratórios Sureg-PA, análise mineralógica das amostras e o tratamento dos dados obtidos para a confecção do relatório final. Na Folha Bagé foram planejadas e coletadas 179 amostras numa área total de 2.643 Km² com uma densidade de 14,77 km²/am, na folha.

6.2.2. Metodologia de Coleta de Amostras no Campo

O planejamento prévio da prospecção aluvionar dos concentrados de bateia realizados pela empresa é definida em cartas plani-altimétricas na escala 1: 50.000 do DSG/IBGE. A drenagem traçada favorece a escolha dos locais de coleta das amostras. No mapa, os pontos são plotados numa densidade de amostragem de uma amostra para cada bacia hidrográfica com área aproximada de 10 km² procurando distribuir a amostragem de forma homogênea por toda

folha mapeada. Definido os pontos de amostragem é feita uma lista das coordenadas para facilitar o acesso da equipe no campo.

Os prospectores seguem para o campo e se dirigem aos alvos previamente definidos, munidos de GPS, carta topográfica 1: 50.000, bateia, peneira de malha 4 mm, balde 10 de litros, pá e sacos para embalar as amostras. As coletas são executadas nas aluviões, dentro do leito ativo da drenagem, em locais onde os minerais pesados preferencialmente se acumulam, chamados de armadilhas (trap). Isto ocorre normalmente em zonas internas de curvas de rios ou na confluência destes, também os minerais pesados se acumulam em depressões, marmitas, poços e remansos imediatamente após corredeiras ou cachoeiras, além de locais nas imediações de obstáculos como veios, diques e matacões no leito da drenagem.

Os concentrados de bateia são obtidos a partir de um volume inicial de 20 litros, da fração grossa do sedimento aluvionar ativo, horizonte mais favorável ao acúmulo dos minerais pesados. Após o peneiramento com descarte do material de granulometria mais grossa do que 4 mm, o passante, menor que 4 mm é bateado para remoção dos minerais leves, normalmente quartzo, feldspatos e micas. O volume e o peso final de cada concentrado depende da geologia local da área amostrada. Os dados de campo com coordenadas e altitude são registrados em caderneta padrão da empresa.

6.2.3. Preparação das Amostras no Laboratório

Os concentrados de bateia são processados e analisados no Laboratório de Sedimentologia da SUREG-PA. Inicialmente as amostras são organizadas e conferidas com a lista de encaminhamento de campo para identificar possíveis danos e/ou perdas após a coleta ou no transporte. Inicia-se o estudo mineral de cada amostra em uma microbateia de laboratório onde todo o concentrado é aprimorado, com remoção de minerais leves comuns ainda presentes. A finalidade dessa etapa é verificar e quantificar a presença de metais como ouro, cobre, prata, platina, chumbo e de minerais com alta densidade, porém raros como o cinábrio, por exemplo. O resultado é uma análise semi-quantitativa da amostra, informando o número e o tamanho de grãos encontrados, segundo padrão da empresa. No caso do ouro, os grãos são denominados de pintas e avaliados como pintas pequenas as < 0,5 mm, médias 0,5 – 1 mm e grandes >1mm. Após esse procedimento, os concentrados são secos em estufa e posteriormente pesados integralmente.

Os concentrados seguem então para separação dos grãos com densidade maior que 2,89, em bromofórmio (líquido viscoso com densidade 2,89), no qual os minerais leves flutuam e os pesados afundam, sendo a alíquota dos pesados a que mais interessa para definir o panorama mineral da região em estudo. Novamente é feita uma pesagem agora dos minerais pesados separados.

É importante nessa fase, submeter o concentrado à luz ultravioleta, utilizando o mineral light, visando determinação de minerais que emanam luminescência como propriedade física. Um mineral de interesse econômico facilmente identificado por este método é a scheelita.

A seguir os concentrados sofrem um fracionamento magnético com o auxílio de imã de mão, separando os minerais naturalmente magnéticos como magnetita e pirrotita. O restante do concentrado, menos magnético é processado no Separador Isodinâmico Frantz. Por convenção se obtém alíquotas das amostras nas frações 0,3 A, 0,5 A e 0,75 A, considerando-se a porção não atraída, como fração não magnética.

6.2.4. Análise dos Concentrados de Bateia

O concentrado pronto para ser analisado ficou dividido em várias frações devido os procedimentos acima descritos. A análise semi-quantitativa é executada em lupa binocular com identificação das seguintes propriedades físicas: clivagem, fratura, forma, dureza, tenacidade, densidade, diafanidade,

brilho, cor, inclusões, magnetismo, traço e hábito. Para os minerais transparentes às vezes é necessário o auxílio de microscópio petrográfico para verificar propriedades ópticas como isotropia, anisotropia, pleocroísmo ou ângulo de extinção. Alguns minerais ainda exigem o uso de ensaios microquímicos específicos, como para carbonatos, apatita, cassiterita. Os minerais não identificados por métodos tradicionais ou que sejam de relevante importância podem ser, em casos especiais, submetidos ao EDS no microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Uma vez identificados os minerais, suas percentagens são avaliadas de forma semi-quantitativa com o uso do diagrama de teores de percentagem. Os valores de percentagem obtidos dos minerais pesados são convertidos em códigos de teores segundo tabela (Tabela 2) abaixo:

Tabela 2 - Tabela semi-quantitativa

CÓDIGO DE TEOR	SIGNIFICADO
85	75 - 100 %
60	50 - 75 %
40	25 - 50 %
15	5 - 25 %
3	1 - 5 %
1	< 1 %

Os resultados obtidos são anotados em planilhas para posterior tratamento, geração dos laudos e relatórios finais.

6.2.5. Interpretação da Mineralogia dos Concentrados de Bateia

A sistemática de interpretação dos minerais pesados dos concentrados de bateia considera todas as amostras com minerais de valor econômico e ou geológico, mesmo no caso deles ocorrerem apenas com um único grão, como no caso do ouro ou da scheelita, por exemplo. Para os minerais muito frequentes, comuns e abundantes nos concentrados de bateia, são consideradas as amostras com maior teor em percentagem e peso, como a ilmenita e magnetita por exemplo.

6.2.5.1. Minerais e Elementos Identificados

Ouro – Au

O ouro, elemento nativo, metálico, apesar da dureza baixa é muito estável quimicamente, propriedade que o preserva nos sedimentos de drenagens e nos concentrados de bateia.

O ouro é acurado quantitativamente pelo número de pintas e suas dimensões. São consideradas três faixas granulométricas: < 0,5 mm (pequena), entre 0,5 e 1 mm (média) e acima de 1 mm (grande). O ouro está bem representado na Folha Bagé, com trinta e sete amostras positivas (Figura 62). A amostra EM-B-35 é a com maior número de pintas, oito,

seguida das amostras EZ-B-063 e EZ-B-237 com sete pintas cada. As amostras com os maiores valores estão na Suíte Cerro Preto, próximo a zonas de falha.

Outras unidades geológicas contempladas com teores menores, em geral uma ou duas pintas são a Suíte Santo Afonso e o Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

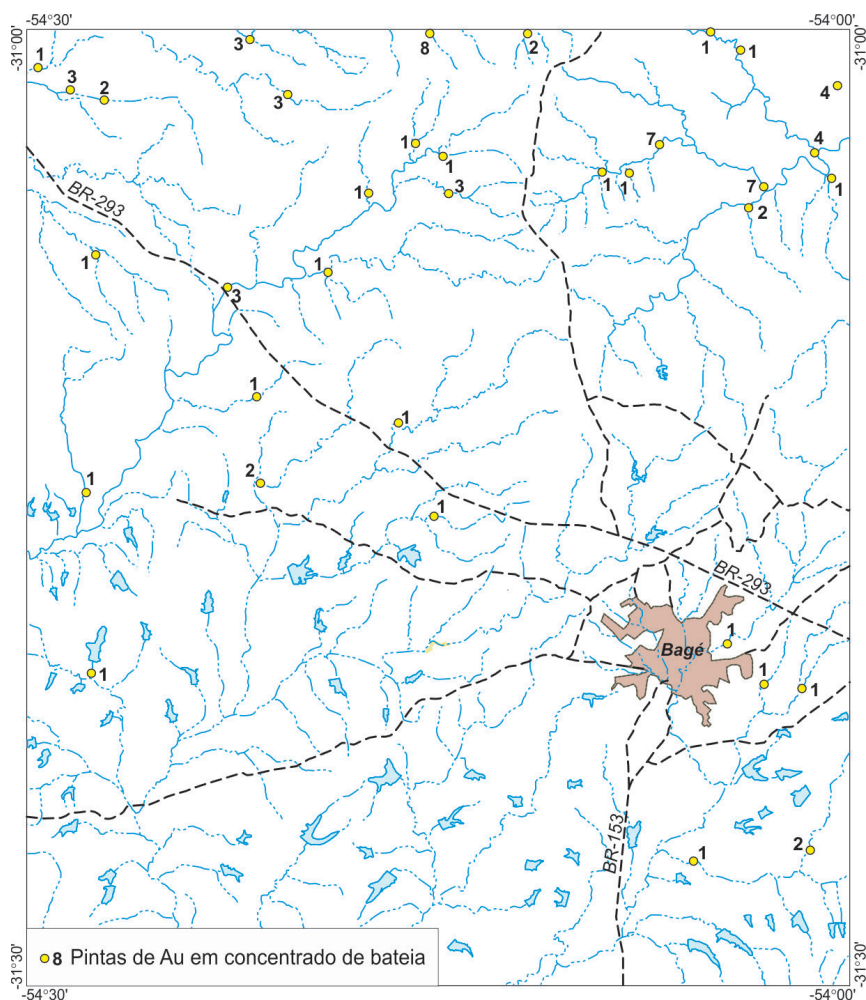


Figura 62 - Pintas de ouro em concentrados de bateia nas drenagens da folha Bagé.

Pirita – FeS_2

A pirita é o mais comum, abundante e distribuído dos sulfetos, ocorre em quase todos os tipos de rochas. A presença da pirita é importante pois pode ocorrer associada a outros sulfetos menos comuns e de maior interesse. Como a maioria dos sulfetos se intemperizam facilmente, não se conservam por muito tempo em ambientes superficiais oxidantes, então a sua presença é indicativo da área fonte estar nas proximidades. Sua ocorrência na Folha Bagé se dá na faixa de valores menores que 1 % em 20 amostras nas Suítes Cerro Preto e Santo Afonso e no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, normalmente próximo das zonas de falha.

Pirita limonitizada - $\text{FeO(OH)H}_2\text{O}$

A pirita limonitizada é uma pirita alterada para óxido e hidróxido de ferro, perdendo o enxofre da sua composição original em consequência do intemperismo, mas mantendo a forma. Sua ocorrência se dá na faixa de valores menores que 1 % em 43 amostras nas Suítes Cerro Preto e Santo Afonso e no Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Magnetita – Fe_3O_4

A magnetita é um mineral de ferro muito comum e estável em ambientes superficiais oxidantes e é amplamente distribuída nos concentrados de bateia.

É um mineral acessório em quase todos os tipos de rocha, ígneas plutônicas e vulcânicas, em especial nas rochas básicas, ultrabásicas, alcalinas e metamórficas ou em ambientes hidrotermais. Concentrações elevadas de magnetita ocorrem nos pontos EM-B-44, EZ-B-085, EZ-B-259 e EZ-B-269 com valores acima de 75%, em outras dez amostras apresenta valores na faixa de 50 a 75% e dezenove amostras com valores entre 25 a 50%. As amostras com esses valores mais elevados estão na região das Suítes Cerro Preto e Santo Afonso e no Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Hematita – Fe_2O_3

A hematita é um mineral amplamente distribuído em rochas ígneas e também em ambientes hidrotermais e rochas metamórficas e sedimentares. Apresenta três amostras com valores na faixa de 25 a 50% e dezenove amostras com valores entre 5 e 25%. As amostras com esses valores elevados estão situadas nas Suítes Cerro Preto e Santo Afonso.

Ilmenita - FeTiO_3

Mineral bastante comum ocorre como acessório em rochas magmáticas como gabros, anortositos, pegmatitos e metamórficas, (gnaisses e anfibolitos). Está entre os mais comuns dos minerais pesados em níveis sedimentares de placers nas aluviões e nos concentrados de bateia, por ser física e quimicamente muito estável. Aparece bem representada na Folha Bagé com sete das amostras com teores superiores a 75%, trinta e três com valores na faixa de 50

a 75% e quarenta e uma amostras na faixa entre 25 e 50%. Essas amostras situam-se na Suíte Cerro Preto a norte e na Suíte Santo Afonso predominantemente ao sul. No Complexo Granulítico Santa Maria Chico ocorre dispersa.

Rutilo – TiO_2

Este mineral ocorre com muita frequência como acessório em muitas rochas. Devido sua estabilidade física e química ocorre com relativa frequência nos níveis de minerais pesados (*placers*) nas aluviões e nos concentrados de bateia. Está pouco presente na Folha Bagé, com valores menores que 5% em todas unidades geológicas.

Columbita-Tantalita ($\text{FeMn})(\text{NbTa})_2\text{O}_6$

Ocorre exclusivamente em rochas graníticas, em diques de pegmatito e greisens, associada com turmalina, cassiterita, zircão, fluorita, wolframita e monazita, é um mineral incomum em concentrados de bateia. Na Folha Bagé ocorre no ponto EM-B-08 com teor inferior a 1%, na Suíte Santo Afonso.

Espinélio – MgAl_2O_4

O espinélio é um mineral que ocorre em rochas metamórficas de alta temperatura como granulitos, gnaisses, mármore ou associado a rochas básicas e ultrabásicas, onde pode estar associado com o coríndon. Foi identificado em vinte e nove amostras com teores sempre inferiores a 1%, na Suíte Santo Afonso e no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, principalmente nas paraderivadas ou no contato entre as duas unidades (Figura 63).

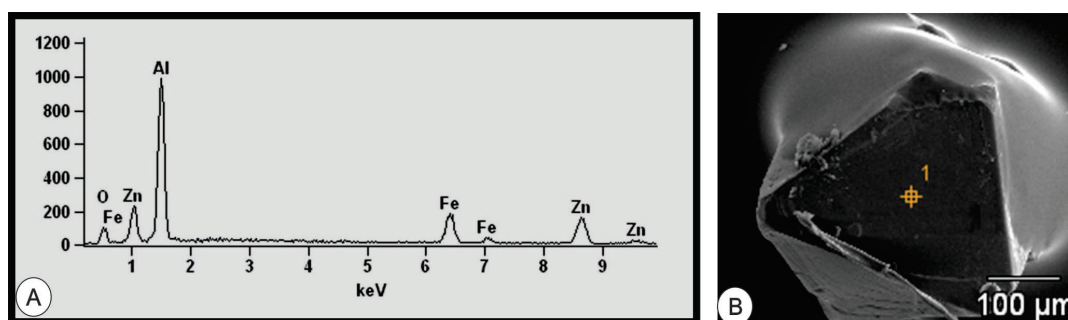


Figura 63 - (A) Gráfico de análise por EDS no microscópio eletrônico de varredura (MEV) no mineral espinélio. (B) Imagem do local da análise no espinélio no MEV.

Cromita – CrO_4

Ocorre em rochas magmáticas ultrabásicas de alta temperatura como dunitos e peridotitos ou em serpentinitos deles derivados, associada com olivina e piroxênio.

A cromita pode ser usada na prospecção de rochas com afinidade kimberlítica ou para platinóides. Em seis amostras o mineral está presente com teores inferiores a 1% nas Suítes Santo Afonso e Cerro Preto (Figura 64).

Monazita – $(\text{CeLaNdYTh})\text{PO}_4$

Mineral relativamente frequente nos concentrados de bateia ocorre como mineral acessório em rochas ígneas e metamórficas. Associado com apatita e xenotímio este mineral vem ganhando destaque pelo interesse nos elementos terras raras neles contidos. Na Folha Bagé o mineral está amplamente disseminado estando presente na maioria dos concentrados de bateia e em todas as litologias em valores baixos em torno de 1% (Figura 65).

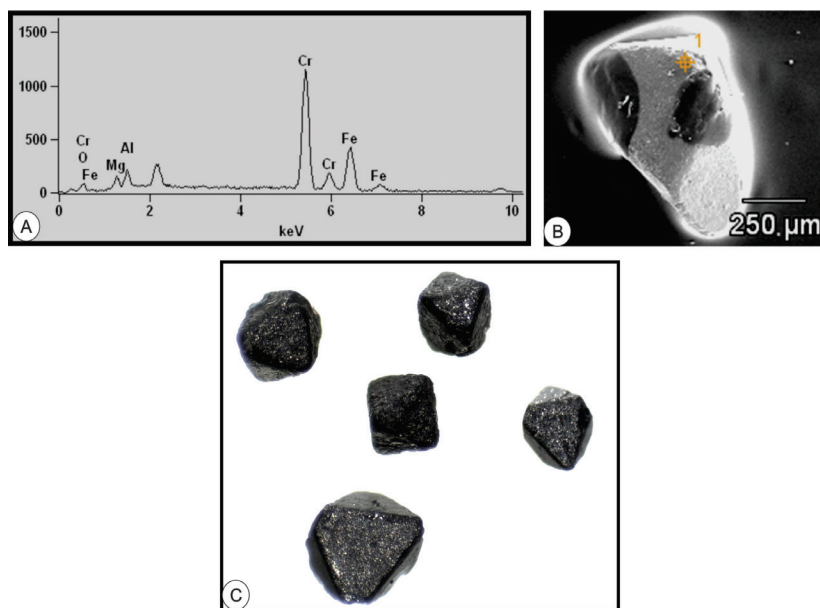


Figura 64 - (A) Gráfico de análise por EDS no microscópio eletrônico de varredura (MEV) em mineral de cromita. (B) imagem do ponto analisado no MEV. (C) Cristais de cromita euédrica observados no microscópio Leica, 20x.



Figura 65 - Cristais de monazita observados no microscópio Leica, 20x

Xenotímio – YPO_4

Embora mais raro que a monazita, ocorre no mesmo ambiente geológico, em rochas graníticas e pegmatitos, associado à monazita, apatita, zircão, cassiterita e columbita. É utilizado como fonte de elementos terras raras. Este mineral foi encontrado em sete amostras, com teores baixos, menores que 1%. As rochas hospedeiras são as suítes graníticas Santo Afonso e Cerro Preto.

Apatita - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3(\text{FOHCl})$

É um mineral amplamente disseminado como acessório na maioria das rochas e presente em toda

a área da folha, sem muitas limitações ao tipo de litologias. Foi identificado em 153 das 191 amostras, com teores sempre inferiores a 1%.

Scheelita - CaWO_4

A scheelita está associada com rochas calciosilicatadas em geral nas zonas de metamorfismo de contato de rochas graníticas e carbonáticas, em greisens, pegmatitos e em veios hidrotermais de alta temperatura. O mineral foi identificado em quinze amostras com teores inferiores a 1%, distribuídas ao longo do contato da Suíte Santo Afonso com as rochas paraderivadas do Complexo Santa Maria Chico.

Barita - BaSO_4

Este mineral aparece em vinte e duas amostras, com valores baixos, inferiores a 5% e estão predominantemente na Suíte Santo Afonso e na Formação Serra Alta.

Zircão – ZrSiO_4

Ocorre como mineral acessório em muitos tipos de rochas e é típico de granitoides. É frequente nos concentrados de bateia por ser muito resistente tanto física como quimicamente. O zircão com háfnio pode estar associado a pegmatitos lítio-tantalíferos. Duas amostras, EM-B-50 e EM-B-35, possuem teores na faixa de 50 a 75% e outra seis amostras com teores entre 25 a 50% situam-se na Suíte Cerro Preto no norte da folha. O Rio Pirai se destaca com uma amostra na faixa de 50 a 75% e outras cinco amostras com teores entre 25 e 50%. Amostras com teores menores do que 25% são encontradas em todas as demais unidades.

Granada

Mineral comum em rochas metamórficas, ocorre também em granitos e pegmatitos. A granada possui muitas variedades de cores em função da variação na composição química e do ambiente geológico. Na Folha Bagé ocorrem em todas as unidades e aparecem de forma mais evidente no centro da folha, na Suíte Santo Afonso e no Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Turmalina - $\text{BO}_3\text{AlSiO}_4(\text{OH})$

É um mineral típico de rochas ígneas graníticas, pegmatitos e metamórficas como gnaisses e xistos. A schoorlita é a única variedade encontrada na Folha Bagé, ocorrendo na maioria das amostras de concentrados de bateia.

Estaurolita - $(\text{FeMg})_2\text{Al}_9\text{SiO}_4(\text{OH})$

Ocorre em rochas metapelíticas (aluminosas) do metamorfismo regional de grau médio, como xistos e gnaisses, o seu uso é geológico, na localização e definição das zonas e grau metamórficos. Na região mapeada ocorrem em todas as unidades geológica com teores menores do que 5%.

Cianita – Distênio - $\text{Al}(\text{SiO}_4)$

A cianita é um mineral acessório de rochas metamórficas regionais de alto grau e de composição pelítica (aluminosa). Este mineral ocorre associado normalmente com sillimanita, estaurolita e granada. Na Folha Bagé a amostra EM-B-08 é a única em que o mineral está presente e em quantidades menores que 1%, e situada na Suíte Santo Afonso.

Sillimanita - $\text{AlO}(\text{SiO}_4)$

Mineral raro encontrado em rochas metamórficas de alto grau, como gnaisses. A amostra EZ-B-560 é a única amostra em que o mineral ocorre na Unidade Cerro Preto, próximo ao contato com o Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Epidoto – $\text{Ca}_2(\text{AlFe})_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$

Mineral com ocorrência comum em todas unidades. Em dois locais ocorre com valores maiores, na faixa de aproximadamente 50% no Arroio Taquarembozinho no noroeste da folha e próximo de uma falha na região mais central, nos pontos EM-B-02 e EM-B-01.

Titanita – CaTiSiO_5

Está presente na área em alguns pontos com valores na faixa entre 5 e 25% ou menores que 5% de forma mais abrangente. Suas limitações são as Suítes Santo Afonso e Cerro Preto.

Piroxênio

O ortopiroxênio hiperstênio, foi encontrado com valores entre 5 e 25% na amostra EZ-B-279 e em outras seis amostras, com teores inferiores a 1%, todas no Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Anfibólios

Os anfibólios ocorrem com maior evidência nas rochas graníticas da Suíte Santo Afonso em dois pontos, EM-B-45 e EM-B-18, com valores na faixa de 75 a 100% e três outras amostras com valores entre 50 e 75%. Amostras com teores em torno de 25% são bastante disseminadas nessa unidade e também na Suíte Cerro Preto.

Micas

As micas ocorrem com valores na faixa entre 5 e 25% em duas amostras, EZ-B-281 e EZ-B-064, muitas outras amostras com valores inferiores a 5% estão presentes com destaque na Suíte Santo Afonso.

6.2.5.2. Domínios Litológicos e Minerais Pesados Associados

Na Folha Bagé os granitoides da Suíte Santo Afonso registram valores anômalos de vários dos minerais citados, entre eles barita, hematita, limonita, ilmenita, magnetita, epidoto, pirita, pirita limonitizada, ouro e scheelita. Falhas extensionais como a identificada no campo nas proximidades do ponto EZ-B-084, além de outros lineamentos interpretados pela geofísica, sugerem serem estas as responsáveis pelas possíveis mineralizações. Nos pontos EM-B-1, 22, 44 e 77 e também na amostra EZ-B-73 este comportamento também é observado. Em outros dois locais esse comportamento pode ser observado nas rochas da Suíte Cerro Preto, no norte da folha, onde ocorrem os maiores valores em ouro e os pontos EM-B-50 e EZ-B-63 se destacam. O segundo local fica no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, no noroeste da folha onde duas amostras se sobressaem, EZ-B-557 e EZ-B-562, em uma zona de cisalhamento indiscriminada.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise dos dados obtidos nos levantamentos geológicos, geoquímicos e de cadastramento de recursos minerais, associados à análise de fotos-aéreas e dos dados aerogeofísicos disponíveis para a Folha Bagé, permitiram a confecção do Mapa Geológico e a presente Nota Explicativa.

No embasamento Pré-Cambriano foram detalhadas as unidades estratigráficas do Terreno Taquarembó, caracterizado pelos gnaisses granulíticos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico e pelas suítes graníticas Santo Afonso, Cerro Preto, Vauthier e pelos granitos Saibro e Dom Pedrito. Depósitos de mármore dolomíticos, extraídos para a indústria de corretivos de solo, estão relacionados com o Complexo Granulítico Santa Maria Chico, na região de Bagé. Índícios de ouro, na forma de poucas pintas em concentrados de bateia, são encontrados nas drenagens da porção norte da folha, relacionados aos granitoides daquela região, e também, esparsos na Suíte Santo Afonso.

Na Bacia do Paraná, que compreende unidades paleozoicas dos grupos Itararé, Guatá e Passa Dois, se cita o potencial para argilas brancas utilizadas na indústria cerâmica e a localização de ocorrências inéditas de troncos fósseis, nas formações Irati e Rio do Rasto.

O quadro estratigráfico é completado pelas coberturas do Cenozoico representadas pela Formação Santa Tecla e as aluviões relacionadas com os principais cursos de água da região.

Como recomendações, sugerimos novos trabalhos de pesquisas relacionados com datações geocronológicas, para confirmar se os megaxenólitos da região de Bagé realmente pertencem ao Complexo

Granulítico Santa Maria Chico, embora possam ser do paleoproterozoico e representar uma cobertura de plataforma de margem passiva do Cráton Rio de La Plata. Como destaque os metatonalitos e gnaisses tonalíticos dessa região, ainda mantém textura ígnea reliquiar e não mostram as texturas granulíticas características encontradas no noroeste da Folha Bagé. O comportamento NE-SW das atitudes da foliação e do bandamento dos gnaisses encontrados (e considerados) como megaxenólitos e como corpos isolados na região de Bagé (гнаisses calcissilicáticos, gnaisses tonalíticos/dioríticos, anfibolitos e mármore) é compatível com o observado na imagem aerogeofísica da magnetometria da primeira derivada vertical, onde se observa uma aparente megaestrutura regional dobrada, com eixo E-W e charneira para leste, onde os afloramentos medidos se situam no flanco sudeste da megaestrutura dobrada. Nessa imagem aerogeofísica é também possível especular que para sul-sudeste da cidade de Bagé, em profundidade e recoberto pelos granitoides da Suíte Santo Afonso e pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná, possa haver faixas de cavalgamento de sentido SE para NW contra essa estrutura regional dobrada.

Os afloramentos dos gnaisses dos megaxenólitos na região da cidade de Bagé, apesar de esparsos, mostram um zoneamento litológico, com as ocorrências de gnaisses calcissilicatados e mármore marcando uma faixa de direção NE-SW dentro dos granitoides, também compatível com o flanco de dobra da megaestrutura observada na imagem magnetométrica da primeira derivada vertical, mostrando que há um controle para a ocorrência dos mármore nessa área.

8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. del P. M.; CHEMALE JÚNIOR, F.; MACHADO, A. Late to Post-Orogenic Brasiliano-Pan-African Volcano-Sedimentary Basins in the Dom Feliciano Belt, Southernmost Brazil. In: AL-JUBOURY, A. I. (Ed.) **Petrology: new perspectives and applications**. s.l.: InTech, 2012. p. 73-105.
- ALMEIDA, D. del P.M. et al. Isotopic Signature of the Acampamento Velho and Rodeio Velho Volcanic Successions from the Camaquã Basin, southern Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 6, 2008, Bariloche, Argentina. **Resumos...** Buenos Aires: SEGEMAR, 2008. p. 491-494.
- ALMEIDA F. F. M. de et al. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Science Reviews**, v.17, p. 1–29, 1981.
- ALMEIDA, F.F. M. de Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., 1969, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1969. v.1. p. 24-46.
- ALMEIDA, F. F. M.de et al. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Atas...** Campina Grande: SBG, 1977. p.363-391.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Interpretação de dados de prospecção geoquímica com o auxílio de estatística**. Porto Alegre: CPRM, 2010.
- BABINSKI, M. et al. Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil. **Geology**, v.24, n.5, p.439-442, 1996.
- BABINSKI, M. et al. U-Pb and Sm-Nd geochronology of the Neoproterozoic Granitic-Gneissic Dom Feliciano Belt, Southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 10, n. 3-4, p. 263-274, 1997.
- BASEI, M. A. S. et al. A connection between the Neoproterozoic Dom Feliciano (Brazil/Uruguay) and Gariep (Namibia/South Africa) orogenic belts—evidence from a reconnaissance provenance study. **Precambrian Research**, v. 139, n. 3, p. 195-221, 2005.
- BASEI, M. A. S. et al. The Dom Feliciano Belt of Brazil and Uruguay and its Foreland domain, the Rio de La Plata Cráton: Framework, tectonic evolution and correlation with similar provinces of southwestern África. In: CORDANI, U. G., MILANI, E. J., CAMPOS, D. A. (Ed.) **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: 31 International Geological Congress, 2000. p. 311-334.
- BEKKER, A.; ERIKSSON, K. A. A Paleoproterozoic drowned carbonate platform on the southeastern margin of the Wyoming Craton: a record of the Kenorland breakup. **Precambrian Research**, v. 120, p. 327-364, 2003.
- BOM, F. M. **Origem e evolução do Complexo Várzea do Capivarita, Encruzilhada do Sul, RS**. 2011. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BORBA, A. W. et al. Evolução tectono-estratigráfica e paleoclimática da formação Maricá (escudo Sul-Rio-Grandense, Brasil): um exercício de geologia histórica e análise integrada de uma bacia sedimentar neoproterozóica. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 34, n. 2, p. 57 - 74, 2007a.
- BORBA, A. W. et al. Provenance of the sedimentary rocks of the Bom Jardim Group (Neoproterozoic southern Brazil): evidence from petrography, geochemistry and Neodymium isotope. **Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis**, v. 14, n. 1, p. 25 - 42, 2007b.
- BORBA, A. W. **Evolução geológica da "Bacia do Camaquã" (Neoproterozóico e Paleozóico inferior do Escudo Sul-riograndense, RS, Brasil): uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica**. 2006. 233 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- BORBA, A. W. et al. U-Pb zircon and ⁴⁰Ar-³⁹Ar K-feldspar dating of syn-sedimentary volcanism of the Neoproterozoic Maricá Formation: constraining the age of foreland basin inception and inversion in the Camaqua Basin of southern Brazil. **Basin Research**, v. 20, p. 359-375, 2008.
- CAGLIARI, J. et al. New Sakmarian ages for the Rio Bonito formation (Paraná Basin, southern Brazil) based on LA-ICP-MS U-Pb radiometric dating of zircons crystals. **Journal of South American Earth Sciences**, v.54, p.265–277, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981114001254>>. Acesso em: 04 fev. 2016.
- CAMOZZATO, E.; LOPES, R. da C. **Mapa Geológico da Folha Hulha Negra, SH.22-Y-C-I, Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:100.000**. Porto Alegre: CPRM, 2012. (Programa Geologia do Brasil). Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19253>>. Acesso em: 07 ago. 2018.
- CAMOZZATO, E.; LOPES, R. da C.; PHILIPP, R. P. **Geologia e recursos minerais da folha Hulha Negra, SH.22-Y-C-I**. Porto Alegre: CPRM, 2017. Escala 1:100.000. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19253>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

- CAMOZZATO, E.; PHILIPP, R. P.; CHEMALE JÚNIOR, F. Evolução tectônica e geocronologia U-Pb em zircão da terminação sul do Terreno Tijucas (RS, Brasil). In: CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA, 7., 2013, Montevideo. **Resúmenes Extendidos...** Montevideo: Sociedad Uruguaya de Geología, 2013. p.
- CARVALHO, P.F. Reconhecimento geológico no Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim do Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil**, n.66, 1932. 72 p.
- CASTRO, J. C. de. Estratigrafia de sequências das Formações Campo Mourão (parte Superior) e Taciba, Grupo Itararé, leste da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.29, n.2, p.256-260, 1999.
- CENSO 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 13 mar. 2015.
- CHEMALE JÚNIOR, F. et al. Lu–Hf and U–Pb age determination of Capivarita anorthosite in the Dom Feliciano Belt, Brazil. **Precambrian Research**, v. 186, n. 1, p. 117-126, 2011.
- CHEMALE JÚNIOR, F. et al. U-Pb and Sm-Nd geochronology of Neoproterozoic Belts in Southern Brazil. In: Geowissenschaftlichen Lateinamerika-Kolloquium, 1996, Hamburgo. **Terra Nostra**, Hamburgo v. 15: p. 29-30, 1996.
- CHEMALE JÚNIOR, F. et al. U-Pb zircon in situ dating with LA-MC-ICP-MS using a mixed detector configuration. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 2, p. 275-296, 2012.
- CHEMALE JÚNIOR, F. Evolução Geológica do Escudo Sul-rio-grandense. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO; UFRGS, 2000. p. 13–52.
- COSTA, A. F. U. et al. Compartimentação tectônica das associações de rochas pré-cambrianas do Escudo Sul-rio-grandense baseada em dados de magnetometria e gravimetria. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5., 1995, Gramado. **Boletim de Resumos Expandidos...** Porto Alegre: SBG/CPGq-UFRGS, 1995a. p. 236-238.
- COSTA, A. F. U. **Teste e modelagem geofísica da estruturação das associações litotectônicas pré-cambrianas no Escudo Sul-Rio-Grandense**. 1997. 291 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geoquímica do Escudo Sul-Riograndense**. Porto Alegre, [2015]. (Inédito)
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Aerogeofísico Rio Grande do Sul**: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. Rio de Janeiro: Lasa Prospecções, 2010. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1970, Brasília. **Anais...** Brasília: SBG, 1970. p. 355-412.
- DANI, A. P. de O. **Caracterização faciológica e petrográfica da Formação Santa Tecla**, RS. 2013. 77 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- ECKERT, R. M. **Relatório de Pesquisa da Área de Vila Mercedes, Distrito e Município de Bagé**. Porto Alegre: CPRM, 1975.
- FACCINI, U. F.; PAIM, P. S. G.; FRAGOSO CESAR, A. R. S. Análise faciológica das molassas brasileiras na região das Minas do Camaquã, Eo-paleozóico do RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. p. 75-91.
- FERNANDES, L. A. D et al. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-Riograndense: parte I - uma contribuição a partir do registro geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, v.25, n.4, p.351-374, 1995a.
- FERNANDES, L. A. D et al. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-Riograndense: parte II - uma contribuição a partir das assinaturas geofísicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v.25, n.4, p.375-384, 1995b.
- FERNANDES, L.A. D. et al. Zona de cisalhamento transcorrente dorsal de Canguçu: caracterização e importância na compartimentação tectônica do Cinturão Dom Feliciano. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 23, n. 3, p.224-233, 1993.
- FERNANDES, L. A. D.; KOESTER, E.; SOLIANI JÚNIOR, E. Evolução do Sistema de Zonas de Cisalhamento Transcorrentes Dorsal de Canguçu no Cinturão Dom Feliciano durante o Neoproterozóico: uma discussão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5., 1995, Gramado. **Boletim de Resumos Expandidos...** Gramado: SBG, 1995c. p. 30-32.
- FERNANDES, L. A.; TOMMASI, A.; PORCHER, C. C. Deformation patterns in the Southern Brazilian branch of the Dom Feliciano Belt: a reappraisal. **Journal of South American Earth Sciences**, v.5, n.1, p. 77-96, 1992.
- FORMOSO, M. L. L.; WILLIG, C. D. A discordância Palermo-Santa Tecla. **Notas e Estudos [da] Escola de Geologia da UFRGS**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 83-91, 1966.
- FRAGOSO CESAR, A. R. S. et al. A Bacia Camaquã: um sistema intracontinental anorogênico de rifts do Neoproterozóico III – Eopaleozóico no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RS: Escudo e Bacias, 1., 2003, Porto Alegre. **Boletim de Resumos...** Porto Alegre: SBG. Núcleo RS; UFRGS; UNISINOS; ABC; CPRM, 2003. p.139-144.

- FRAGOSO CESAR, A. R. et al. Revisão na estratigrafia das molassas do Ciclo Brasileiro no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2., 1985, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBG, 1985.V.1, P. 477-491.
- FRAGOSO CESAR, A. R.; WERNICK, E.; SOLIANI JÚNIOR, E. Evolução geotectônica do Cinturão Dom Feliciano: uma contribuição através da aplicação do modelo de tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1982. v. 1
- FRAGOSO CESAR, A. R. S. et al. The Camaquã extensional basin: Neoproterozoic to early Cambrian sequences in southernmost Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 438-441, 2000.
- FRAGOSO-CESAR, A. R. S. et al. O Batólito Pelotas (Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico) no Escudo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1986, Goiânia, 1986. **Anais...** Goiânia: SBG, 1986. v.3, p. 1322-1342.
- FRAGOSO-CESAR, A. R. S. O Cráton Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: SBG, 1980. v.5, p. 2879-2892.
- FRAGOSO CESAR, A. R. S.; WERNICK, E.; SOLIANI JÚNIOR, E. Associações petrotectônicas do cinturão Dom Feliciano, SE da plataforma Sul-americana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1982a. v.1. p. 1-12.
- FRAGOSO CESAR, A. R. S.; WERNICK, E.; SOLIANI JÚNIOR, E. Evolução geotectônica do cinturão Dom Feliciano, uma contribuição através da aplicação do modelo de tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1982b. v.1. p. 13-23.
- FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (parte 1). **Boletim de Geociências da Petrobras**, São Paulo, v.2, p.147-191, 1988.
- FÚLFARO, V. J.; GAMA JÚNIOR, E; SOARES, P. C. **Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná**. São Paulo: Paulipetro, 1980. (Relatório interno).
- GAMA JÚNIOR, E.; BANDEIRA JÚNIOR, A. N.; FRANÇA, A. B. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.12, n.4, p.578-589, 1982.
- GASTAL, M. C. P. Tha alkaline and shoshonitic intrusives in the region of the Taquarembó Plateau, southern Brazil: are they genetically related? **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 29, n.1, p. 85-98, 1999.
- GASTAL, M. C. P. **Suite intrusiva Saibro**, RS: avaliação de um modelo petrológico. 1997. 2.v. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- GOÑI, J. C.; GOSO, H.; ISSLER, R. S. Estratigrafia e geologia econômica do Pré-Cambriano e Eo-Paleozóico uruguaio e sul-riograndense. **Avulso da Escola de Geologia da UFRGS**, Porto Alegre, n. 3, p. 1 – 105, 1962.
- GORDON JUNIOR, M. Classificação das Formações Gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Notas Preliminares da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM**, Rio de Janeiro, n.38, 1947. 20 p.
- GRIGOLETTI, G. de C. **Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul**. 2001. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- GROSS, A. O. M. S. et al. Neoproterozoic low-pressure/high temperature collisional metamorphic evolution in the Varzea do Capivarita Metamorphic Suite, SE, Brazil: Thermobarometric and Sm/Nd evidence. **Precambrian Research**, v. 147, p. 41-64, 2006.
- GRUSHINSKY, N. P. The Earth's crust: its thickness, gravity field and topography. *Journal Geol. Soc. Aust.*, v.14, n.1, p. 31-37, 1967.
- GUERRA-SOMMER, M. et al. New radiometric data from ash fall rocks in Candiota coal-bearing strata and the palynostratigraphic framework in Southern Paraná Basin (Brazil). In: GONDWANA 12: GEOLOGICAL AND BIOLOGICAL HERITAGE OF GONDWANA, 2005, Mendoza. **Abstracts...** Mendoza: Academia Nacional de Ciências, 2005. p.189.
- GUERRA-SOMMER, M. et al. Radiometric age determination of tonstein and stratigraphic constraints for the Lower Permian coal succession in southern Paraná Basin, Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v.74, p.13-27, 2008.
- HALLINAN, S.E. et al. Estrutura do Escudo Sul-Brasileiro: uma revisão através de dados gravimétricos e magnetométricos. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.23, n.3, p.201-214, 1993.
- HARTMANN, L. A.; CHEMALE JÚNIOR, F., PHILIPP R. P. Evolução geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré-cambriano. In: IANUZZI, R.; FRANTZ, J.C. (Org.) **50 anos de Geologia**: Instituto de Geociências; Contribuições. Porto Alegre: Comunicação e Identidade; CIGO/UFRGS, 2007. p.97-123.
- HARTMANN, L. A. Deepest exposed crust of Brazil: geochemistry of Paleoproterozoic depleted Santa Maria Chico granulites. **Gondwana Research**, v.1, p.331-341, 1998.
- HARTMANN L. A. et al. Advances in SHRIMP geochronology and their impact on understanding the tectonic and metallogenic evolution of southern Brazil. **Australian Jour Earth Sci.**, v.47, p. 829-844, 2000.

- HARTMANN, L. A. et al. Deepest exposed crust of Brazil–SHRIMP establishes three events. **Geology**, v.27, p. 947-950, 1999.
- HARTMANN, L. A. et al. Metamorphic evolution and U-Pb zircon SHRIMP geochronology of the Belizário ultramafic amphibolite, Encantadas Complex, southernmost Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 75, n. 3, p. 393-403, 2003.
- HARTMANN, L. A. et al. Protolith age of Santa Maria Chico granulites dated on zircons from an associated amphibolite-facies granodiorite in southernmost Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro**, v. 80, p.543–551, 2008.
- HARTMANN, L. A. et al. Time frame of 753–680 Ma juvenile accretion during the São Gabriel orogeny, southern Brazilian Shield. **Gondwana Research**, v. 19, p. 84-99, 2011.
- HARTMANN, L. A. Geoquímica de terras raras e geotermobarometria de granulitos de Dom Pedrito e Luis Alves, no extremo sul do Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, v. 2, p.1-14, 1988.
- HARTMANN, L. A. Condições de metamorfismo no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 2, 1991.
- HARTMANN, L. A.; NARDI, L. V. S. Os Granitos Santo Afonso, Saibro e Vauthier da região do Arroio Santa Maria Chico, Dom Pedrito, RS - Geologia, petrografia e química dos elementos maiores, com interpretação geotectônica. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v.16, n.12, p. 153-178, 1982.
- HARTMANN, L. A.; SANTOS, J. O. S.; MCNAUGHTON, N. J. Detrital zircon U-Pb age data and Precambrian provenance of the Paleozoic Guaritas Formation, southern Brazilian Shield. **International Geology Review**, v.50, p.364-374, 2008.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira folded belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.5, p.4, p.257-266, 1975.
- HOLZ, M. et al. Estratigrafia de seqüências aplicada à caracterização de aquíferos: um estudo de caso na área de Candiota, Rio Grande do Sul, UFRGS. **Pesquisas em Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 51-66, 2006.
- HORBACH, R. et al. Geologia. In: **FOLHA SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p. 29-312. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- IGLESIAS, C. M. da F.; CAMOZZATO, E.; KLEIN, C. **Carta geológica Curral de Pedras, Folha SI.22-V-A-I, estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:100.000. Programa Geologia do Brasil – PGB. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18471>>. Acesso em 07 ago. 2018.
- IGLESIAS, C. M. da F.; MACÊDO, D.; CHIARELLI, F. **Projeto Lavras do Sul – RS. Geologia da Faixa IV**. 1980. 209 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia (Graduação em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.
- ISSLER, R. S. Evento Geodinâmico Brasileiro - fechamento de oceano e colisão continental dos cratons Rio de La Plata e Dom Feliciano: granitos a duas micas e ofiolitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1982. v.1. p. 24-38.
- JACKSON, V. N. et al. **Projeto Aerogeofísico Camaquã, estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Texas Instruments/DNPM/CPRM/CNEN, 1973. 208 p.
- JOST, H.; BITENCOURT, M. F. Estratigrafia e tectônica de uma fração da Faixa de Dobramentos Tijuca no Rio Grande do Sul. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 4, n. 7, p. 27-60, 1980.
- JOST, H. **Geology and Metallogeny of the Santana da Boa Vista Region, South of Brazil**. 1981. 208 f. Tese (Doutorado) - University of Athens, Georgia, USA, 1981.
- JOST, H.; HARTMANN, L. A. A Província Mantiqueira: setor meridional. In: ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. (Eds). **Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher, p. 345-368.
- JUSTUS, J. de O.; MACHADO, M. L. de A.; FRANCO, M. de S. M. Geomorfologia. In: **FOLHA SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p. 313-404 (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- KARHU, J. A.; HOLLAND, H. D. Carbon isotopes and the rise of atmospheric oxygen. **Geology**, v. 24, n. 10, p. 867-870, 1996.
- KARHU, J. A. Paleoproterozoic evolution of the carbon isotopic ratios of sedimentary carbonates in the Fennoscandian shield. **Geological Survey of Finland, Bulletin n. 371**, 1993.
- KER, J. C. et al. Pedologia. In: **FOLHA SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p. 405-540 (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- KINGSTON, D. R.; DISHROON, C. P.; WILLIAMS, P. A. Global basin classification system. **AAPG Bulletin**, v.67, p. 2175-2193, 1983.
- KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Série Ciências Exatas, Santa Maria, RS, v. 2, p.171-182, 2001.
- LAUX, J. H. et al. Reavaliação da idade do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, RS, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, 2010, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 2010a. 1 CD-ROM.
- 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. **Short Papers...** Brasília: CBPM, 2010b. p. 78-81.
- LAUX, J. H. et al. **Mapa geológico Lagoa da Meia Lua, SH.21-Z-B-VI**: estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2012. Escala 1:100.000.
- LAUX, J. H. **Geologia e recursos minerais da folha Lagoa da Meia Lua, SH.21-Z-B-VI**: estado do Rio Grande do Sul. P
- LAVINA, E. L. C. et al. Ambientes de sedimentação da Bacia do Camaquã, Eopaleozóico do Rio Grande do Sul. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 21, p.185-227, 1985.
- LAVINA, E. L.; ARAUJO-BARBERENA, D. C.; AZEVEDO, S. A. K. Tempestades de inverno e altas taxas de mortalidade Répteis Mesossauros. Um exemplo a partir do afloramento Passo São Borja – RS. Instituto de Geociências UFRGS. Porto Alegre/RS. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 18, n.1, p. 64-70, 1991.
- LAVINA, E. L. et al. **Geologia e recursos minerais da Folha SH.21-Z-D-II Igrejinha: relatório final**. [São Leopoldo]: Unisinos, 2014. 1 v p. Programa Geologia do Brasil; Levantamentos Geológicos Básicos.
- LEITE, J. A. D.; HARTMANN, L. A.; MCNAUGHTON, N. SHRIMP geochronology of Neoproterozoic juvenile and crustal-reworked terranes, southernmost Brazil. **International Geological Review**, v. 40, p. 688-705, 1998.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos Biol. Tecnol.**, Curitiba, v.2, p.63-154, 1947.
- MACHADO, R.; FRAGOSO CESAR, A. R. S.; FACCINI, U. F. O Domo de Santana, RS: Domo Gnáissico Manteado ou Figura de Interferência tipo Domo e Bacia? In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. v.1. p. 167-182.
- MACHADO, N.; KOPPE, J. C.; HARTMANN, L. A. A Late Proterozoic U-Pb age for the Bossoroca belt, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of South America Earth Sciences**, v. 3, p. 87-90, 1990.
- MACHADO, R.; PHILIPP, R. P.; MELLO, F. Reconhecimento de zonas de cisalhamento dúcteis de alto ângulo com cinemática superposta na extremidade sul do Batólito Pelotas, RS. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5., 1995, Gramado, RS. **Resumos Expandidos...** Porto Alegre: SBG, CPGq/UFRGS, 1995. p.52-53.
- MANTOVANI, M. S. M. et al. Modelo gravimétrico das principais descontinuidades crustais nos terrenos pré-cambrianos dos estados do Paraná e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.19, n.3, p. 367-374, 1989.
- MEDAGLIA, M. E. Estudo de Solos no Município de Bagé. **Bol. Geog. do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 16, p.45-50, 1973.
- MENDES, J. The Passa Dois Group. In: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PINTO, I. D. (Ed.). **Problems in Brasil Gondwana geology**. Curitiba: [s.n.], 1967. p. 119-166. Brazilian Contribution to the International Symposium on the Gondwana Stratigraphy and Palaeontology.
- MESQUITA, M. J. M. **Petrografia dos granitóides deformados na Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (Piratini/Quitéria, RS)**. 1991. 241 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- MESQUITA, M. J. M.; FERNANDES, L. A. D. Petrografia dos granitóides deformados na Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu (região de Quitéria-Capivarita). **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 30, p. 55 - 74, 1990.
- MILANI, E. J. et al. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p. 265-287, 2007.
- MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v.8, n. 1, p.69-82, 1994.
- MILANI, E. J.; ZALÁN, P. V. The geology of Paleozoic Cratonic Basins and Mesozoic Interior Rifts of Brazil. In: AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION, 1998, Rio de Janeiro. **Shourt Course 1...** Rio de Janeiro: AAPG/ABGP, 1998. p. 67-90.
- MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 1997. 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- NARDI, L. V. S.; HARTMANN, L. A. O Complexo Granulítico Santa Maria Chico, RS. **Acta Geologica Leopoldensia**, Santa Maria, RS, v. 3, n. 6, p. 45-75, 1979.
- NAUMANN, M. P. et al. Sequências supra-crustais, gnaises graníticos, granulitos e granitos intrusivos da região de Ibaré-Palma, RS: geologia, aspectos estratigráficos e considerações geotectônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. p. 2417 - 2425.
- NORTHFLEET, A. A.; MEDEIROS, R. A.; MUHLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v.12, n. 3, p.291-346, 1969.
- OLIVEIRA, J. M. M. T.; FERNANDES, L. A. D. Estágios finais da evolução do Cinturão Dom Feliciano: tectônica e sedimentação da Formação Arroio dos Nobres. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS,

- 3., 1991, Rio Claro. **Boletim de Resumos...** Rio Claro: SBG, 1991. p. 58-59.
- OLIVEIRA, A. S. de et al. Isótopos de carbono em filitos carbonosos da sequência metavulcano-sedimentar Marmeleiro, sul de Ibaré, Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, v. 30, n.1, p.41-52, 2003.
- OLIVEIRA, E. P. de. Geologia do estado do Paraná. **B. Minist. Agric. Indust. Com.**, Rio de Janeiro, n.5, p. 67-143, 1916.
- ORLANDI FILHO, V. et al. Geologia da Folha Piratini (SH.22-Y-C-II), Estado do Rio Grande do Sul. Brasília: CPRM, 1995. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. 1 CD ROM (Versão Digital de 2009)
- OYHANTÇABAL, P. et al. The Sierra Ballena shear zone in the southernmost Dom Feliciano Belt (Uruguay): evolution, kinematics, and deformation conditions. **International Journal of Earth Sciences (Geol. Rundsch)**, v. 99, p.1227-1246, 2010.
- OYHANTÇABAL, P.; SIEGSMUND, S.; WEMMER, K. The Rio de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature. **Int J Earth Sci (Geol Rundsch)**, v. 100, p. 201–220, 2011.
- PAIM, P. S. G. et al. **Estratigrafia de sequências e sistemas deposicionais das bacias do Camaquã e Santa Bárbara, Eoplaeozóico do RS (Brasil)**. San Miguel de Tucuman, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán, 1992. (Série Correlación Geológica, 9).
- PAIM, P. S. G.; LOPES, R. C.; CHEMALE JÚNIOR, F. Aloestratigrafia, sistemas deposicionais e evolução paleo geo-gráfica da Bacia do Camaquã – Vendiano Superior/Ordoviciano Inferior do RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 6., Porto Alegre. **Boletim de Resumos Expandidos...** Porto Alegre: SBG, 1995. p. 39-50.
- PAIM, P. S. G. **Depositional systems and Paleogeographical Evolution of the Camaquã and Santa Bárbara Basins, Brazil**. Oxford, 1994. 2 v. Tese (Doutorado) - University of Oxford, Department of Earth Science.
- PAIM, P. S. G.; CHEMALE JÚNIOR, F.; LOPES, R. da C. A. Bacia do Camaquã. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: CIGO/UFRGS, 2000. p. 231-274.
- PHILIPP, R. P. et al. Reconhecimento estrutural e geoquímico dos Granitóides Brasileiros da região de Pelotas, RS. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 3-13, 1993
- PHILIPP, R. P. et al. Significado geotectônico do Complexo Encantadas no Terreno Tijucas: um arco de margem continental ativa no Paleoproterozóico do RS. In: SIMPÓSIO 45 ANOS DE GEOCRONOLOGIA DO BRASIL, 2009, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos...** São Paulo: USP, 2009. p. 286-288.
- PHILIPP, R. P. **A evolução geológica e tectônica do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul**. 1998. 255 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- PHILIPP, R. P., LUSA M., NARDI L. V. S. Geochemistry and petrology of dioritic, tonalitic and trondhjemitic gneisses from Encantadas Complex, Santana da Boa Vista, southernmost Brazil: a Paleoproterozoic continental-arc magmatism. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.80, n.4, p.735-748, 2008.
- PHILIPP, R. P.; MACHADO, R.; CHEMALE JÚNIOR, F. Reavaliação e novos dados geocronológicos (Ar/Ar, Rb/Sr e Sm/Nd) do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: implicações petrogenéticas e idade de reativação das zonas de cisalhamento. **Geologia USP, Série Científica**, São Paulo, v. 3, p. 71 - 84, 2003.
- PHILIPP, R. P.; MACHADO, R.; CHEMALE JÚNIOR, F. A Geração dos granitóides Neoproterozóicos do Batólito Pelotas: evidências dos isótopos de Sr e Nd e implicações para o crescimento continental da porção sul do Brasil. In: IANUZZI, R.; FRANTZ, J. C.; (Org.). **50 anos de Geologia**: Instituto de Geociências, contribuições. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 59-77.
- PHILIPP R. P.; MACHADO R. The Late Neoproterozoic Magmatism of the Pelotas Batholith, Southern Brazil. **J South Am Earth Sci.**, v.19, n.4, p. 461-478, 2005.
- PHILIPP, R. P.; NARDI, L. V. S.; BITENCOURT, M. F. O Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p.133-160.
- PHILIPP, R. P. et al. O magmatismo granítico neoproterozóico do Batólito Pelotas no sul do Brasil: novos dados e revisão da geocronologia regional. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 277-290, 2002.
- PICADA, R. S. Ensaio sobre a tectônica do Escudo Sul-rio-grandense. Caracterização dos sistemas de falhas. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1971. v.4, p.167-191.
- PORADA, H. Pan-african rifting and orogenesis in southern to equatorial Africa and eastern Brazil. **Precambrian Research**, v. 44, n. 2, p. 103-136, 1989.
- PORADA, H. The damara-ribeira orogen of the Pan-Africanbrasiliano cycle in Namibia (Southwest Africa) and Brazil as interpreted in terms of continental collision. **Tectonophysics**, v. 57, n. 2 - 4, p. 237 - 265, 1979.
- PORCHER, C. A. et al. **Passo do Salsinho, Folha SH.22-Y-A-I-4, escala 1:50.000, estado do Rio Grande do Sul**. Brasília: CPRM, 1995. Programa Levantamentos Geológicos do Brasil.
- QUINTANA, L. M. H. et al. Utilização da cinza de casca de arroz na produção de cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 43., e CONGRESSO DE CERÂMICA DO MERCOSUL, 4.,

- 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: s.n., 1999. p.1-10.
- QUINTANA, L. M. H.; SOARES, J. M. D.; BOHRER, L. D. L. Caracterização de algumas argilas da região de Bagé (RS) para cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 44., 2000, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, SP.: s.n., 2000. p. 1-9.
- RAMGRAB, G. E.; WILDNER, W.; CAMOZZATO, E. (Org.) **Porto Alegre, Folha SH.22-Y-B**: estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1993. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.
- RAMGRAB, G. E.; WILDNER, W. (Org.) **Pedro Osório, Folha SH.22-Y-C**: estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1999. 1 CD ROM Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil - PLGB.
- RAPELA, C. W. et al. The Rio de la Plata craton and the adjoining Pan-African/brasiliano terranes: their origins and incorporation into south-west Gondwana. **Gondwana Research**, v. 20, n.4, p.673-690, 2011.
- RAPELA, C. W. et al. The Río de La Plata craton and the assembly of SW Gondwana. **Earth-Science Reviews**, v.83, p.49-82, 2007.
- REMUS, M. V. D. et al. Gold in the Neoproterozoic juvenile Bossoroca Volcanic Arco f southernmost Brazil: isotopic constraints on timing and sources. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 12, p.349-366, 1999.
- RIBEIRO, M.; BOCCHI, P. R.; FIGUEIREDO, F. P. M. Geologia da quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul – Brasil. **Boletim DNPM**, Rio de Janeiro, n.127, 1966.
- RIBEIRO, M.; FANTINEL, L. M. Associações petrotectônicas do Escudo Sul-riograndense: I - tabulação e descrição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Série Geológica, Porto Alegre, v.5, p.19-54, 1978.
- RODRIGUES, J. A. P et al. **Panorama da indústria de cerâmica vermelha no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia; Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, 2012. Disponível em < <http://www.redladrilleras.net/assets/files/b465b4c24c285ffe2194ca3a56ea6b00.pdf> >. Acesso em: 18 jun. 2016.
- RUPPEL, L. M. V. **Evolução tectônica do Complexo Arroio da Porteira, Bagé, RS**. 2010. 84 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2010.
- SAALMANN, K. et al. Multiple accretion at the eastern margin of the Rio de la Plata craton: the prolonged Brasiliano orogeny in southernmost Brazil. **International Journal of Earth Sciences**. v.100, n.2-3, p. 355-378, 2010.
- SAALMANN, K. et al. Sm-Nd isotope geochemistry of metamorphic volcano-sedimentary successions in the São Gabriel Block, southernmost Brazil: evidence for the existence of juvenile Neoproterozoic oceanic crust to the east of the Rio de La Plata craton. **Precambrian Research**, v.136, p.159-175, 2005.
- SAALMANN, K.; HARTMANN, L. A.; REMUS, M. V. D. The assembly of West Gondwana—the view from the Rio de la Plata craton. In: LINNEMANN, U. R. et al. (Ed.) **The Evolution of the Rheic Ocean**: from Avalonian–Cadomian Active Margin to Alleghenian–Variscan Collision. Washington: GSA, 2007. p. 1-26. (Geological Society of America Special Paper, v. 423)
- SAALMANN, K.; REMUS, M. V. D.; HARTMANN, L. A. Geochemistry and crustal evolution of volcano-sedimentary successions and orthogneisses in the Sao Gabriel Block, southernmost Brazil - relics of Neoproterozoic magmatic arcs. **Gondwana Research**, v.8, n.2, p.143-161, 2005.
- SAALMANN, K.; REMUS, M.V.D.; HARTMANN, L.A. Tectonic evolution of the Neoproterozoic São Gabriel block, southern Brazil: constraints on Brasiliano orogenic evolution of the Rio de la Plata cratonic margin. **Journal of South American Earth Sciences**, v.21, p.204–227, 2006.
- SANTOS, E. L. et al. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul e parte do Escudo Sul-riograndense**. Porto Alegre: DNPM, 1989. Escala 1:750.000.
- SANTOS, E. L. dos et al. Mapeamento geológico de sequências metavulcano-sedimentares do oeste do Escudo Sul-Rio-Grandense, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990.
- SANTOS, R. V. et al. Shrimp U-Pb Zircon Dating and Palynology of Bentonitic Layers from the Permian Irati Formation Paraná Basin, Brazil. **Gondwana Research**, Osaka, v. 9, p. 456-463, 2006.
- SCHMITT, R. da S. **Evolução tectono-metamórfica do complexo metavulcano-sedimentar, Coxilha do Batovi, São Gabriel, RS**. 1996. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- SCHNEIDER, R. L. et al. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. v. 1, p. 41-65.
- SENGÖR, A. M. C. Plate Tectonics and Orogenic and Research after 25 years, A tethyan perspective. **Earth-Science Reviews**, v. 27, p. 1-201, 1990.
- SILVA, L. C. da et al. The neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U–Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African systems of orogens. **Precambrian Research**, v.136, p. 203–240, 2005.
- SILVA, M. A. S. da; CAMOZZATO, E. Carta Geológica da Folha São Gabriel, SH.21-Z-B. In: COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projetos**

Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais Folha São Gabriel, SH.21-Z-B, RS: relatório preliminar; cartas de serviço. CPRM: Porto Alegre: CPRM, 1982. Escala 1:250.000.

SIVIERO, R. S. **Petrografia e geoquímica aplicada ao aproveitamento industrial do mármore da região do Arroio Marmeleiro, Torquato Severo, RS.** 2001. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SOARES, J. M. D.; QUINTANA, L. M. H.; BOHRER, L. D. L. Caracterização de algumas argilas da Metade Sul do Rio Grande do Sul para uso em cerâmica vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 43., e CONGRESSO DE CERÂMICA DO MERCOSUL, 4., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: s.n., 1999. 146 p. 1-10.

SOMMER, C. A. et al. Aspectos petrográficos do vulcanismo ácido na porção sul do Platô do Taquarém, Dom Pedrito, RS. In: SIMPOSIO SOBRE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 1, 1999, Gramado. **Boletim de resumos...** Gramado, RS: CPRM/UFRGS, 1999a. p. 32.

SOMMER, C. A. et al. Gênese e evolução geoquímica magmatismo da sequência vulcânica ácida Dom Pedrito, RS. In: SIMPOSIO SOBRE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 1, 1999, Gramado. **Boletim de resumos...** Gramado, RS: CPRM/UFRGS, 1999b. p. 29

SOUTH America satellite plane Bacia do Parana. In WIKIPEDIA. S. I., 2009. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:South_America_satellite_plane_Bacia_do_Parana.jpg > Acesso em 18/jun/2018.

SZUBERT, E. C.; PRESOTTO, C.A. **Projeto Inventário de Calcário no Rio Grande do Sul:** relatório final da solicitação de serviços nº 4. Porto Alegre: CPRM, 1974.

TEIXEIRA, L. B. Evidência geofísica de rifts precursores nas bacias paleozóicas do Amazonas, Paraná, Parecis, Parnaíba, Solimões e Alto Tapajós. In: MELO, J. H. G.; TERRA, G. J. S. (Ed.). **Correlação de Seqüências Paleozóicas Sul-americanas.** Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2001. 1 CD ROM. (Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo, 20).

TEIXEIRA, M. B. et. al. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos estudo fitogeográfico; folha Porto Alegre e Lagoa Mirim. In: **FOLHA SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim.** Rio de Janeiro: IBGE, 1986. v.33. p.541-632. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

TESSARI, R. I.; GIFFONI, L. E. Geologia da região Piratini-Pinheiro Machado-Bagé, RS. **Boletim DGM,** Rio de Janeiro, n. 246, 1970.

TROMPETTE, R. **Geology of Western Gondwana (2000 – 500Ma):** Pan-African-Brasiliano aggregation of South America and Africa. Balkema, Rotterdam: CRC Press, 1994.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto Folha de Lavras do Sul (parcial), RS:** mapeamento geológico de conclusão do curso de Geologia. Porto Alegre: [s.n.], 1980. Escala 1:50.000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto Folha Ibaré (Norte), RS:** mapeamento geológico de conclusão do curso de Geologia. Porto Alegre: [s.n.], 1987. Escala 1: 50.000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto Folhas Torquato Severo (parcial) e Passo do Tigre (parcial), RS:** mapeamento geológico de conclusão do curso de Geologia. Porto Alegre: [s.n.], 1981. Escala 1:50.000.

WHITE, I. C. **Relatório final=Final report:** apresentado a S. Ex. Sr. Dr. Lauro Severiano Müller, Ministro da Indústria, Viação e Obras Públicas=presented to H. Ex. Dr. Lauro Severiano Müller Minister of Industry, Highways and Public Works. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1908.

WILDNER, W. et al. Vulcanismo Neoproterozóico - Cambriano no Rio Grande do Sul: estratigrafia e aspectos texturais. **A Terra em Revista,** Belo Horizonte, v. 3, n. 3, p. 19-27, 1997.

WILDNER, W.; NARDI, L. V. S. Características geoquímicas e petrogenéticas do vulcanismo Neoproterozóico do sul do Brasil – Platô de Taquarém, RS. In: SIMPOSIO SOBRE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 1, 1999, Gramado. **Boletim de resumos...** Gramado, RS: CPRM/UFRGS, 1999. p. 30

ZALÁN, P. V. et al. **Análise da Bacia do Paraná.** Rio de Janeiro: Petrobras, 1986. (Relatório Interno)

ZALÁN, P. V. et al. Bacia do Paraná. In: RAJA GABAGLIA, G. P.; MILANI, E. J. (Ed.). **Origem e evolução de bacias sedimentares.** Rio de Janeiro: 1990. p. 135-168. BACIA do Paraná. In: WIKIPEDIA. s.l., 2018. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Bacia_do_Paraná>. Acesso em: 18 jun. 2018.

ZALÁN, P. V. et al. **Tectônica e Sedimentação da Bacia do Paraná.** In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. SBG: Curitiba, Atas... Curitiba: SBG, 1987. v. 1, p. 441-473.

ZERFASS, H.; ALMEIDA, D. del P. M.; GOMES, C. H. Faciologia das rochas vulcânicas da Formação Acampamento Velho (Bacia do camaquã) na região da Serra de Santa Bárbara Cerro do Perau e Cerro do Bugio (município de Caçapava do Sul). In: SIMPOSIO SOBRE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 1, 1999, Gramado. **Boletim de resumos...** Gramado, RS: CPRM/UFRGS, 1999. p. 35

ZERFASS, H.; CHEMALE JÚNIOR; F.; LAVINA, E. L. Tectonic control of the Triassic Santa Maria Supersequence of the Paraná Basin, Southernmost Brazil, and its Correlation to the Waterberg Basin, Namibia. **Gondwana Research,** v. 8, n. 2, p. 163-176, 2005.

ZERFASS, H. et al. Tectonics and sedimentation in Southern South America during Triassic. **Sedimentary Geology,** v. 166, p. 265-292, 2004.

A elaboração do mapa geológico e recursos minerais da Folha Bagé, na escala 1:100.000, resulta de uma ação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia.

O projeto foi executado pela Superintendência de Porto Alegre do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, dentro das diretrizes do Programa Geologia do Brasil.

A Carta Geológica na escala 1:100.000 tem como objetivo gerar e difundir informações geológicas e de recursos minerais, para subsidiar o planejamento territorial e o uso do solo e subsolo, além de induzir o aumento dos investimentos em prospecção e pesquisa mineral, com vistas ao desenvolvimento da indústria de mineração no país.

Esse produto deverá auxiliar o governo do estado do Rio Grande do Sul e órgãos de planejamento, no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, na medida em que servirão de base para estudos de prospecção e exploração mineral e na adoção de ações estratégicas que visem o desenvolvimento econômico-social.

Nesse contexto, o conhecimento geológico sistematizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM também passa a ser considerado como fonte primordial de informação do meio físico e requisitado para os estudos de zoneamento ecológico-econômico e de gestão ambiental.

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA BAGÉ - SH.21-Z-D-III

Escala: 1:100.000

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



PAC

www.cprm.gov.br

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO - SEUS

Tel: 21 2295-5997 – Fax: 21 2295-5897

E-mail: seus@cprm.gov.br

OUVIDORIA

Tel: 21 2295-469-7 – Fax: 21 2295-0495

E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br