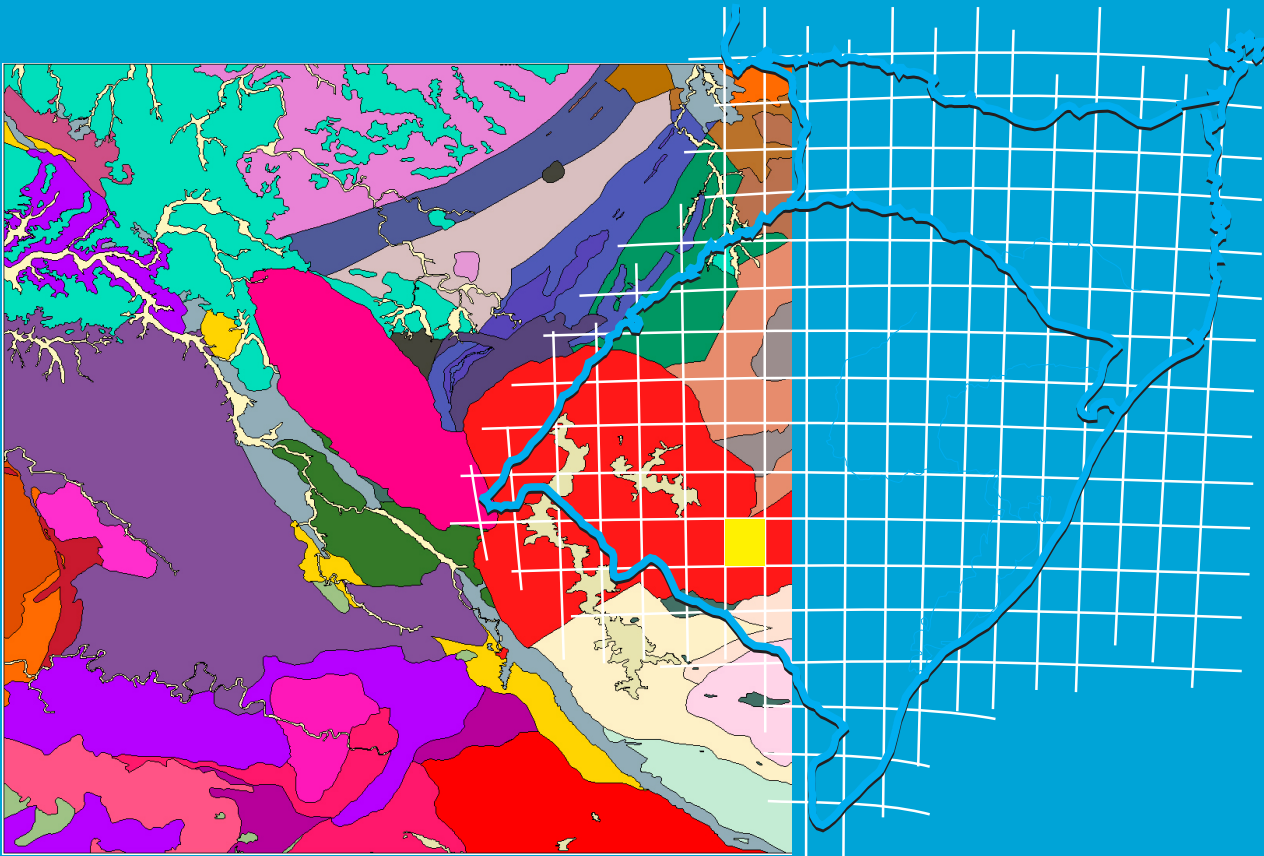


Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA LAGOA DA MEIA LUA SH.21-Z-B-VI



Escala: 1:100.000
2017

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Programa Geologia do Brasil

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DA FOLHA LAGOA DA MEIA LUA
SH.21-Z-B-VI

ESCALA 1:100.000
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Jorge Henrique Laux



PORTO ALEGRE
2017

CPRM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE
RUA BANCO DA PROVÍNCIA 105 – SANTA TEREZA
RIO GRANDE DO SUL – RS – 90840-030
FAX: (51) 3233-7772
TEL: (51) 3476-7300
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

L391

Laux, Jorge Henrique

Geologia e recursos minerais da Folha Lagoa da Meia Lua -
SH. 21-Z-B-VI, Escala 1:100.000, estado do Rio Grande do
Sul / Jorge Henrique Laux. - Porto Alegre: CPRM, 2017.
255 p.: il. color.

Programa Geologia do Brasil

ISBN 978-85-7499-332-4

1. Geologia Regional-Brasil-Rio Grande do Sul. 2. Recursos
Minerais-Brasil- Rio Grande do Sul. I. Título.

CDD 558.165
CDU 55(816.5)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Programa Geologia do Brasil

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA
LAGOA DA MEIA LUA**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Fernando Coelho Filho

Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Vicente Humberto Lôbo Cruz

Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

Eduardo Jorge Ledsham

Diretor-Presidente

José Carlos Garcia Ferreira

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Juliano de Souza Oliveira

Diretor de Administração e Finanças (interino)

Lúcia Travassos da Rosa Costa

Chefe do Departamento de Geologia

Evandro Luiz Klein

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Edílton José dos Santos

Chefe da Divisão de Geologia Básica

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Marília Santos Salinas Rosário

Chefe da Divisão de Cartografia

Marco Túlio Naves de Carvalho

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação (interino)

José Márcio Henrique Soares

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Eduardo Camozzato

Superintendente Regional

João Angelo Toniolo

Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Ana Cláudia Viero

Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Marcos Alexandre Freitas

Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Aícaro Umberto Ferrari

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
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

CRÉDITOS AUTORAIS

Jorge Henrique Laux

CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO

APRESENTAÇÃO

Jorge Henrique Laux

1. INTRODUÇÃO

Jorge Henrique Laux

2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Jorge Henrique Laux

3. ESTRATIGRAFIA

Jorge Henrique Laux

4. COMPLEXO GRANULÍTICO SANTA MARIA CHICO

Jorge Henrique Laux

5. COMPLEXO METAMÓRFICO CERRO BATÓVI Idio

Jorge Henrique Laux

6. ROCHAS ENGLOBADAS NO COMPLEXO CAMBAÍ

Jorge Henrique Laux

7. COMPLEXOS OFIOLÍTICOS

Jorge Henrique Laux

8. CINTURÃO METAMÓRFICO VACACAÍ

Jorge Henrique Laux

Eduardo Camozzato

Ruy Paulo Philipp

9. GRANITOGÊNESE

Jorge Henrique Laux

Wilson Wildner

10. VULCANISMO DA BACIA DO CAMAQUÃ

Jorge Henrique Laux

Wilson Wildner

Cassiano Costa e Castro

11. UNIDADES SEDIMENTARES DA BACIA DO CAMAQUÃ

Carla Klein

12. BACIA DO PARANÁ

Carla Klein

13. DEPÓSITOS CENOZOICOS (PALEÓGENO/NEÓGENO)

Carla Klein

14. RECURSOS MINERAIS

Eduardo Camozzato

Jorge Henrique Laux

Edu Lucas dos Santos

15. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

José Leonardo Silva Andriotti

16. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Jorge Henrique Laux

REFERÊNCIAS

Ana Lúcia Borges Fortes Coelho

(Organização e Formatação)

MAPA GEOLÓGICO

Jorge Henrique Laux

Everton Marques Bongioiolo

Carla Klein

Carlos Moacir da Fontoura Iglesias

SIG GEOLÓGICO

Alvaro Belotto Perini

COORDENAÇÃO TÉCNICA REGIONAL

João Angelo Toniolo

Carlos Moacyr da F. Iglesias

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Andréia Oliveira Monteiro Gross

(Pesquisador em Geociências -SUREG-PA)

Andrea Sander

(Pesquisador em Geociências -SUREG-PA)

Carlos Alberto Favilla

(Pesquisador em Geociências -SUREG-PA)

Thisiane Christine dos Santos

(Estagiário de Geologia/UFRGS - SUREG-PA)

COORDENAÇÃO TÉCNICA REGIONAL

REVISÃO FINAL

Edilton José dos Santos – DIGEOB

PROJETO GRÁFICO (DIAGRAMAÇÃO) – GERIDE-PA

Rui Arão Rodrigues

PROJETO GRÁFICO (PADRÃO CAPA/EMBALAGEM – DERID/DIMARK)

Ernesto Von Sperling

José Márcio Henrique Soares

Washington José Ferreira Santos

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 inúmeras outras aplicações de interesse social.

O mapeamento da Folha Lagoa da Meia Lua na escala 1:100.000 teve como finalidade fornecer subsídios geológicos que contribuíssem para o entendimento da estratigrafia do Arco de São Gabriel e do seu embasamento paleoproterozoico e para o avanço da pesquisa mineral relacionado às sequências vulcanosedimentares neoproterozoicas.

Os principais resultados alcançados estão relacionado à cartografia, como: a presença de dezenas de ocorrências de ouro associadas às unidades neoproterozoicas tendo com destaque para a Suíte Vauthier, uma unidade composta por granitoides e vulcânicas relacionados aos eventos pós-tectônicos. Também merece destaque as idades U-Pb realizadas para o projeto, que indicaram uma idade paleoproterozoica para o Complexo Granulítico Santa Maria Chico e também uma idade paleoproterozóica para o Complexo Metamórfico Cerro Batovi, além de idades para outras rochas da Folha, que ajudaram a melhorar o entendimento da história evolutiva da Folha Lagoa da Meia Lua.

A presente Nota Explicativa, bem como o mapa geológico da Folha Lagoa da Meia Lua na escala 1:100.000 (SH.21-Z-B-VI), disponibilizado em 2012 em ambiente SIG, foram finalizados em 2011. O projeto foi executado pela Superintendência Regional de Porto Alegre, e também poderá ser acessado a partir do banco de dados GEOSGB da CPRM (geosgb.cprm.gov.br).

EDUARDO JORGE LEDSHAM

Diretor-Presidente

JOSÉ CARLOS GARCIA FERREIRA

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, geoquímicos e de recursos minerais da Folha Lagoa da Meia Lua (SH.21-Z-B-IV), situada na região sul do Estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, delimitada pelos paralelos 30°30' e 31°00'S e meridianos de 54°00' e 54°30' W.

O mapeamento geológico e os levantamentos geoquímicos (concentrados de bateia e sedimentos ativos de corrente) resultaram na produção de cartas temáticas de serviços que, integradas, gerou o mapa geológico, com densidade de informações compatível com a escala 1:100.000.

Na área estudada foram reconhecidas duas divisões tectono-estratigráficas para o Escudo Sul-Rio-Grandense, os terrenos Taquarembó e São Gabriel.

Foram definidas duas unidades Paleoproterozoicas, o Complexo Granulítico Santa Maria Chico, com idades entre ca. 2,2 e 2,4 Ga e ca. 2,0 Ga de metamorfismo, e o Complexo Metamórfico Cerro Batovi com ca. 1,7 Ga.

As unidades presentes no Terreno São Gabriel, Neoproterozoico, foram divididas em gnaisses de raiz de arco, complexos ofiolíticos e sequências vulcanossedimentares. Os gnaisses podem ser divididos em duas principais gerações, uma entre ca. 890 e 720 Ma e outro entre ca. 740 - 690 Ma. Os complexos ofiolíticos estão presentes nestas raízes do arco como complexos máfico-ultramáficos desmembrados, sem idade definida. As sequências vulcanossedimentares contornam ou recobrem as duas unidades anteriores, com idades em torno de ca. 750-730 Ma. No final da evolução do Terreno ocorrem granitos chamados de sin-tectônicos e aqui identificados como peraluminosos, mas com um contexto não completamente identificado e com apenas uma idade ca. 697 Ma.

Sobre estas unidades intrudem duas gerações de granitos classificados geoquimicamente como shoshoníticos, com ca. 600-580 Ma, e alcalinos a peralcalinos, com ca. 560-540 Ma. Estas duas gerações de granitos são contemporâneas e muitas vezes cogenéticas com o vulcanismo associado com a evolução da Bacia do Camaquã.

Os sedimentos da Bacia do Camaquã estão restritos à calha do zona de cisalhamento Ibaré, no âmbito Grupo Maricá, Formação São Rafael, com vulcanismo das formações Hilário, shoshonítica, e Acampamento Velho, alcalina a peralcalina, associado. Este vulcanismo pode ocorrer na forma de dique ou como derrames e vulcanismo subaéreo em duas localidades principais: os platôs do Taquarembó e Ramada.

Sedimentos da Bacia do Paraná, Formações Taciba e Rio Bonito, podem recobrir todas as unidades, mas estão preservados em maior espessura na calha da zona de cisalhamento Ibaré. Sedimentos cenozoicos ocorrem sobre zonas graníticas, Formação Santa Tecla, e ao longo dos cursos d'água.

A prospecção geoquímica regional, através da amostragem de sedimentos ativos de corrente e concentrados de bateia, revelou a presença de zonas anômalas e destaques mineralógicos para Au, Cu, Ni e P. Sendo as duas áreas de maior destaque as regiões da Vila da Palma e do Vauthier.

ABSTRACT

This report is part of the Geology of Brazil Program - PGB and was executed by the Geological survey of Brazil – CPRM. In this document are presented the results of geological, geochemical and mineral resources surveys in the Lagoa da Meia Lua sheet (SH.21-ZB-IV), which is located in Rio Grande do Sul state, southernmost Brazil, and is limited by the 30°30' and 31°00'S parallel and the meridians 54°00' and 54°30' W.

In the study area were identified two major tectono-stratigraphic divisions for the Sul-Rio-Grandense Shield, represented by the São Gabriel and Taquarembó Terranes.

Two groups of Paleoproterozoic age rock units are recognized in the study area, the Santa Maria Chico Granulitic Complex, with magmatic ages varying from ca. 2.2 to 2.4 Ga and metamorphic ages of ca. 2.0 Ga, and the Cerro Batovi Metamorphic Complex unit that presents ages of ca. 1.7 Ga.

The lithological units present in the Neoproterozoic São Gabriel Terranes are divided into gneisses belonging to a root of magmatic arc, dismembered ophiolite complexes and metavolcanic-sedimentary sequences. The gneisses can be divided into two main generations, one generated between ca. 890 and 720 Ma and another with ages varying from ca. 740 to 690 Ma. The ophiolite complexes that occur in this arc root are disposed as mafic-ultramafic dismembered complexes with no definite age.

The metavolcanic-sedimentary sequences overlying or cover the described previous two units, with ages around ca. 750-730 Ma. At the end of the evolution this terranes are intruded by ca. 697 Ma syn-tectonic granites with peraluminous characteristics, without completely understanding of geotectonic context.

Two generations of post-tectonic granites are recognized, which are geochemically classified as shoshonitic, with ca. 600-580 Ma, and alkaline to peralkaline, with ca. 560-540 Ma. These two generations of granites are contemporary and often with cogenetic volcanism associated with the evolution of the Camaquã Basin.

The sediments of the Camaquã Basin, Maricá Group - San Rafael Formation, are restricted to trough the Ibaré shear zone, with volcanic formations Hilary, shoshonitic, and Acampamento Velho, the alkaline peralkaline associated. This volcanism can occur in two main locations: the Taquarembó and Ramada plateaus. Sedimentary rocks of the Paraná Basin, formations Rio Bonito and Taciba can cover all the units, but are preserved in greater thickness on the Ibaré shear zone. Cenozoic sediments occur on granitic zones, Santa Tecla Formation, and along watercourses. The regional geochemical exploration through sampling of stream sediments and pan concentrates, revealed the presence of anomalous zones and mineralogical highlights for Au, Cu, Ni and P. The two most prominent areas are Palma and Vauthier regions

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	9
1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Localização e Vias de Acesso.....	17
1.2. Aspectos Socioeconômicos	18
1.3. Aspectos Fisiográficos	18
1.3.1. Clima.....	18
1.3.2. Hidrografia	18
1.3.3. Vegetação.....	18
1.3.4. Solos	19
1.3.5. Aspectos Geomorfológicos	20
2. CONTEXTO GEOLÓGICO, TECTÔNICO E GEOFÍSICO REGIONAL.....	21
2.1. Arcabouço Geológico e Tectônico	21
2.2. Arcabouço Geofísico	25
3. ESTRATIGRAFIA	29
4. COMPLEXO GRANULÍTICO SANTA MARIA CHICO (CGSMC) - PP1SMC	33
4.1. Unidade Ortoderivada Máfica (PP1 δ sm)	33
4.2. Unidade Ortoderivada Granítica (PP1 γ sm).....	33
4.3. Unidade Paraderivada (PP1smp).....	33
4.4. Estruturas	36
4.5. Petrografia	36
4.6. Geoquímica	41
4.6.1. Unidade Ortoderivada Máfica.....	41
4.6.2. Unidade Ortoderivada Granítica	44
4.6.3. Unidade Ortoderivada Granítica	46
4.7. Geocronologia e Geoquímica Isotópica.....	49
5. COMPLEXO METAMÓRFICO CERRO BATOVI - PP4CB	57
5.1. Unidades Sedimentares Clásticas	59
5.2. Unidades Sedimentares Químicas.....	60
5.3. Unidades Ígneas	61
5.4. Petrografia	61
5.5. Estruturas	62
5.6. Geoquímica.....	62
5.7. Geocronologia e Geoquímica Isotópica	65
6. ROCHAS ENGLOBADAS NO COMPLEXO CAMBAÍ	73
6.1. Granitoides relacionados ao regime de Arco (890 - 700Ma)	73
6.1.1. Metadiorito Passinho - NP2 γ p	75
6.1.2. Granodiorito Fazenda do Posto - NP2 γ fp	75
6.1.3. Metagranitoides Sanga da Cachoeira - NP2 γ sc.....	75
6.1.4. Estruturas.....	76
6.1.5. Petrografia.....	77
6.1.6. Geoquímica.....	80
6.1.6.1. Metadiorito Passinho	82
6.1.6.2. Granodiorito Fazenda do Posto	82
6.1.6.3. Metagranitoides Sanga da Cachoeira	82

6.1.7. Geocronologia e Geoquímica Isotópica	82
6.2. Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 - 640Ma)	83
6.2.1. Estruturas.....	88
6.2.2. Petrografia.....	91
6.2.3. Geoquímica.....	91
6.2.4. Geocronologia e Geoquímica Isotópica	94
7. COMPLEXOS OFIOLÍTICOS	109
7.1. Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras - NP2 ν cm	110
7.2. Complexo Ofiolítico Passo do Ivo - NP2 ν cpi.....	111
7.3. Complexo Ofiolítico Palma - NP2ucp	112
7.4. Estrutura	113
7.5. Geoquímica	113
7.6. Geocronologia.....	118
8. CINTURÃO METAMÓRFICO VACACAÍ	125
8.1. Formação Pontas do Salso - NP2 δ vp.....	125
8.2. Formação Ibaré - NP2vib.....	127
8.3. Complexo Arroio Marmeleiro - NP2vam	127
8.4. Estruturas	129
8.5. Geoquímica	133
8.6. Geocronologia e Geoquímica Isotópica	133
9. GRANITOGÊNESE	141
9.1. Granitos Peraluminosos e Correlacionados.....	142
9.1.1. Sienogranito Camaquã Pelado NP2 γ cp	142
9.1.2. Monzogranito Lajeado - NP2 γ lj	142
9.1.3. Granito Sanga do Jobim - NP2 γ sj.....	142
9.1.4. Granito São Manoel - NP2 γ sm	143
9.2. Granitoides tardi a Pós-Tectônicos	143
9.2.1. Granitos Shoshoníticos	143
9.2.1.1. Monzogranito Santa Rita - NP3 γ sr	143
9.2.1.2. Monzogranito Santo Antônio NP3 γ sa	143
9.2.1.3. Granito Passo da Chácara - NP3 γ pc	145
9.2.1.4. Suíte Vauthier - NP3 γ vt	145
9.2.1.5. Suíte Santo Afonso - NP3 γ sf	145
9.2.2. Granitos Alcalinos a Peralcalinos.....	146
9.2.2.1. Granito Saibro - NP3 γ sb	146
9.2.2.2. Granito Jaguari - NP3 γ jg	147
9.3. Geoquímica	148
9.4. Geocronologia e Geoquímica Isotópica	152
10. VULCANISMO DA BACIA DO CAMAQUÃ.....	165
10.1. Formação Hilário	165
10.2. Formação Acampamento Velho	165
10.3. Geoquímica	170
10.4. Geocronologia e Geoquímica Isotópica.....	173
11. UNIDADES SEDIMENTARES DA BACIA DO CAMAQUÃ	179
11.1. Introdução	179
11.2. Grupo Maricá	179
11.2.1. Formação São Rafael - NP3ms	179
12. BACIA DO PARANÁ.....	185

12.1.	Introdução	185
12.2.	Litoestratigrafia	186
12.2.1.	Grupo Itararé - Formação Taciba (C2P1t).....	186
12.2.2.	Grupo Guatá - Formação Rio Bonito (P1rb)	188
13.	DEPÓSITOS CENOZOICOS (PALEÓGENO/NEÓGENO)	193
13.1.	Formação Santa Tecla - ENst	193
13.2.	Depósitos Aluviais - Q2a - Aluviões.....	193
14.	RECURSOS MINERAIS.....	197
14.1.	Introdução.....	197
14.2.	Metais Nobres e Minerais Metálicos	198
14.2.1.	Região do Vauthier (Sul da Folha).....	198
14.2.2.	Região do Batovi (NW da Folha)	202
14.2.3.	Região da Palma (NE da Folha).....	202
14.3.	Insumos para a Agricultura.....	205
14.3.1.	Mármore Calcíticos e Dolomíticos.....	205
14.3.2.	Fosfato.....	206
14.4.	Minerais Industriais	208
14.4.1.	Grafita	208
14.4.2.	Talco	208
14.4.3.	Feldspato - Quartzo.....	209
14.5.	Materiais de Uso na Construção	209
14.6.	Carvão Mineral	209
14.7.	Análise da geoquímica dos Elementos Metálicos e Preciosos	209
15.	GEOQUÍMICA PROSPECTIVA.....	213
15.1.	Introdução e Metodologia	213
15.2.	Sedimentos de Corrente	213
15.2.1.	Análise Univariada	214
15.2.2.	Análises das Correlações Lineares	217
15.2.3.	Análise Multivariada	218
15.3.	Minerais Pesados	219
16.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	241
16.1.	Conclusões	241
16.2.	Recomendações.....	242
17.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	243

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA LAGOA DA MEIA LUA
SH.21-Z-B-VI**

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

1- INTRODUÇÃO

1.1. Localização e Vias de Acesso

A Folha Lagoa da Meia Lua (SH.21-Z-B-VI) situa-se entre os paralelos de 30°00' e 30°30' de latitude sul e os meridianos de 54°00' e 54°30' de longitude oeste, compreendendo uma superfície aproximada de 2.600 km² (Figura 1). Localizada na região centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, compreende parcelas

dos municípios de São Gabriel, Dom Pedrito, Lavras do Sul e Santa Margarida do Sul, não apresentando nenhuma sede municipal na área do Projeto.

O acesso à área, a partir de Porto Alegre, é feito pela rodovia federal BR-290 até a cidade de São Gabriel; desta, via rodovia BR-473 (São Gabriel - Bagé), se alcança a extremidade norte da Folha.

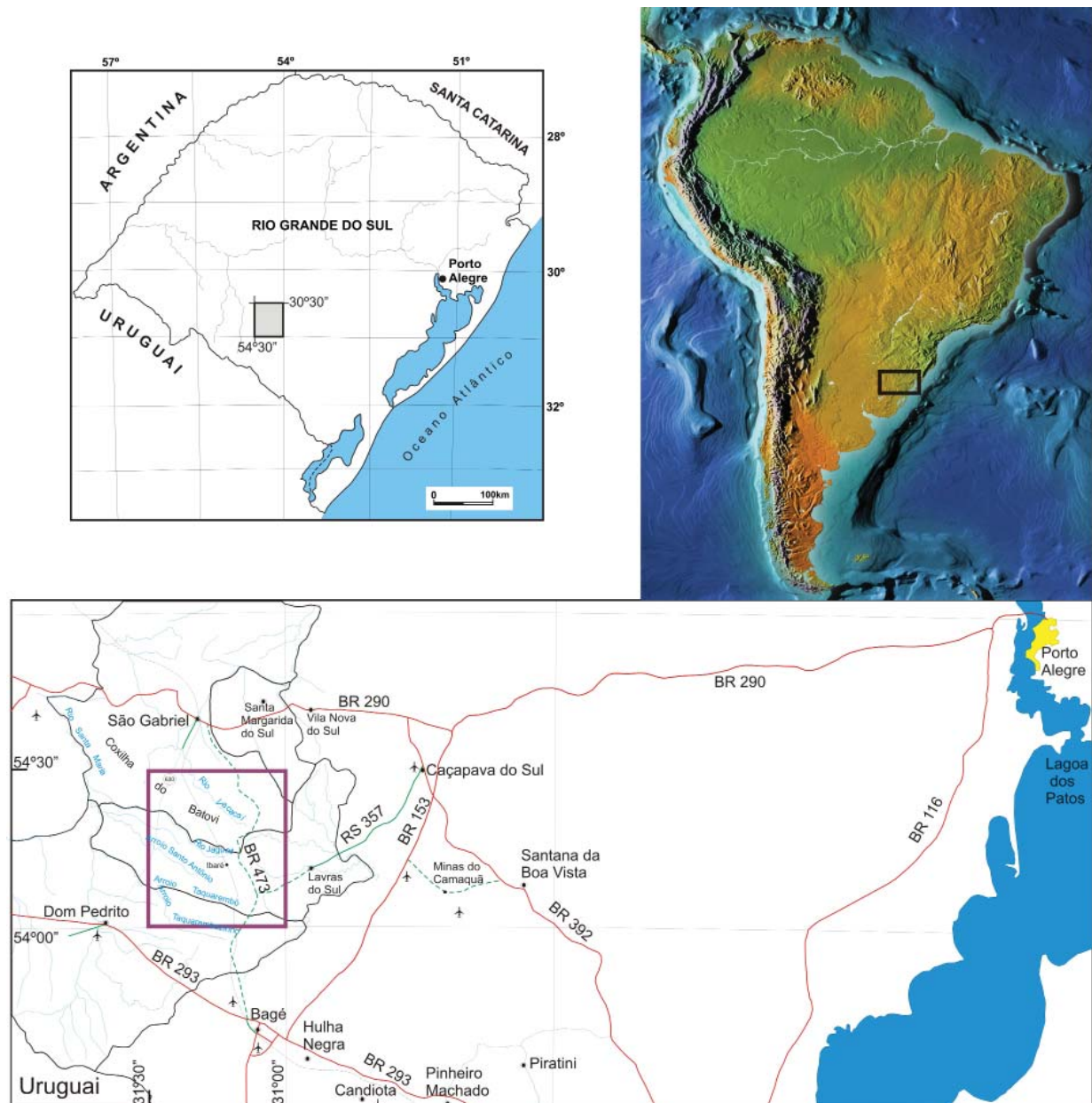


Figura 1 - Localização e vias de acesso à área da Folha Lagoa da Meia Lua.

Pela rodovia BR-392 (Pelotas – Santa Maria), têm-se acesso à cidade de Caçapava do Sul e desta, pela RS 357 (Caçapava do Sul – Lavras do Sul), chega-se a parte oeste da folha. De Porto Alegre via BR 116, segue-se até Pelotas, desta via BR-293 (Pelotas – Bagé) até a cidade de Bagé, da cidade há acesso à parte sul da Folha pela BR-473 (Bagé – São Gabriel). A área de estudo não apresenta estradas asfaltadas. De Dom Pedrito, Lavras do Sul, Bagé e São Gabriel, partem inúmeras estradas municipais e particulares de revestimento solto, com bom estado de conservação e de trânsito permanente. Além disso, a área é cortada por diversos caminhos e trilhas, trafegáveis somente na estação seca.

1.2. Aspectos Socioeconômicos

A atividade econômica no âmbito da Folha Lagoa da Meia Lua é fundamentada no setor primário, na pecuária, agricultura, na mineração e atualmente no reflorestamento. Região de topografia acidentada, com solos pouco férteis, tem reduzida capacidade de uso para agricultura, restringindo-se, em geral, nas áreas das várzeas dos rios, como o Rio Jaguari. A pecuária bovina e ovina, que é a atividade dominante, desenvolve-se nas grandes propriedades, situadas, em geral, nas áreas com predomínio de campos limpos.

As pequenas e médias propriedades, que ocupam principalmente as áreas de matas nativas e de vegetação arbustiva de médio porte, vêm sendo substituídas, paulatinamente, por grandes projetos de reflorestamento; alimentando com matéria-prima a indústria de celulose e constituindo, assim, na mais nova atividade econômica da região.

Outra atividade desenvolvida é representada pela extração de calcário, na Vila da Palma, ou em Batoivi, hoje paralisada, além de pedreiras artesanais na região da Vila Suspiro. Há também várias pedreiras paralisadas na região dos granitos Jaguari, Santa Rita e Saibro, restando apenas pequenas pedreiras que fornecem pedras de calçamento e mourões de cerca.

1.3. Aspectos Fisiográficos

1.3.1. Clima

A área da Folha Lagoa da Meia Lua enquadra-se na região climatológica da Serra de Sudeste (Araújo, 1930). Segundo Moreno (1961), o clima dessa região pertence à zona fundamental “C” da classificação de Köppen – temperada, moderada e chuvosa, do tipo fundamental “cf”, clima temperado úmido, com estação seca distinta. A precipitação média anual, na área, varia de 1.350 a 1.700mm, havendo um relativo equilíbrio na distribuição das chuvas durante o ano, embora essas predominem nos meses de maio,

junho e agosto. A temperatura média anual gira em torno de 18°C, com médias mínimas e máximas de 12,5°C e 22°C, respectivamente. Nos meses quentes (janeiro e fevereiro) a temperatura pode alcançar 40°C, enquanto nos meses mais frios (junho e julho) desce a -5°C.

1.3.2. Hidrografia

As drenagens que cortam a área pertencem, em sua maior parte, à bacia hidrográfica do Rio Santa Maria o qual, correndo para norte, atravessa os terrenos situados imediatamente a leste do sistema de Falhas Ibaré. Também aparecem drenagens que pertencem à bacia hidrográfica do Rio Camaquã e do Rio Vacacaí (Figura 2).

As drenagens mais pronunciadas, todas afluentes e subafluentes da margem direita do Rio Santa Maria, têm seus cursos desenvolvidos no sentido L-O e S-N, compreendendo os arroios Taquarembó, Taquarembozinho e Santo Antônio, além do Rio Jaguari. As bacias dos rios Camaquã e Vacacaí, estão separadas pelos granitos Santa Rita e Jaguari-Lavras, sendo que os cursos das drenagens do Rio Vacacaí possuem sentido S-N, os do Camaquã apresentam cursos O-L. Apresentam um padrão principal dendrítico retangular, associado às zonas preferenciais de fraturamento e refletindo a estruturação regional. A densidade de drenagem é de média a alta, e seu controle pelos fatores lito-estruturais dificulta a formação de planícies de inundação, excetuando a desenvolvida no Rio Jaguari.

1.3.3. Vegetação

De acordo com o sistema de classificação fitogeográfica adotado pelo Projeto Radambrasil (Teixeira e Coura Neto, 1986), a área em apreço enquadra-se na formação Savana e de Estepe com uma região de transição e uma região de matas de galeria (Floresta Estacional Residual)(Figura 2). A região é composta principalmente por gramíneas, abrange a vegetação do tipo campo limpo que desenvolve-se em terrenos de relevo suave, coxilhas e morros. Nas porções mais planas, com solos mais profundos, aparecem as carquejas, arlequins e touceiras (capim Santa Fé), constituindo os campos sujos, com pequenos arbustos ou não, dependendo da região fitogeográfica. O estrato arbóreo distribui-se de forma esparsa nas áreas aplainadas ou em agrupamentos nas áreas mais dissecadas, bem como formando matas-galeria ao longo dos cursos de água. Nesse domínio aparecem, entre outros, exemplares de pitanga, coronilha, branquilha, imbirá, pinheiro-bravo, aroeira-salsa e cinzenta, figueira-do-mato, canela-do-mato e angico. A ação antrópica se faz sentir pelos grandes reflorestamentos que, gradativamente, estão substituindo a vegetação nativa.

1.3.4. Solos

Segundo o levantamento pedológico efetuado pelo Projeto RADAMBRASIL (Ker *et al.*, 1986), predominam dois tipos de solos na área: os solos podzóicos vermelho-amarelos e os solos litólicos distróficos, com distribuição subordinada de planossolos eutróficos associados às várzeas do Rio Jaguari (Figura 2). Os primeiros são solos minerais não hidromórficos, que se caracterizam pela presença do horizonte B textural com considerável iluviação de argila, eviden-

ciada pela expressiva relação textural. Derivam-se de rochas graníticas, gnáissicas e xistosas. São pouco profundos, em geral cascalhentos, sendo o horizonte A do tipo moderado ou proeminente. Os solos litólicos são pouco desenvolvidos, rasos e possuem o horizonte A assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha. Apresentam-se acentuadamente drenados e com características morfológicas, físicas e químicas muito variáveis, em função do material originário. Os solos da classe planossolo são

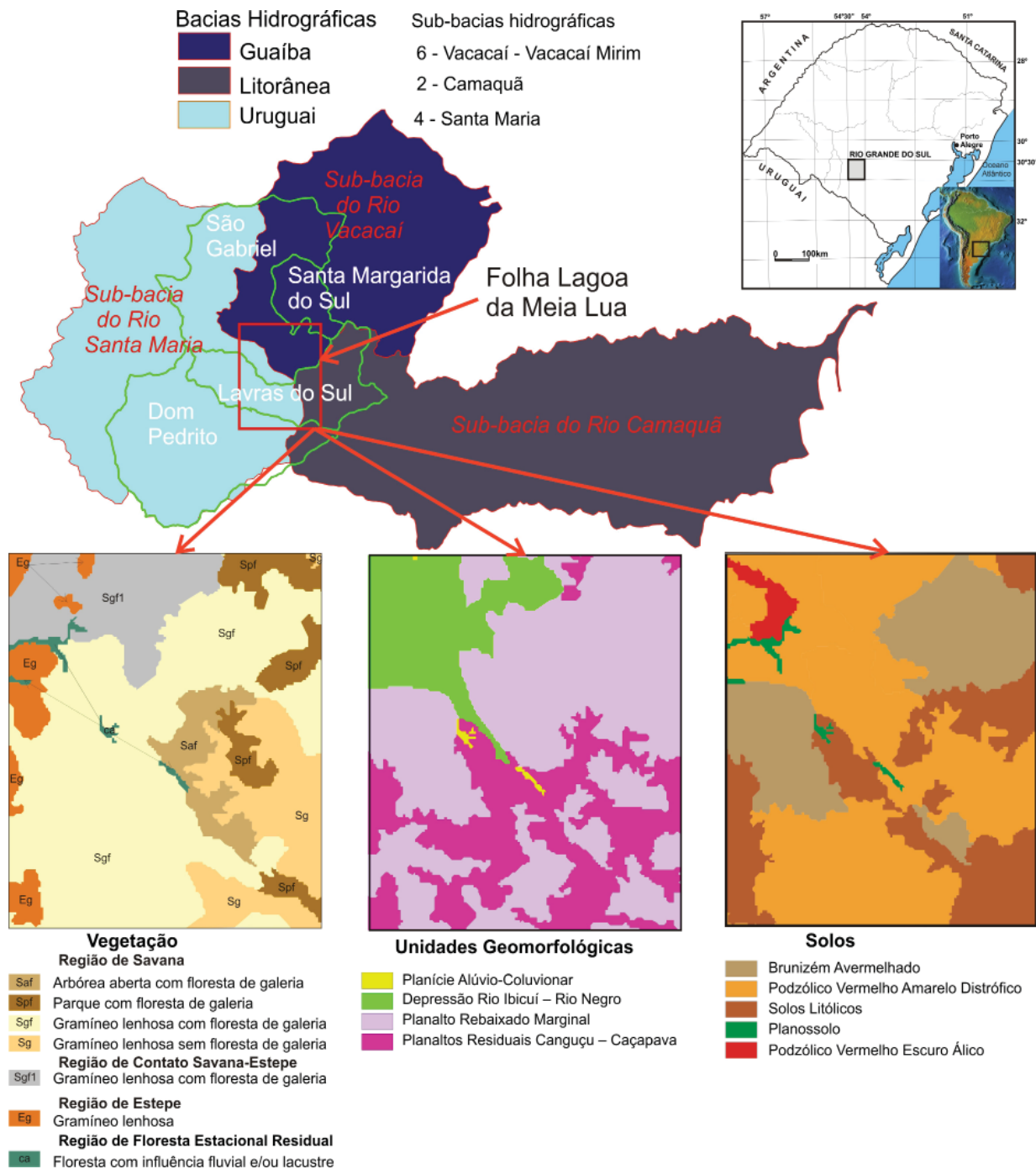


Figura 2 - Mapas esquemáticos com a distribuição das bacias hidrográficas, da vegetação da geomorfologia e dos solos da Folha Lagoa da Meia Lua.

desenvolvidos sobre depósitos aluvionares. Em geral são mal a imperfeitamente drenados e caracterizados pela presença de um horizonte superficial eluvial arenoso sobreposto de maneira abrupta ao horizonte B de elevada concentração de argila.

1.3.5. Aspectos Geomorfológicos

A área estudada enquadra-se na Região Geomorfológica Planalto Sul-Rio-Grandense, compreendendo as unidades geomorfológicas dos Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul e do Planalto Rebaixado Marginal (Figura 2), de acordo com os critérios de

mapeamento geomorfológico adotado pelo Projeto RadamBrasil (Justus *et al.*, 1986). A primeira unidade, que abrange as superfícies mais elevadas daquela região geomorfológica, em torno de 400m, caracteriza-se por um relevo dissecado em forma de colinas. Ocorrem também áreas de topo plano ou incipientemente dissecado, remanescentes de antiga superfície de aplainamento. O Planalto Rebaixado Marginal é uma superfície dissecada, posicionada entre 100 e 200 m de altitude, que isola os relevos elevados dos Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul.

2- CONTEXTO GEOLÓGICO, TECTÔNICO E GEOFÍSICO REGIONAL

2.1. Arcabouço Geológico e Tectônico

Geologicamente, o estado do Rio Grande do Sul está constituído por uma porção central, onde predominam rochas cristalinas designadas como Escudo Sul-Rio-Grandense, as quais estendem-se do NE do Uruguai até o sul da Bahia. Esta região faz parte da Província Mantiqueira, originalmente descrita por Almeida *et al.* (1977), onde o Rio Grande do Sul representa o seu segmento no extremo sul. Esta província limita-se, no Rio Grande do Sul, a leste com os sedimentos da Planície Costeira, correspondentes a porção aflorante da Bacia de Pelotas, e a norte e oeste com os sedimentos e derrames basálticos da Bacia do Paraná (Figura 3).

A Província Mantiqueira é uma grande e complexa unidade geotectônica, instalada a leste dos crá-

tons São Francisco e Rio de La Plata, ao final do Neoproterozoico e início do Paleozoico, originada com o fechamento do oceano Adamastor (Hartnady *et al.*, 1985), assim como outros cinturões Pan-Africanos (Saldanha, Gariep, Damara, Kaoko) conforme sugerido por Porada (1979, 1989). Estende-se por cerca de 3000 km com orientação NNE–SSW ao longo da costa atlântica, de Montevidéu (Uruguai) ao sul da Bahia. A província guarda o registro de uma longa e complexa evolução do Neoproterozoico na América do Sul (790–520 Ma) preservando remanescentes de unidades tectônicas, paleoproterozoicas e mesoproterozoicas (Figura 4). Constitui, juntamente com a extremidade meridional da Província Tocantins, o arcabouço pré-cambriano do sudeste brasileiro desenvolvido em resposta ao “Ciclo Brasileiro” de Almeida (1967).

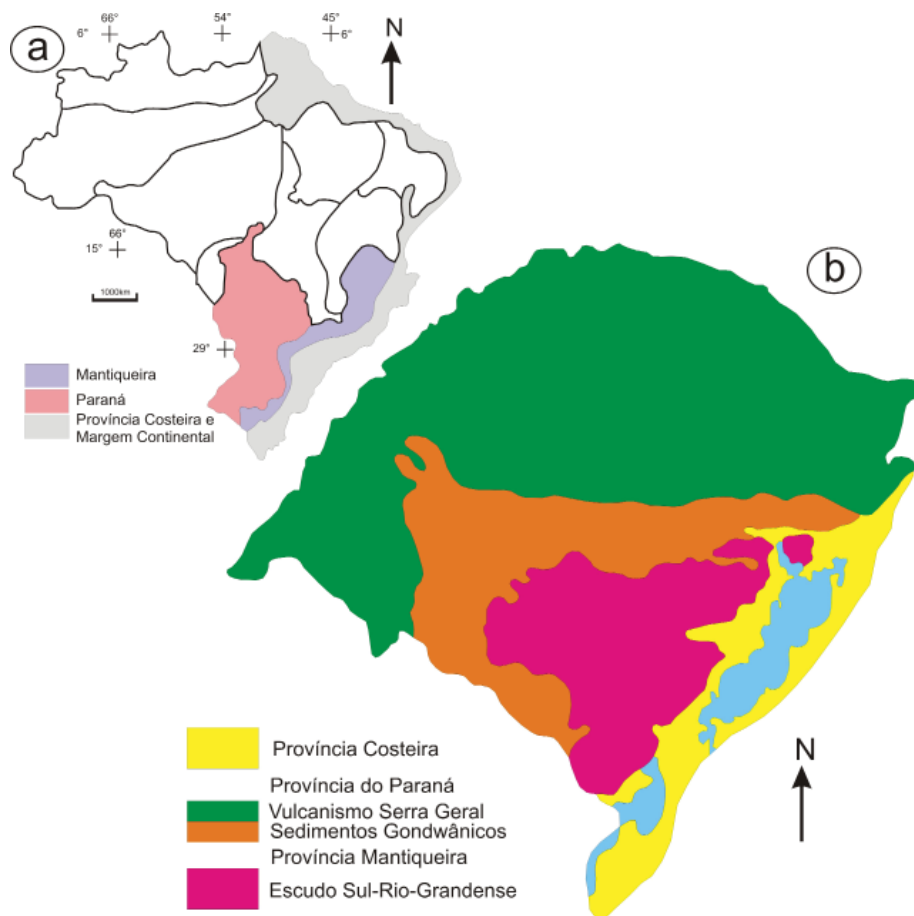


Figura 3 - a) Províncias estruturais brasileiras presentes no Rio Grande do Sul, a partir de Almeida *et al.*, (1977); b) Províncias geológicas do Rio Grande do Sul (Porcher e Lopes, 2000).

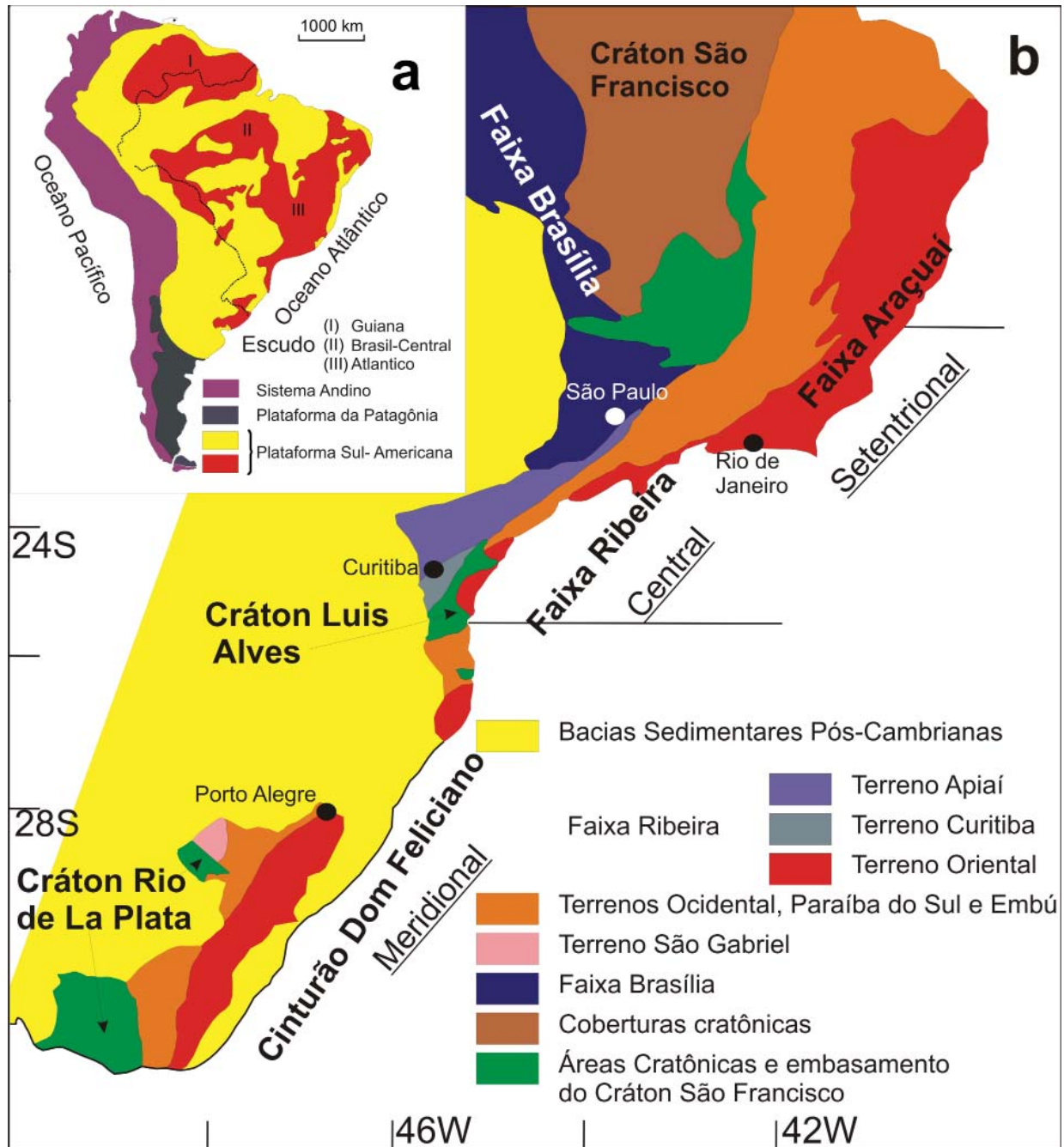


Figura 4 - a) Mapa tectônico da América do Sul, modificado de Almeida e Hasui (1984) e Trompette (1994). b) Subdivisão simplificada do Sistema Orogênico Mantiqueira (Simplificado de Heilbron et al., 2004).

Revisão sobre a porção sul da Província Mantiqueira podem ser encontrados em Silva *et al.* (2005), Saalman *et al.* (2006), Heilbron *et al.* (2004) e Philipp *et al.* (2002). Estes autores delineiam uma evolução complexa para esta Província, a qual está constituída por três sistemas orogenéticos sucessivos (Silva *et al.*, 2005) (Figura 5): Brasiliano I, II e III. Onde se tem o acréscimo de crosta juvenil, incluindo a geração de arco plutono-vulcânico intraoceânico nos estágios iniciais do sistema orogenético Bra-

siliano I, com clímax colisional a 730-700 Ma (Orogenia São Gabriel), e reciclagem de crosta durante os estágios Brasiliano 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 ocorrida a 595-570 Ma no Orógeno Dom Feliciano. Pela complexidade dos eventos geológicos ocorridos neste espaço de tempo, um grande número de designações, com impli-

Geologia e Recursos Minerais da Folha Lagoa da Meia Lua

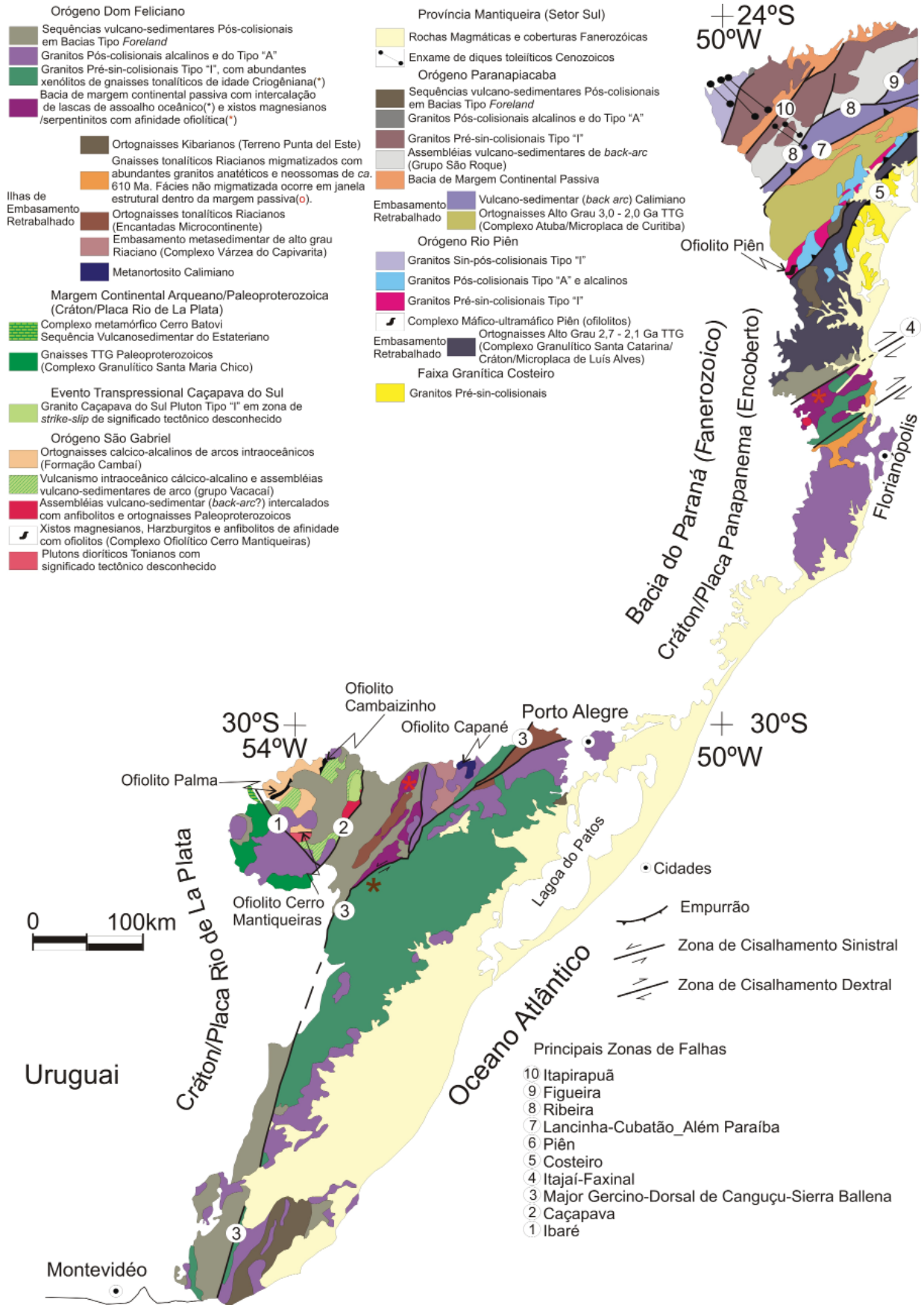


Figura 5 - Mapa Geológico da Província Mantiqueira Meridional (modificado de Silva et al., 2005).

cações tectônicas, muitas vezes conflitantes, tem sido empregado para o mesmo evento. A partir de meados da década passada, os processos geradores dessa evolução passaram a ser reconhecidos com maior precisão, devido à aplicação mais generalizada de datações U-Pb. Assim, as grandes unidades geotectônicas puderam ser melhor individualizadas e hierarquizadas. A Província Mantiqueira está integrada por uma sucessão de cinturões de “empurrão e dobramento” controlados por distintos sistemas transpressivos de cavalgamento em direção às margens cratônicas. A maioria desses cinturões corresponde a orógenos colisionais (Sengör, 1990) evoluídos diacronicamente durante a colagem neoproterozoica/cambriana. Além da extensiva granitogênese Brasileira, os orógenos são reconhecidos por suas sequências tectono-estratigráficas mistas de extensas bacias de margem continental rifteadas e discreto registro de prismas acrescionários e/ou imbricações locais de depósitos de assoalho oceânico delineando as margens cratônicas, além dos sistemas de arcos e retroarcos. Constituem, assim, um mosaico de terrenos neoproterozoicos agregados há aproximadamente 540 Ma quando deram origem ao Supercontinente Gondwana Ocidental.

O Escudo Sul-Rio-Grandense insere-se neste contexto, no sudeste da Província Mantiqueira, compreendendo associações de rochas metamórficas, ígneas e sedimentares, distribuídas num complexo arranjo tectono-estratigráfico. As determinações radiométricas disponíveis permitem agrupar essas associações em dois principais intervalos de tempo: Proterozoico Inferior, com algumas datações de zircões arqueanos e idades do Proterozoico Médio, representado por poucas unidades litoestruturais, de reduzida distribuição em área; e Proterozoico Superior–Eo-Paleozoico, que compõe a maioria das associações de rochas do escudo evidenciando que, a evolução e estabilização final dessa porção crustal, estiveram ligadas ao desenvolvimento do Ciclo Brasileiro (1000 – 470 Ma) na região.

Os grandes lineamentos regionais NE-SW e NW-SE que segmentam o Escudo Sul-Rio-Grandense, exerceram preponderante papel na disposição espacial e preservação dessas diferentes unidades de rocha, e têm servido de base para as descrições de sua organização interna e de sua compartimentação tectônica (e.g. Picada, 1971, Hasui *et al.*, 1975, Ribeiro e Fantinel, 1978, Fragoso Cesar, 1980, Fragoso Cesar *et al.*, 1982b, Issler, 1982, Jost e Hartmann, 1984, Horbach *et al.*, 1986, Soliani Júnior, 1986).

A partir do reconhecimento de associações petrotectônicas específicas compondo esses diferentes compartimentos (Ribeiro e Fantinel, 1978, Fragoso Cesar, 1980, Fragoso Cesar *et al.*, 1982a), as

concepções acerca da evolução geológica do Escudo Sul-Rio-Grandense passaram a ter como base os princípios da tectônica de placas, com o reconhecimento de áreas estáveis e de regiões tectonicamente ativas durante o Brasileiro (cinturões) e sua correlação com os cinturões pan-africanos do sul da África, conforme modelo preconizado por Porada (1979) (e.g. Fragoso Cesar, 1980, 1991; Jost, 1981, Fragoso Cesar *et al.*, 1982b, Issler, 1982, 1983, Soliani Júnior, 1986, Beckel, 1992, Tommasi e Fernandes, 1990, Fernandes *et al.*, 1992a).

Durante as últimas décadas criou-se um certo consenso acerca da reconstrução desta porção sul-brasileira da crosta oeste do Gondwana, a qual acredita-se ter sido gerada por um mosaico de frações Paleo a Mesoproterozoicas, reunidas durante o Proterozoico Superior–Eo-Paleozoico, resultando em uma colagem orogênica composta por diversas associações de rochas, diagnósticas de ambientes geotectônicos específicos, embora os modelos apresentados sejam divergentes quanto aos seus aspectos genéticos e evolutivos. As principais incertezas recaem sobre a ordem dos eventos e os mecanismos estruturais relacionados às colisões entre os distintos blocos crustais e fragmentos cratônicos (Saalmann *et al.*, 2006).

Saalmann *et al.* (2005a, b, 2006) e Hartmann *et al.* (2007, 2011), com base em determinações de elementos traço, determinações de idades U-Pb em zircão e isótopos de Sm-Nd e Rb-Sr, demonstraram que a parte meridional da Província Mantiqueira está constituída pelas seguintes unidades geotectônicas: 1- blocos São Gabriel e Encantadas, compondo dois terrenos contrastantes entre si, onde o primeiro está composto por rochas juvenis Neoproterozoicas, enquanto que o segundo são frações crustais Paleoproterozoicas intensamente retrabalhadas. 2- O Bloco São Gabriel está constituído por relictos de dois arcos magmáticos brasileiros, um intra-oceânico e um mais jovem, relacionado a uma margem continental; 3- o Cinturão Porongos, localizado no Bloco Encantadas, teria se desenvolvido ao longo de uma margem passiva, sobre uma crosta mais delgada, sob um regime extensional ou transensional. A evolução da tectônica de placas teria se iniciado com a abertura de uma bacia oceânica na porção E do Cráton Rio de La Plata, aproximadamente entre 0,9 e 1,0 Ga. A subducção da litosfera oceânica teria se iniciado há 880 Ma, o que levou ao desenvolvimento de um arco intra-oceânico, posteriormente acrescido à margem passiva deste bloco antigo, entre 850 e 700 Ma. Neste mesmo espaço de tempo, ao longo da margem passiva do bloco Encantadas, se desenvolvia a bacia Porongos. Uma colisão dextral oblíqua do Cráton Rio de La Plata com o Bloco Encantadas, ocorrida entre 700 a 660 Ma,

desenvolvendo a Zona de Cisalhamento Dorsal de Canguçu, a qual esteve ativa entre 670 e 620 Ma. Esta zona de cisalhamento coloca em contato as litologias do Bloco Encantadas com as litologias Neoproterozoicas do Batólito Pelotas.

Chemale Júnior *et al.* (1995b), com base em determinações radiométricas pelo método U-Pb em zircão, caracterizaram as seguintes unidades geotectônicas brasileiras compoendo a parte meridional da Província Mantiqueira: 1) Cinturão Vila Nova; 2) Cinturão Tijucas; e 3) Cinturão Dom Feliciano; além de seqüências vulcano-sedimentares com plutonismo associado, tardi a pós-tectônicas (bacias molássicas). Esses autores caracterizaram o Cinturão Vila Nova como uma das poucas áreas brasileiras em que houve acreção brasileira, enquanto os cinturões Tijucas e Dom Feliciano apresentam-se constituídos por unidades pré-brasileiras que foram deformadas e profundamente retrabalhadas durante o Brasileiro. Os dados geocronológicos levantados pelos autores definem dois eventos tectônicos principais: o Evento São Gabriel (700-750Ma), responsável pela formação e/ou deformação das rochas que compõem o Cinturão Vila Nova; e o Evento Dom Feliciano (cerca de 600Ma) relacionado à geração de granitoides e à deformação dos cinturões Tijucas e Dom Feliciano.

Para esses autores o Escudo Sul-Rio-Grandense, compreende as seguintes unidades tectônicas:

- Cinturão Vila Nova, constituído por gnaisses tonalíticos a granodioríticos, rochas vulcano-sedimentares da fácies xisto-verde a anfibolito, unidades máfico-ultramáficas, granitos foliados, formados e/ou deformados pelo Evento São Gabriel, entre 700 Ma e 750 Ma (Chemale Júnior *et al.*, 1994).

- Cinturão Tijucas, situado entre os cinturões Vila Nova e Dom Feliciano, compreende rochas supracrustais da fácies xisto-verde a anfibolito (Complexo Metamórfico Porongos), além de exposições de rochas gnáissicas do Proterozoico Inferior. Dados U/Pb em zircão, de algumas rochas metavulcânicas do Complexo Metamórfico Porongos, fornecem uma idade mínima de 1,4Ma (Wildner *et al.*, 1996) para a formação dessas rochas e deformadas no Evento Dom Feliciano.

Cinturão Dom Feliciano – corresponde a um típico terreno granito-gnaisse-migmatito, que foi formado/deformado durante o Evento Dom Feliciano, com o pico tectono-metamórfico principal em 562-616Ma (Chemale Júnior *et al.*, 1994).

Complexo Granulítico (Bloco Taquarembó) – constituído por gnaisses quartzo-feldspáticos, gnaisses máficos, ultramafitos e rochas supracrustais, metamorfizados na fácies granulito a anfibolito (Complexo Granulítico Santa Maria Chico; Nardi e Hartmann, 1979), intrudidos por granitos brasi-

lianos (Suíte Granítica Santo Afonso) e recobertos parcialmente por rochas vulcano-sedimentares da cobertura molássica.

2.2. Arcabouço Geofísico

A disponibilidade de mapas aeromagnetométricos integrados de toda a porção do Escudo Sul-Rio-Grandense a leste do meridiano de 54°W, constitui uma ferramenta na tentativa de ajudar a estabelecer a compartimentação estrutural. A magnetometria, como apontado por Haralyi e Hasui (1982), destaca os corpos intrusivos ou associados a descontinuidades que têm resposta magnética, bem como as falhas com minerais ferromagnesianos, sejam superficiais ou subsuperficiais. A figura 6 reproduz o mapa de pseudo-iluminação do relevo magnético dessa porção do escudo, o qual permite caracterizar três domínios magnéticos distintos quanto ao relevo, intensidade do campo magnético total e orientação dos eixos magnéticos; esses domínios, referidos como Oriental (E), Central (C) e Ocidental (W), delimitam diferentes associações tectono-geológicas, no que se refere ao seu conteúdo em minerais ferromagnesianos (Costa *et al.*, 1995) (Figura 6).

O Domínio Ocidental (W) apresenta um relevo magnético caracterizado por grandes anomalias alongadas com direções N30°-45°E, que vão se encurvando com tendência ao paralelismo em relação ao lineamento N30°E que limita esse domínio do Domínio Central (C). Em termos geológicos, esse limite separa os xistos e granitos da região de Caçapava do Sul (oeste) das seqüências vulcano-sedimentares da Bacia do Camaquã (leste). A provável causa desse padrão magnético na porção norte do domínio são as rochas vulcânicas andesíticas da Formação Hilário, enquanto as rochas básicas metamorfizadas da Formação Cerro Mantiqueiras parecem responder pelo padrão magnético na sua porção centro-sul. O aumento de densidade de lineamentos magnéticos ao sul da Zona de Cisalhamento Ibaré (ZCI), permite definir essa região como um subdomínio distinto. A cobertura aeromagnetométrica limitada ao meridiano de 54°W, não permite maiores inferências quanto à compartimentação tectônica nesse domínio, o qual compreende unidades do Cinturão Vila Nova e do Complexo Granulítico (Bloco Taquarembó), na concepção de Chemale Júnior *et al.* (1995b).

É possível que o subdomínio definido ao sul da ZCI, seja um reflexo das características magnéticas distintas das unidades que compõem essas diferentes unidades geotectônicas.

O Domínio Oriental (E) caracteriza-se por um relevo magnético bastante acentuado, evidenciado principalmente pela alta densidade de anomalias lineares. Essas são curtas ou alongadas, paralelas

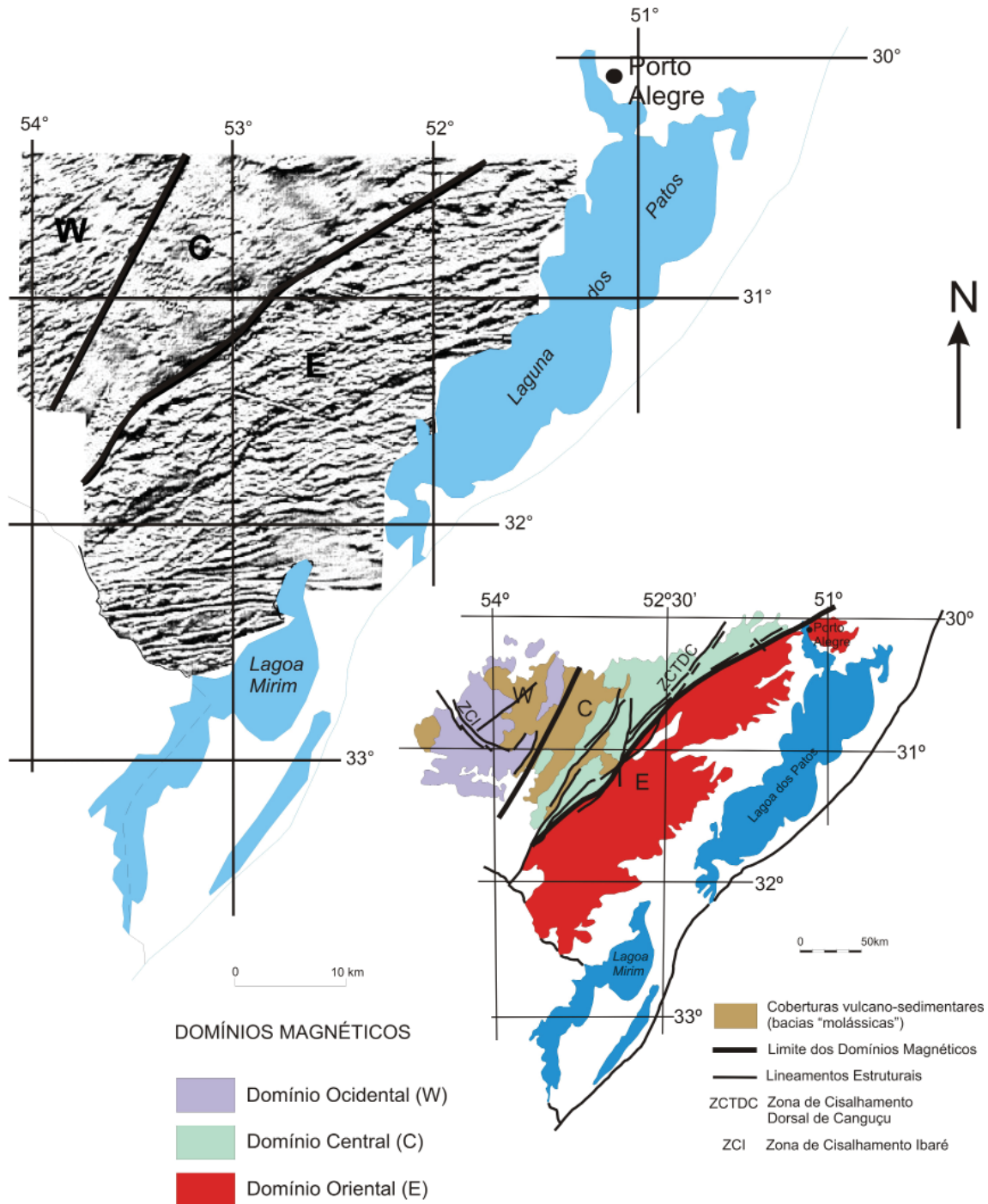


Figura 6 - Mapa de pseudo-iluminação do relevo magnético do Escudo Sul-Rio-Grandense e sua compartimentação em domínios magnéticos (Costa et al., 1995).

ou onduladas, com direções predominantes N70°E. Os alinhamentos magnéticos são, na maior parte do domínio, interceptados por outros de orientação N40°E. A estratigrafia desse domínio é composta por um grande volume de granitoides foliados, contendo enclaves básicos e de supracrustais, que constituem o substrato rochoso onde se implantaram as zonas de cisalhamento transcorrente NE. Enquanto as anomalias N70°E podem representar as direções estruturais da trama principal dessas associações de rochas (cf. Tommasi *et al.*, 1992; Costa e Caldasso,

1994), as zonas de cisalhamento transcorrentes parecem ser responsáveis pelo seu deslocamento ao longo das anomalias N40°E. A intrusão de grande volume de granitoides sin, tardi e pós-transcorrência, aparentemente não afetou o padrão magnético regional. Pequenos corpos básicos, aflorantes ou não, são responsáveis pelas anomalias magnéticas circulares, de eixos curtos e intensos, registrados neste setor.

Em termos de propostas de compartimentação, o Domínio Oriental corresponde ao Batólito Pelotas

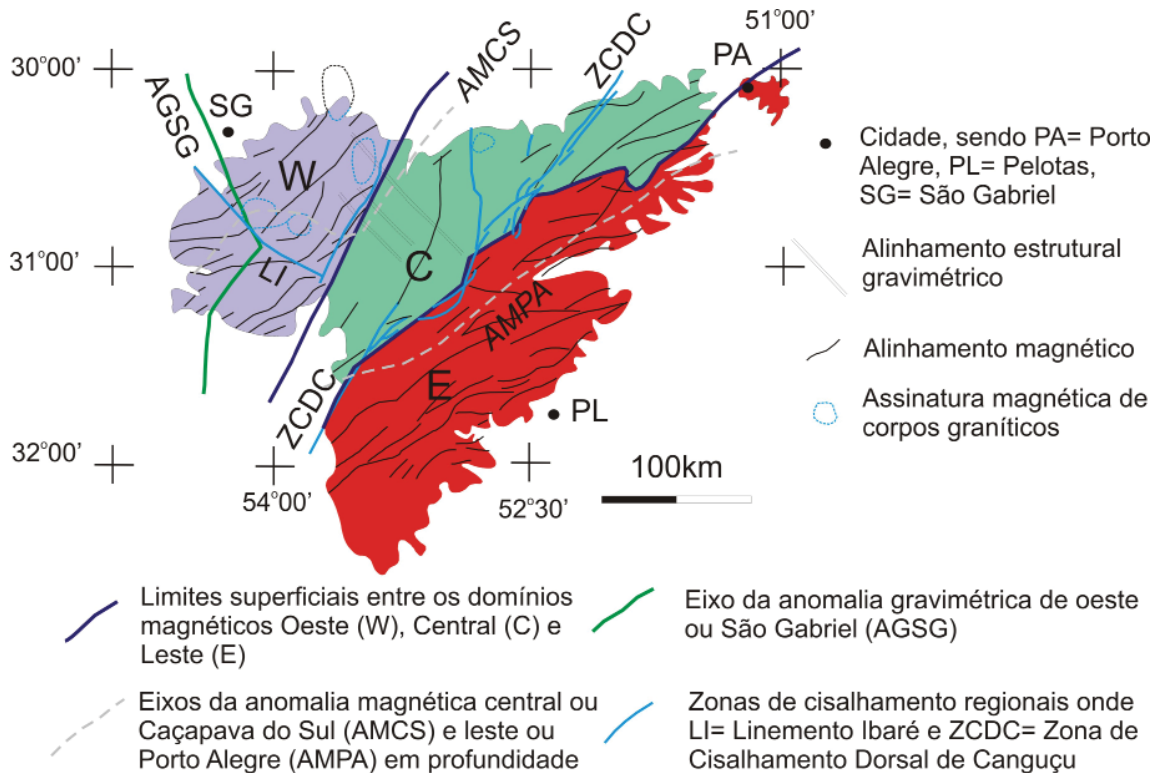


Figura 7 - Principais estruturas geofísicas e tectônicas regionais do Escudo Sul-Rio-Grandense (Costa 1977).

(Fragoso Cesar *et al.*, 1986), Complexo Canguçu (Santos *et al.*, 1989), Bloco Dom Feliciano (Ramgrab *et al.*, 1993) e, excluídas as rochas da região de Encruzilhada do Sul (que fazem parte do Domínio Central), à Associação de Arco Magmático I de Fernandes *et al.* (1992a) e o Cinturão Dom Feliciano (*sensu* Chemale Júnior *et al.*, 1995b).

O Domínio Central (C) é representado por um relevo magnético pouco acentuado, e abrange associações de rochas bem características em superfície, como o Complexo Metamórfico Porongos e os Gnaisses Encantadas. Afloram ainda na porção leste desse domínio *roof-pendants* e xenólitos de metapelitos e mármores da Suíte Metamórfica Várzea do Capivarita, o Anortosito Capivarita, intrudidos por granitoides cálcico-alcálicos (Complexo Gnáissico Arroio dos Ratos) que, apresentando tramas orientadas E-W, foram retrabalhados pelas zonas de cisalhamento transcorrente NE (Fernandes *et al.*, 1992b). Esse domínio inclui também as rochas graníticas do Complexo Encruzilhada do Sul e as unidades sedimentares e vulcânicas da bacia do Camaquã, as quais aparentemente não influenciam o relevo magnético, o qual deve refletir exclusivamente o padrão magnético das unidades mais antigas. Isso é bem evidente, considerando que a única anomalia magnética registrada nesse setor corresponde ao corpo do Sienito Piquiri, sugerindo que essa unidade seja diferenciada de um corpo básico situado em profundidade.

O Domínio Central corresponde ao Cinturão Ti-

jucas *sensu* Chemale Júnior *et al.* (1995a), incluindo ainda as unidades pré-brasilianas do Cinturão Dom Feliciano (Suíte Metamórfica Várzea do Capivarita, Anortosito Capivarita) dos referidos autores. O limite entre os domínios Oriental (O) e Central (C) corresponde a um extenso alinhamento magnético que apresenta direção N45°E em sua porção sul, e que inflete para N60°-70°E na sua porção norte. Ao sul, esse lineamento coincide parcialmente com a Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu (ZCTDC), mas na porção norte constata-se que a ZCTDC não tem resposta no mapa aeromagnetométrico, estendendo-se com orientação N40°E através do Domínio Central. Esse alinhamento magnético principal se ajusta com o limite entre blocos gravimétricos definido por Costa *et al.* (1995), e é interpretado como a cicatriz da sutura entre unidades tectono-geológicas que compõem uma colagem orogênica. Da compartimentação estabelecida pela magnetometria, constata-se que o Domínio Central reúne essencialmente unidades antigas do Escudo Sul-Rio-Grandense (Gnaisses Encantadas; Suíte Metamórfica Várzea do Capivarita; Anortosito Capivarita; Complexo Metamórfico Porongos (Proterozoico Médio ?), e está separado por grandes descontinuidades estruturais dos domínios Ocidental (Cinturão Vila Nova/Bloco Taquarembó) e Oriental (Cinturão Dom Feliciano), ambos constituídos por unidades que foram geradas e/ou retrabalhadas no Ciclo Brasileiro (Proterozoico Superior–Eo-Paleozoico).

O Domínio Ocidental ocupa o quadrante noroeste da folha é caracterizado em sua maior extensão por rochas graníticas da Suíte Intrusiva Santo Afonso, admitidas como tardi-tectônicas; mantêm relações de contato intrusivos com os litótipos da Sequência Metamórfica Arroio da Porteira e do Complexo Granito-Gnáissico, ambos de

posição cronoestratigráfica não definida. Essas unidades são afetadas ainda por apófises e corpos intrusivos do Granito Cerro das Marcas e por enxames de diques riolíticos. Rochas vulcânicas e sedimentares da bacia do Camaquã mantêm contatos tectônicos ou, localizadamente, recobrem essas litologias.

3- ESTRATIGRAFIA

A área enfocada neste trabalho compõe o Escudo Sul-Rio-Grandense e abrange litologias dos terrenos Taquarembó e São Gabriel. Rochas sedimentares das bacias do Camaquã e Paraná, e vulcânicas associadas à primeira completam a litoestratigrafia na Folha Lagoa da Meia Lua.

A geologia da Folha Lagoa da Meia Lua tem sido mencionada desde os primeiros trabalhos da geologia no Rio Grande do Sul, com Carvalho (1932) ou em trabalhos de mapeamento como Goñi *et al.*, (1962), Jost e Willwock (1966) e Jost (1970) ou em mapeamento das escolas de geologia como UNISINOS (1979, 1981, 1982) e UFRGS (1982, 1986, 1991, 1996), ou ainda dissertações e teses como Garcia (1980), Chemale Júnior (1982), Oliveira (1982) e Naumann (1985), os quais permitiram: ou a redefinição de antigas ou a caracterização de novas, unidades litoestratigráficas e elementos tectônicos nos diferentes terrenos levantados.

A maior parte das unidades representadas na Folha se distribui segundo compartimentos limitados por descontinuidades estruturais, os quais apresentam feições geológicas e tectônicas próprias, configurando domínios com identidade litoestrutural específica e evolução tectônica distinta daquelas dos terrenos que lhes são adjacentes.

Na Folha Lagoa da Meia Lua foram reconhecidos os seguintes domínios geológicos, conforme representado na Figura 8.

- 1) Núcleos de alto grau do Paleoproterozoico, representados pelo Complexo Granulítico Santa Maria Chico e pelo Complexo Metamórfico Cerro Batovi, aflorantes no Terreno Taquarembó.
- 2) Granitoides de médio grau, representando as raízes do Arco de São Gabriel, do Neoproterozoico, genericamente denominadas de Cambaí.
- 3) Rochas máficas e ultramáficas representando complexos ofiolítico do Arco de São Gabriel, como: Palma, Passo do Ivo e Cerro Mantiqueiras.
- 4) Rochas metavulcanossedimentares de baixo a médio grau do Neoproterozoico, expostas no Terreno (juvenil) São Gabriel e recobrimdo localmente o Terreno Taquarembó, nas formações Pontas do Salso e Ibaré e no Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro.
- 5) Coberturas vulcanossedimentares neoproterozoicas a cambro-ordovicianas da Bacia do Camaquã.
- 6) Granitoides do Neoproterozoico (Granitos Peraluminosos e Relacionados, Granitos Shoshonítico e Granitos Alcalinos e Peralcalinos).

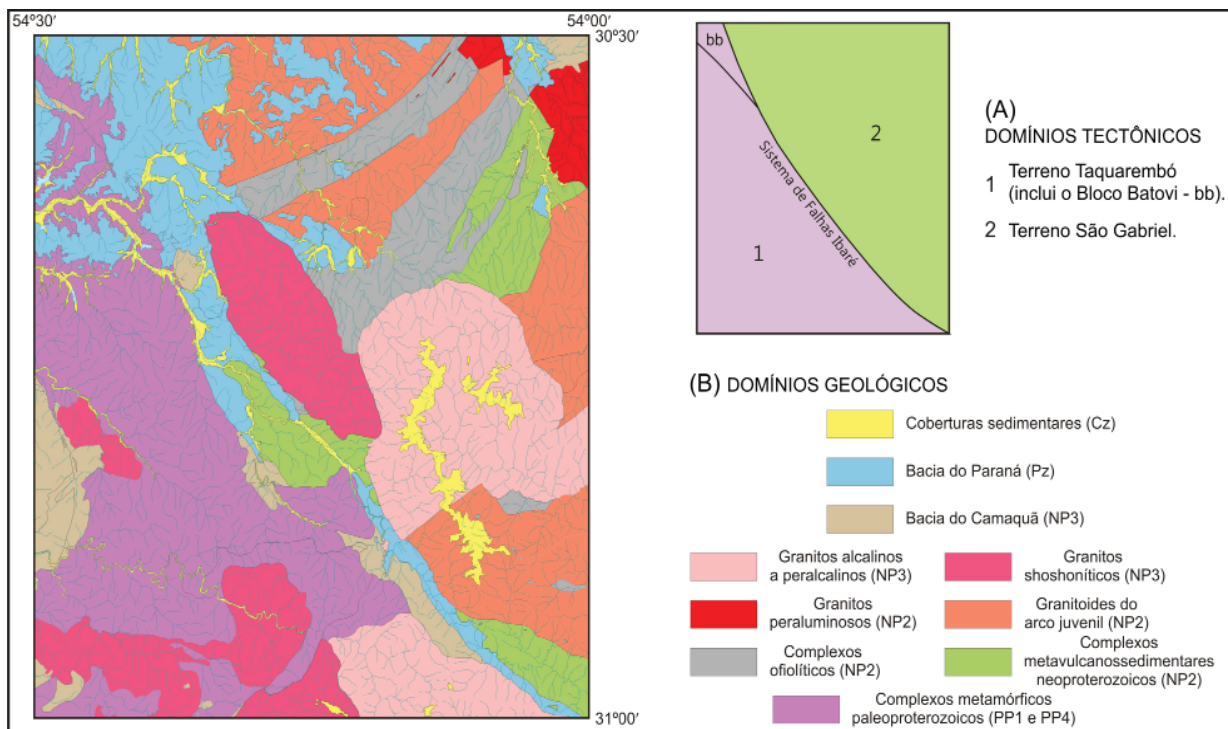


Figura 8 - Domínio tectônicos (A) e geológicos (B) da Folha Lagoa da Meia Lua.

7) Coberturas sedimentares paleozoicas da Bacia do Paraná.

8) Coberturas do Cenozoico, incluindo a Formação Santa Tecla e os depósitos aluviais.

As rochas do Terreno Taquarembó estão separadas do Arco de São Gabriel pela zona/liamento/sistemas de falha Ibaré, tendo o bloco antigo situado à leste deste limite. Sobre este limite se posicionam as seqüências metavulcanossedimentares neoproterozoicas Ibaré e Arroio Marmeleiro, bem como com as rochas sedimentares da Bacia do Camaquã e da Bacia do Paraná, ou ainda a seqüência metavulcanossedimentar do Cerro Batovi de idade paleoproterozoica.

A área paleocontinental associada às rochas neoproterozoicas do Arco de São Gabriel compreende os granulitos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico e do Cerro Batoví, o primeiro separado em três domínios, dois ígneos (predomínio de rochas máficas, e predomínio de rochas ácidas), e um de rochas de origem sedimentar (predomínio de calcários e margas) submetidos a metamorfismo granulítico, com fácies anfíbolito sobreposto. As rochas do Cerro Batovi representam uma seqüência metavulcanossedimentar na facies anfíbolito a xisto-verde do Estateriano, que, provavelmente, fazem parte de um Bloco/Terreno não delimitado no Escudo Sul-Rio-Grandense.

A oeste do lineamento Ibaré encontram-se os terrenos juvenis do Arco de São Gabriel, separados em duas regiões por diferenças estruturais, geoquímicas e geocronológicas. Mais a sul situam-se rochas graníticas com direções leste-oeste, um terreno TTG, caracterizado como raiz de arco, com lascas de rochas máfico-ultramáficas, caracterizados como ofiolitos ou restos de fundo oceânico. A área a norte, na região da Vila da Palma, formam faixa NE, compreendendo unidades máfico-ultramáficas, faixas: Palma e Passo do Ivo; com granitos, dioritos e tonalitos com características de arco: Suíte Lagoa da Meia Lua e seqüência

metavulcanossedimentares associadas, Formação Pontas do Salso.

Posteriormente ao arco juvenil há a formação de granitos com características sintectônicas, aqui colocadas como de posicionamento (idade) indefinida, com características peraluminosas e localização restrita, a nordeste da Folha; granitos com características shoshoníticas, intrusivos no embasamento paleoproterozoico ou em seu limite e finalmente os granito alcalinos a peralcalinos, que intrudem ou as rochas do arco os estão no seu limite.

As áreas com vulcanismo da Bacia do Camaquã possuem localização restrita, com a Formação Hilário ao sudeste da Folha e a Formação Acampamento Velho em dois platôs ao centro Sul, Platô do Taquarembó, e extremo nordeste, Platô da Ramada. Dique das duas formações ocorrem em lineamentos NE.

Rochas sedimentares das bacias do Camaquã, Formação São Rafael, e Paraná, formações Rio Bonito e Taciba, ocorrem de forma restrita ao longo do lineamento Ibaré.

Em função destas características, as unidades foram dispostas em um quadro de relações tectono-estratigráficas (Figura 9) que representa uma coluna litoestratigráfica para cada um dos domínios/terrenos na Folha Lagoa da Meia Lua.

Nos próximos capítulos serão discutidos individualmente cada unidade, ou em grupo de unidades, com denominações formais ou apenas como uma denominação genérica, com o objetivo de facilitar a discussão e o entendimento da estratigrafia em: Complexo Granulítico Santa Maria Chico, Complexo Metamórfico Cerro Batovi, Granitoides Relacionados a Regime de Arco, Complexo Ofiolítico, Cinturão Metamórfico Vacacaí, Granitogênese, Vulcânicas Associadas à Bacia do Camaquã, Sedimentos da Bacia do Camaquã, Bacia do Paraná e Depósitos Cenozoicos.

Geologia e Recursos Minerais da Folha Lagoa da Meia Lua

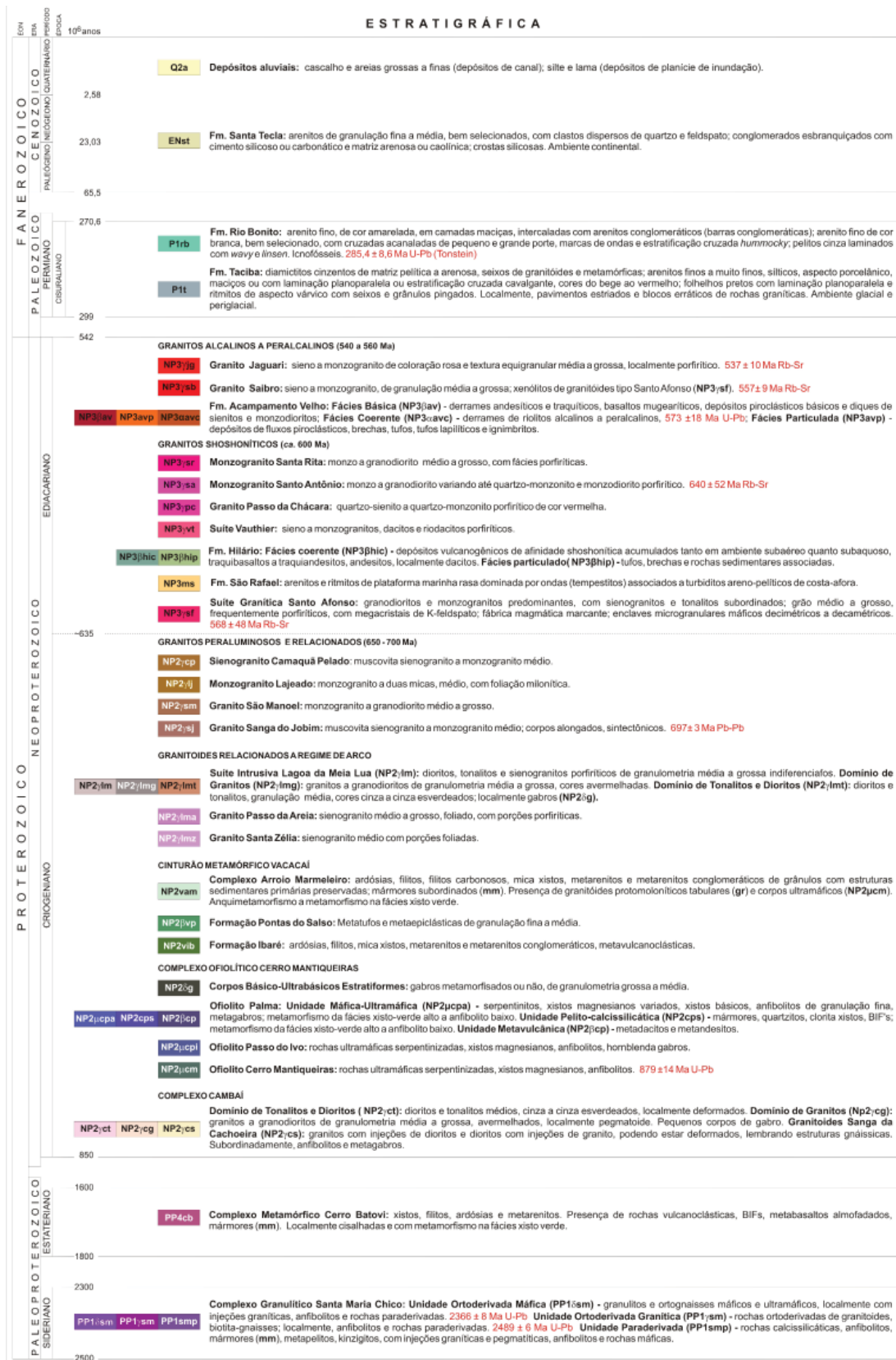


Figura 9 - Relação Estratigráfica proposta para a Folha Lagoa da Meia Lua.

4- COMPLEXO GRANULÍTICO SANTA MARIA **CHICO (CGSMC) - PP1SMC**

Está situado no Domínio Ocidental, Terreno Taquarembó, e apresenta as rochas mais antigas do Escudo Sul-Rio-Grandense, fazendo parte do antigo continente Rio de La Plata. Esta fração antiga está situada no extremo sul da região ocidental do Estado, sendo delimitado a oeste, leste e sul por rochas da Bacia do Paraná, e ao norte faz limite com o Terreno São Gabriel através de um marcante elemento geotectônico descrito como Lineamento Ibaré, o qual representa uma extensa zona de cisalhamento NW-SE (Figura 10).

Na área da Folha o complexo está intrudido por rochas graníticas das suítes Santo Afonso, Vauthier, Saibro (Hartmann e Nardi, 1992) e Passo da Chácara e por diques da Formação Acampamento Velho. O CGSMC faz contato, a nordeste, com rochas contidas no Lineamento Ibaré (Complexos Ibaré e Batovi, e formações Maricá, Rio Bonito e Itararé); a oeste, com as rochas vulcânicas intermediárias e ácidas da Formação Acampamento Velho (Platô do Taquarembó) e com o Monzogranito Santo Antônio, a sudeste, com a Suíte Granítica Santo Afonso e Suíte Vauthier e, a sudoeste, é recoberto pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

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?) envolvidos por rochas graníticas”. A caracterização do Complexo avançou com os trabalhos de Naumann *et al.*, (1984) que estendeu o complexo mais para norte; as condições de metamorfismo e caracterização geoquímica foram avaliadas por Hartmann (1988, 1991, 1998) e Hartmann *et al.*, (1999, 2000).

O Complexo forma uma faixa aproximadamente norte-sul e está representado por gnaisses quartzo-feldspáticos (tonalitos e trondhjemitos), gnaisses máficos, anortositos, ultramafitos e por rochas supracrustais metamorfisadas em condições de fácies granulito, com retrometamorfismo nas fácies anfíbilito e xisto verde, estruturados segundo a direção NW (Nardi e Hartmann, 1979), com foliação dominante E-W na parte Sul variando gradualmente para N da parte Norte. As rochas deste complexo apresentam idades de metamorfismo de *ca.* 2,0 Ga e núcleo de cristais de zircão de até *ca.* 2,5 Ga (Hartmann, 2002).

Na área da Folha o Complexo foi dividido em 3 domínios: Unidade Ortoderivada Máfica (PP1 δ sm), Unidade Ortoderivada Granítica (PP1 γ sm), Unidade Paraderivada (PP1smp) (Figura 10). Em todas as unidades a exposição dos afloramentos é errática e com tamanhos pequenos, com as rochas pouco preservadas, não permitindo uma boa correlação dos tipos de rochas encontrados. Os melhores afloramentos encontram-se em cortes da estrada de ferro, barragens e drenagens (Figura 11), mas os afloramentos mais comuns são blocos dispersos, alguns lajeados e leitos de estrada.

4.1. Unidade Ortoderivada Máfica (PP1 δ sm)

Na área da Folha Lagoa da Meia Lua está unida-de está localizada na parte norte e sul do Complexo Granulítico Santa Maria Chico. 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 (Figura 12), em cortes da antiga estrada de ferro que ligava Bagé a Dom Pedrito, ou ocasionalmente em aterros e barragens como no caso do afloramento EB 315 (Figura 11C).

As rochas desta unidade apresentam estrutura maciça e/ou gnáissica, com intrusões graníticas comuns, que podem ser centimétricas a métricas de espessura. Rochas plutônicas são as mais preservadas e a textura granulítica é comum.

4.2. Unidade Ortoderivada Granítica (PP1 γ sm)

É a unidade de menor expressão da área na Folha, localiza-se, como unidade cartograficamente separável, na parte sul do Complexo em contato com o Granito Saibro e o Lineamento Ibaré. Os melhores afloramentos estão na forma de lajeados (Figura 13A), mas o mais comum são em cortes e leitos de estradas (Figuras 13B e C), onde estão muito intemperizados (Figura 13C). Normalmente apresentam estrutura gnáissica ou milonítica quando próximo ao Lineamento Ibaré (Figura 13B). Podem ocorrer nas outras unidades na forma de intrusões, que podem ou não estar granulitizadas.

4.3. Unidade Paraderivada (PP1smp)

É a unidade com maior abrangência em termos de cartografia, possui as melhores exposições e o mais variado tipo litológico/mineralógico. Na área da

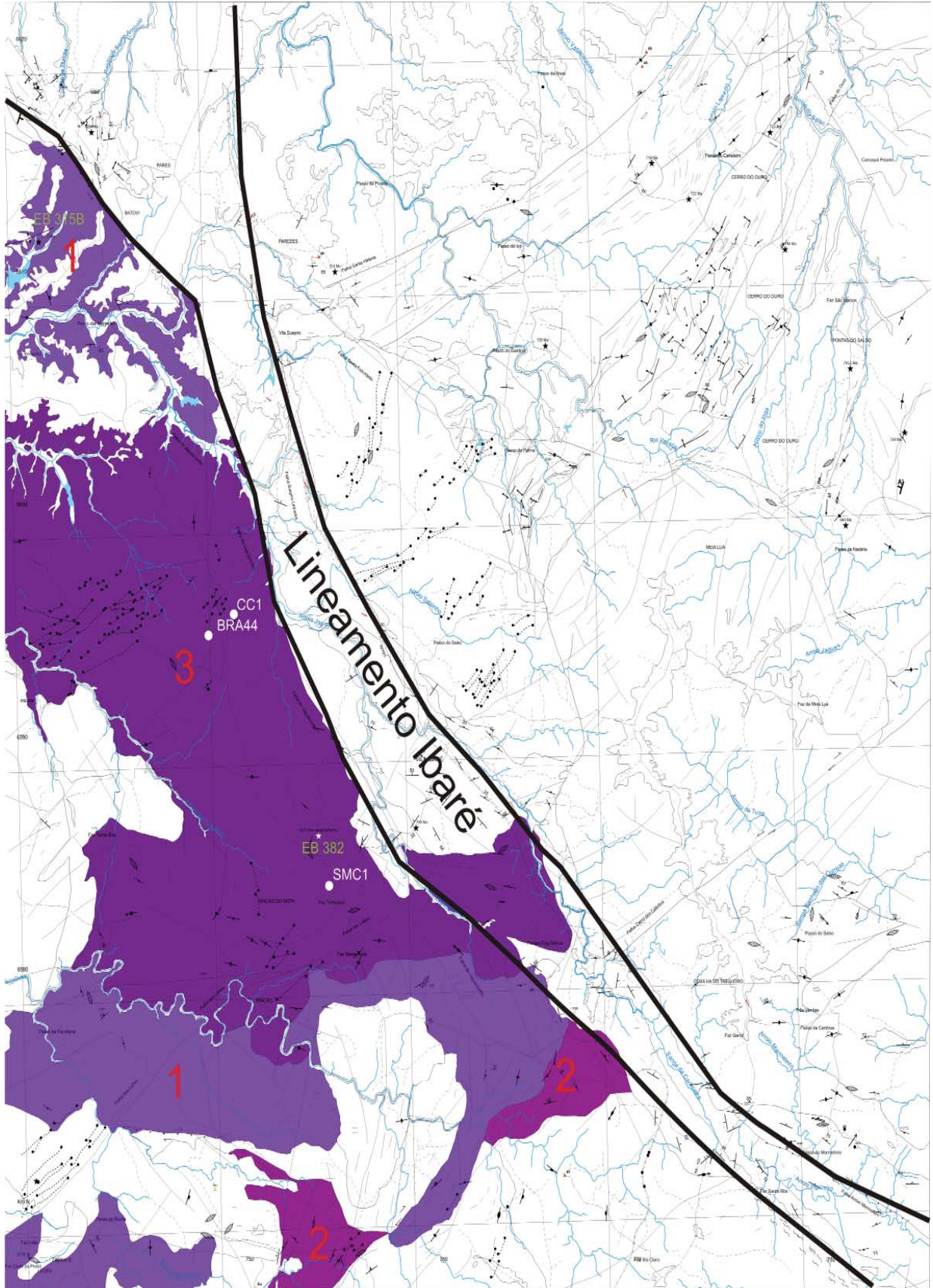


Figura 10 - Distribuição Complexo Granulítico Santa Maria Chico na Folha Lagoa da Meia Lua, com a representação esquemática do Linamento Ibaré e a divisão dos domínios propostos neste trabalho: 1 – Unidade Ortoderivada Máfica, 2- Unidade Ortoderivada Granítica, 3- Unidade Paraderivada.

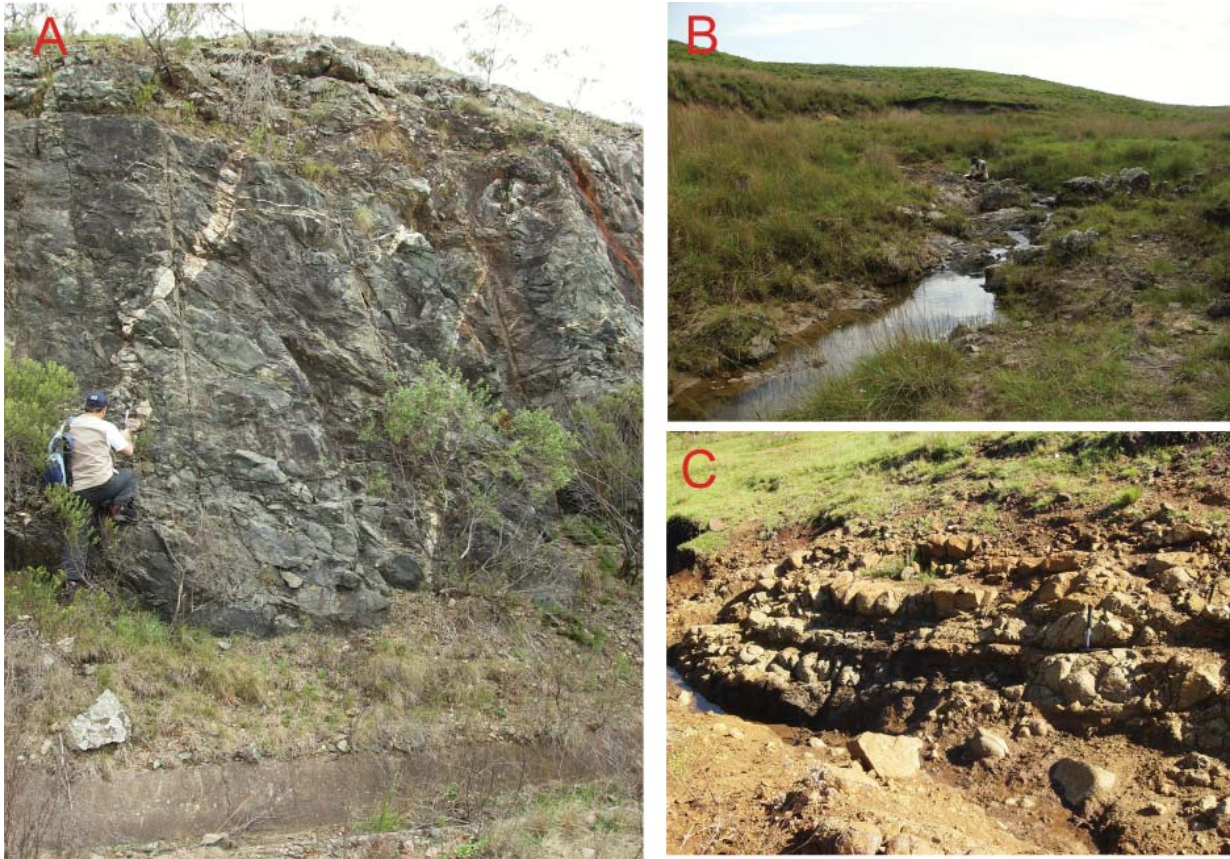


Figura 11 - As melhores exposições das rochas do Complexo Granulítico Santa Maria Chico são encontradas em cortes da estrada de ferro (Foto A – afloramento EB196), drenagens (Foto B – afloramento EB092) e barragens (Foto C – afloramento EB315).

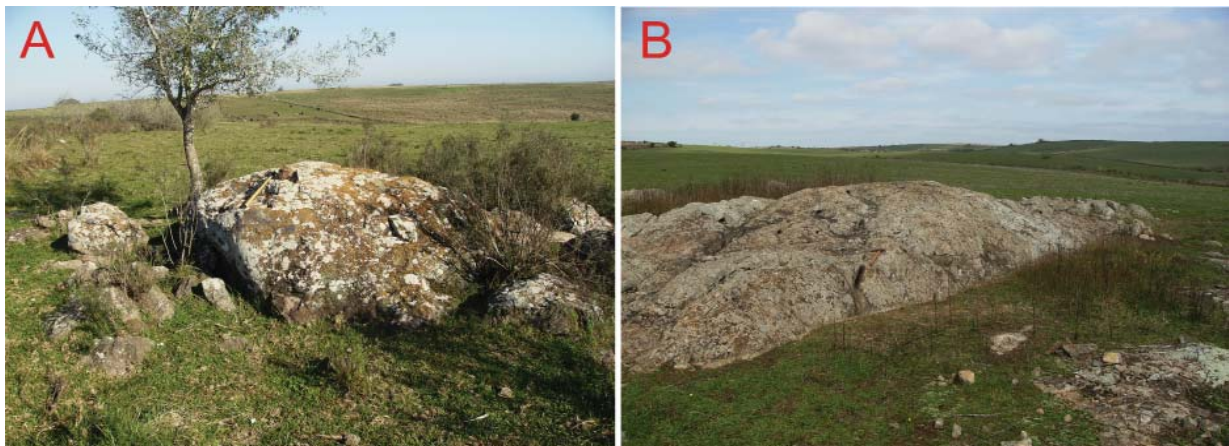


Figura 12 - Típicos afloramentos da Unidade Ortoderivada Máfica, ou como blocos dispersos no campo ou formando lajeados (Fotos A e B – Afloramento JL006)

Folha, está localizado na parte central do Complexo, com as melhores exposições no corte da estrada de ferro Bagé – São Gabriel (Figura 14A) ou em leitos de drenagem (Figuras 14B), são comuns nesta unidade as injeções de granitos (Figura 14A), ou

estruturas miloníticas, quando da proximidade com o Lineamento Ibaré. Feições comuns nesta unidade são as estruturas gnáissicas (Figura 14A), com bandas ricas em plagioclásio, lembrando anortositos (Figura 14B), além da presença de pórfiros de granada



Figura 13 - Típicos afloramentos da Unidade Ortoderivada Granítica, biotita gnaiss em forma de lajeado (Foto A – afloramento EB201), gnaiss granítico em leito de estrada (Foto B – afloramento EB161) e gnaiss anfibolítico com “injeções” graníticas ressaltadas devido ao intemperismo (Foto C – afloramento EB045).

(Figura 14C). Localmente há a presença de lentes de mármore como no afloramento EB194.

4.4. Estruturas

Poucas são as estruturas preservadas no Complexo Santa Maria Chico, cuja orientação é para NW e mergulhos acentuados. A direção principal é marcada por bandamento gnáissico (Figura 15A), injeções graníticas (15B), foliação milonítica (Figuras 15C e D). A Unidade Paraderivada mostra a melhor estruturação do Complexo, onde a S0 é paralela a Sn+2 (Figura 15A), com uma F3 marcada pela presença de dobras abertas (Figura 15A).

As principais zonas de fraqueza são as falhas do Lineamento Ibaré e dos Cabritos. Esta última falha delimita o Complexo com os granitos Saibro e Santo Afonso, e marca o local da colocação de grande número de diques da Formação Acampamento Velho, preferencialmente de composição ácida, cuja direção principal, N20E, é paralela a outras duas zonas mais ao norte da Folha, o que pode indicar uma direção de reativação de zona de fraqueza antiga ou uma fase tardia (Figura 16). Esta também parece ser a orientação da colocação de uma rocha rica em fósforo (mais detalhes nos capítulos 14 e 15).

O Lineamento Ibaré possui mais de 60 km de extensão, fazendo parte do “Sistema de Falhas NW”

de Picada (1971), constituído pelas falhas Suspiro-Linhares, Jaguarzinho, Arroio Marmeleiro, entre outras, com direção principal, na área da Folha, de N50W. Luzardo e Fernandes (1990) caracterizaram o ineamento Ibaré como uma zona de cisalhamento dúctil transcorrente, com provável movimentação levógiara. O Lineamento afeta tanto as rochas do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico, como até, localmente, os sedimentos da Bacia do Paraná, mostrando a sua reativação ao longo do tempo.

4.5. Petrografia

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 metros.

As rochas da Unidade Ortoderivada Máfica podem ser básicas e ultrabásicas, são essencialmente granoblásticas constituídas de plagioclásio, hiperstênio, diopsídio, hornblenda, espinélios (Figura 17), com pouco (ou nenhum) quartzo. Nesta unidade também podem ser encontradas textura granular, típica de rochas de alto grau metamórfico (Figura 17C), bem como diopsídio com macla metamórfica (Figura 17B) e hiperstênio metamórfico.

As rochas da Unidade Ortoderivada granítica



Figura 14 - Típicos afloramentos da Unidade Paraderivada, anfibolito bandado com estrutura gnáissica em lajeado no leito de drenagem (Foto A – afloramento EB093), gnaisse com com “bandas” de plagioclásio lembrando anortositos (Foto B – afloramento EB078) e gnaisse anfibolítico com “injeções” graníticas e porfiroblastos de granada (Foto C – afloramento EB038).

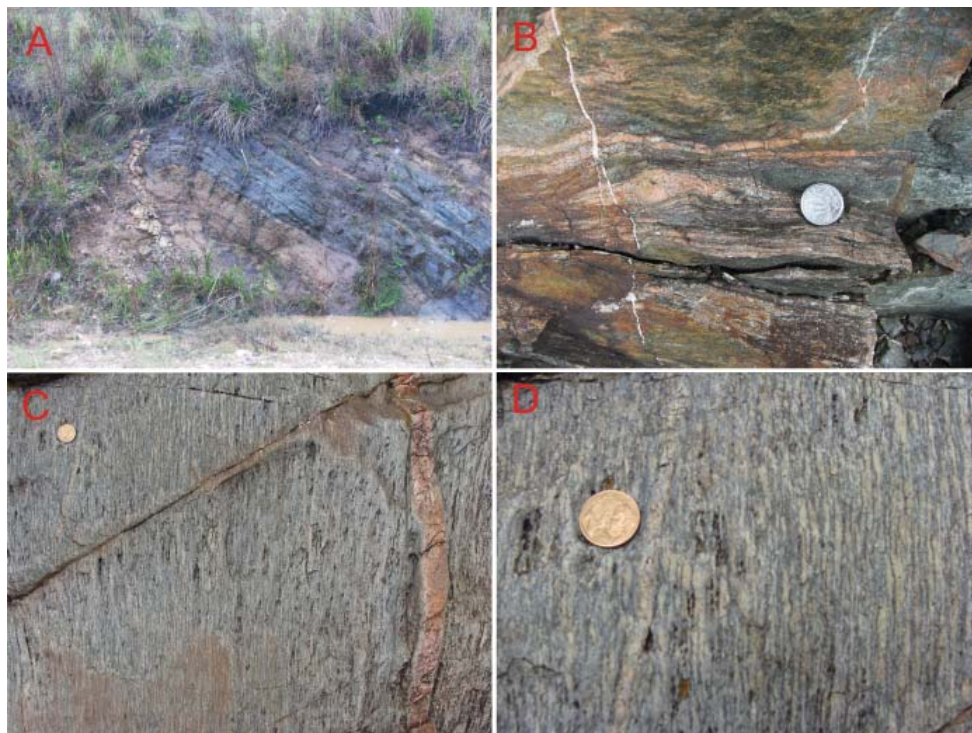


Figura 15 - Principais tipos de estruturas na área do Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Dobra aberta com eixo paralelo a foliação regional (N70W), provavelmente da Fase 3 (Foto A – afloramento EB197), injeções de granito paralelos a foliação regional (Foto B – afloramento EB161), foliação milonítica paralela a foliação regional (Foto C – afloramento EB452), Foto D detalhe da foto anterior com a lineação estiramento (fedspatos) 52/310.

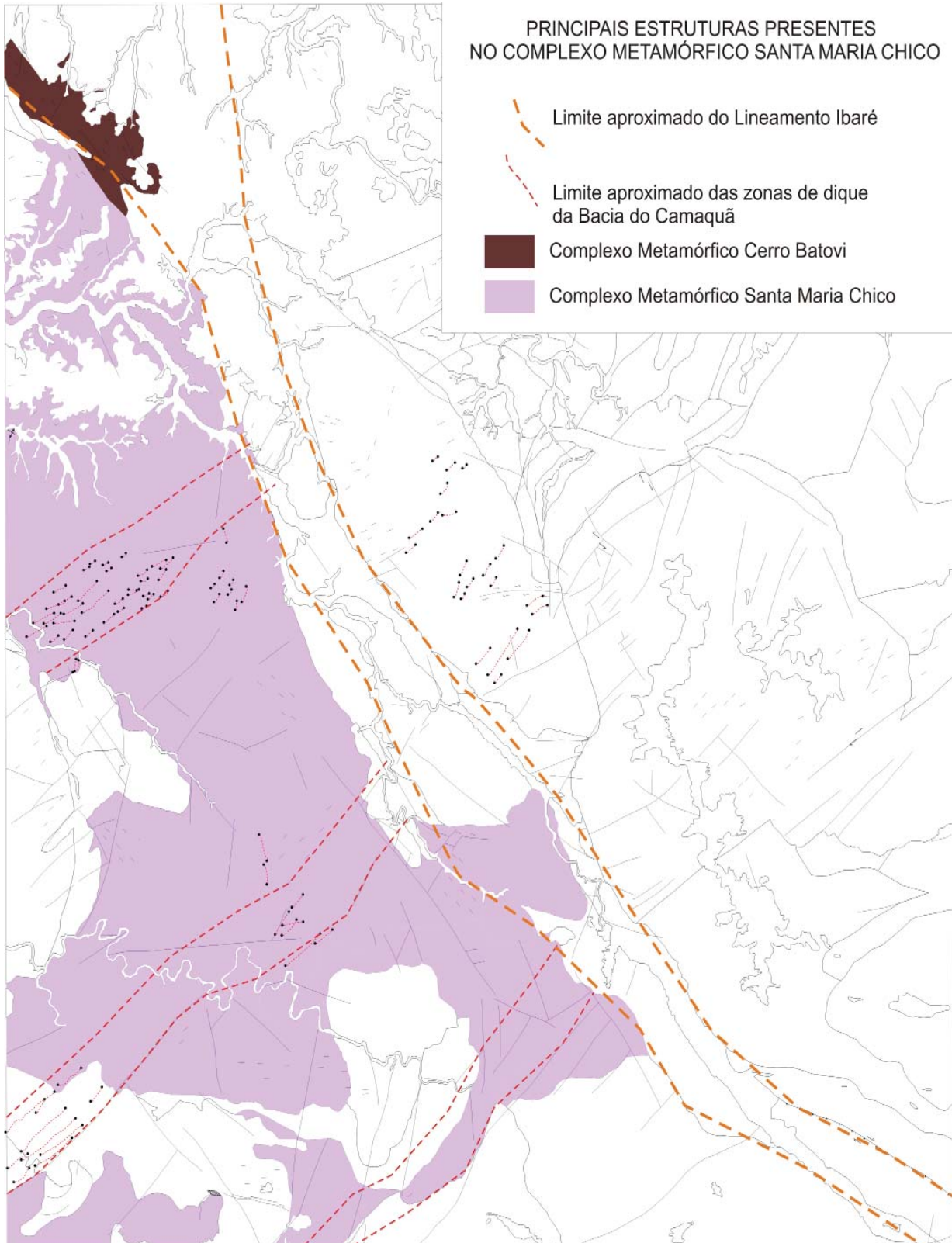


Figura 16 - Principais estruturas presentes no Complexo Metamórfico Santa Maria Chico.

são essencialmente granoblásticas, localmente com textura milonítica a ultramilonítica (Figura 18C), sendo muito rara a textura granulítica. O metamorfismo de alta temperatura pode ser percebido pela presença de antipertitas nos plagioclásios (Figura 18A).

A mineralogia é mais simples com plagioclásio, feldspato potássico e quartzo, localmente com clorita e epidoto, além de acessórios como zircão (Figura 18).

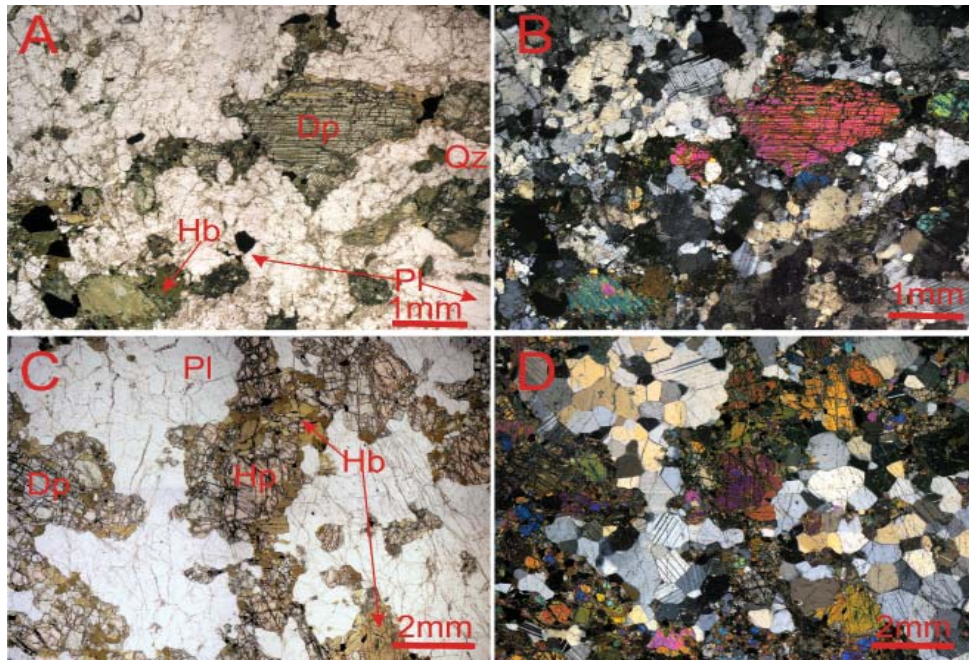


Figura 17. Exemplos de arranjo petrográfico da Unidade Ortoderivada Máfica. Fotomicrografias A (LN – Luz Natural) e B (LP – Luz Polarizada) da amostra EB232, com textura granoblástica isogranular de grão médio a fino composto por diopsídio (Dp) com clivagem metamórfica, típicos de terrenos de alto grau e hornblenda (Hb), plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz) com textura granular preservada em alguns locais; Fotomicrografias C (LN) e D (LP) da amostra EB315, com textura granular bem preservada em rocha com diopsídio (Dp) hiperstênio (Hp) e plagioclásio (Pl).

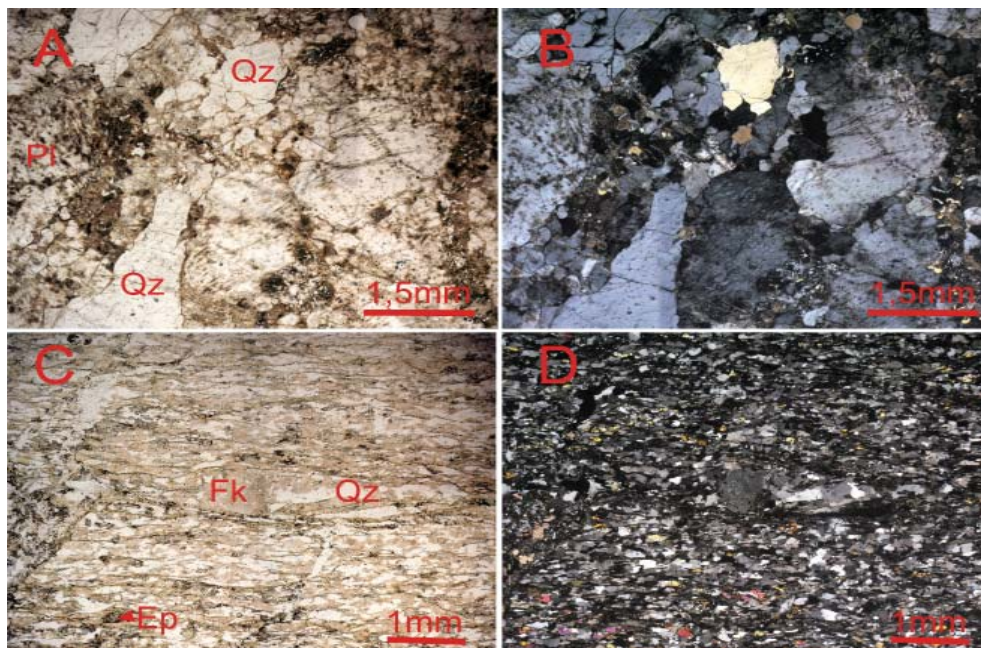


Figura 18 - Exemplos de arranjo petrográfico da Unidade Ortoderivada Granítica. Fotomicrografias A (LN – Luz Natural) e B (LP – Luz Polarizada) da amostra EB218A com textura granoblástica fina a média composta por plagioclásio (Pl) com antipertitas e textura gráfica com quartzo (Qz) indicativos de terrenos de alto grau metamórfico; Fotomicrografias C (LN) e D (LP) da amostra EB435A, com textura ultramilonítica com porfiroclastos de feldspato potássico (Fk) ovóide e sombras de pressão de quartzo (Qz) além de epidoto (Ep) em matriz recristalizada fina.

A unidade Paraderivada apresenta uma grande variedade de tipos litológicos e mineralógicos, como pode ser exemplificado na (Figura 19). São essencialmente gnáissicos com textura granonematoblástica

(Figura 19A) a granolepidoblástica (Figura 19B) e, localmente, milonítica a ultramilonítica (Figura 19C). A característica paraderivada desta unidade pode ser percebida pela presença de minerais aluminó-

soos como cordierita (Figura 19C), silimanita, granadas (Figuras 19C e 19B) além de plagioclásio, este último mineral pode se concentrar em alguns locais formando bandas que lembram “anortositos” (Figura 19B). Estas porções “anortosíticas” mostram uma derivação a partir de sedimentos pela presença de quartzo, feldspato potássico, grande quantidade e uma variedade de populações de cristais de zircão, pouco comuns em anortositos, principalmente desta idade. Também ocorrem anfíbolitos, metamargas, rochas ricas em ferro (magnetita) e mármore. Minerais como carbonato, epidoto e clorita são comuns em veios e zonas de cisalhamento ou alteração. A passagem destas rochas por um evento metamórfico de alto grau pode ser evidenciado pela presença de relictos de hiperstênio em textura granular (Figura 19D), biotita rica em ferro com granada (Figura 19B) além da forma dos cristais de zircão presentes neste tipo de rocha, como mostrado mais adiante da geocronologia, com predomínio de formas arredondas ou ovais.

Quatro eventos metamórficos deformacionais são descritos para a área por Nardi e Hartmann (1979); Hartmann (1988, 1991, 1998) Hartmann et al. (1999):

- M1 (pré-tectônico) - ortopiroxênio + clinopiroxênio + plagioclásio + ilmenita/magnetita;
- M2 (sintectônico a pós-tectônico) - ortopiroxênio + clinopiroxênio + plagioclásio + granada + hornblenda + biotita + ilmenita/magnetita + quartzo + (escapolita);
- M3 (termal - cornubianítico) - anfibólio (hornblenda, actinolita, cumingtonita) + filossilicatos (clorita, talco) + epidoto;
- M4 (zona de cisalhamento) - epidoto + microclíneo + clorita.

Cálculos geobarométricos efetuados por Hartmann (1991) a partir da análise de plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio e granada, indicam pressões da ordem de 10kb e temperaturas entre 800 - 850°C. Segundo estes autores, o metamorfismo de alto grau (M2) pode ter ocorrido em ambiente

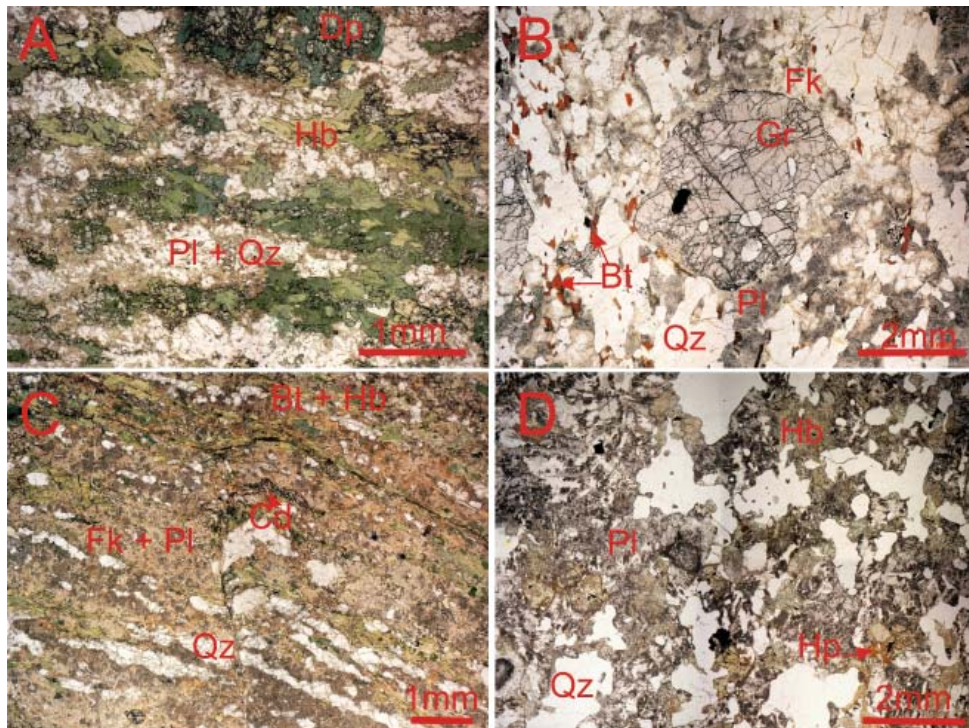


Figura 19 - Exemplos de arranjo petrográfico da Unidade Paraderivada. Fotomicrografia A (LN – Luz Natural) da amostra EB189, rocha com textura granonematoblástica fina, com bandas de plagioclásio (Pl) e quartzo (Qz) intercaladas com bandas de hornblenda (Hb) e dipsídio (Dp) em textura gnáissica; Fotomicrografia B (LN) da amostra EB226, rocha com textura granolepidoblástica fina com “banda rica em plagioclásio” típicas desta unidade, composta por plagioclásio (Pl) feldspato potássico (Fk), quartzo (Qz), além porfiroblastos de granada (Gr) e biotitas vermelhas (Bt); Fotomicrografia C (LN) da amostra EB470, com textura milonítica com bandas de feldspato potássico (Fk) e plagioclásio (Pl) e bandas de biotita (Bt) e hornblenda (Hb), também ocorre nesta amostra cordierita (Cd); Fotomicrografia D (LN) da amostra EB382 com textura granular e presença de plagioclásio (Pl), quartzo (Qz), hornblenda (Hb) alterada e relictos de hiperstênio (Hp), indicativo de terreno de alto grau metamórfico.

orogênico colisional, com duplicação de espessura de crosta.

4.6. Geoquímica

Foram analisadas 26 amostras no contexto do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico (Tabelas 1, 2, 3 e 4), sendo 11 da Unidade Ortoderivada Máfica (básicas e ultrabásicas), 08 da Unidade Ortoderivada Granítica e 07 da Unidade Paraderivada. Não há, na escala de mapeamento, como separar amostras que não fazem parte do Complexo, e que estão colocadas no mesmo contexto, no entanto, algumas, por suas características peculiares, serão apontadas. Também não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada, há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro das restrições de boas exposições de afloramentos. Nos gráficos geoquímicos, há apenas tendências e não padrões, devido a pouca quantidade de amostras analisadas.

A caracterização e a separação geoquímica das unidades do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico não é uma atividade simples. Geoquimicamente as rochas variam de basaltos, andesito basaltos até gabro noritos, para as máficas e de sienogranito a monzogranito para as mais félsicas no diagrama de

classificação de De La Roche *et al.*, (1980)(Figura 20).

Nos diagramas de correlação tipo Harker (Figura 21), no caso usando SiO_2 como elemento de diferenciação, a correlação dos elementos maiores é muito boa, e negativa, com ferro total (calculado como Fe_2O_3), MnO , TiO_2 , MgO e CaO ; boa e positiva com Na_2O e K_2O ; e constante na maioria das amostras para Al_2O_3 . Apesar de a maioria destas correlações serem esperadas para sequências bimodais, é difícil aceitar que estas boas correlações sejam o resultado de diferenciação, pelo intervalo de idades admitido para as amostras e a falta de trabalho sistemático na área.

4.6.1. Unidade Ortoderivada Máfica

Em geral a Unidade Ortoderivada Máfica possui SiO_2 ao redor de 50%, com exceção das ultrabásicas, que chegam perto dos 40% e apresentam MgO acima de 10%, Cr_2O_3 alto, acima de 0,1%, e Ni acima de 100 ppm. O teor de ferro total (calculado como Fe_2O_3) é na, maioria das vezes, acima de 10%, K_2O baixo, menos de 1%, MnO ao redor de 0,2%. Nesta Unidade duas amostras destoam por apresentarem altos teores de P_2O_5 (4,45% e 1,45%), CaO (22,48 e 12,72%) e ΣETR (1189 e 436 ppm), podendo, as duas, estarem relacionada a rochas carbonatíticas. As outras amostras apresentam um comportamento bimodal, com re-

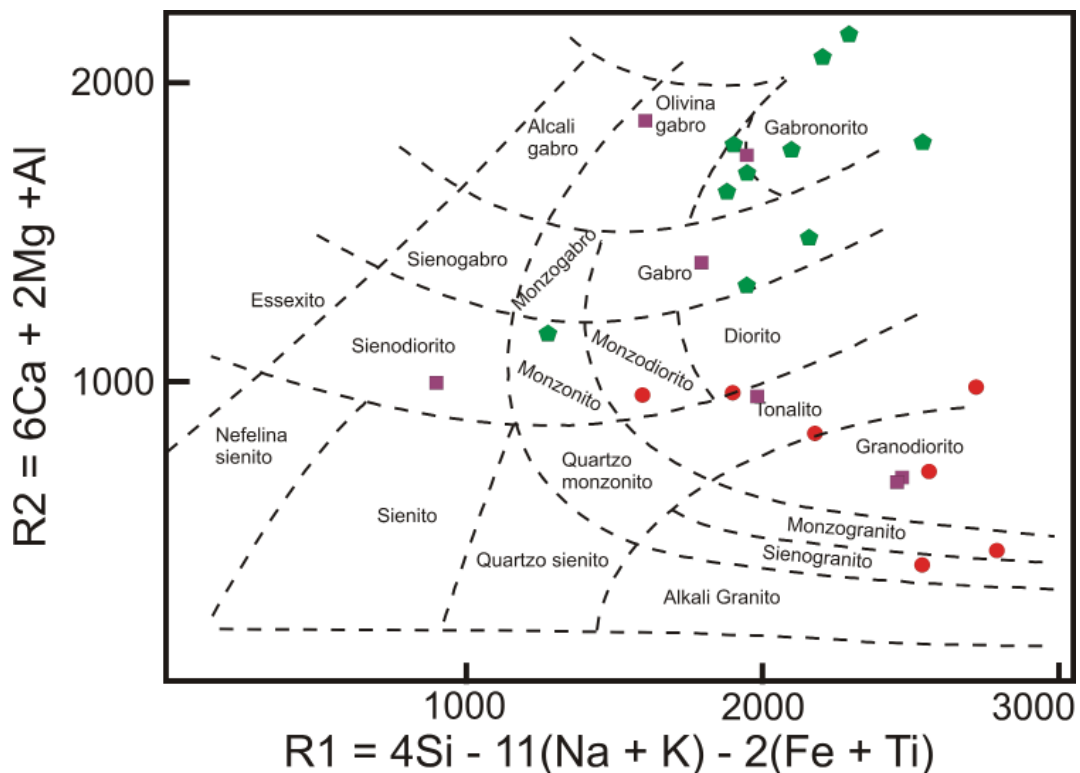


Figura 20 - Diagrama classificação de rochas plutônicas usando os parâmetros de variação multicatiônica R1 e R2 (De La Roche *et al.*, 1980). Simbologia: hexágonos – Unidade Ortoderivada Máfica, circunferências – Unidade Ortoderivada Granítica, quadrados – Unidade Paraderivada.

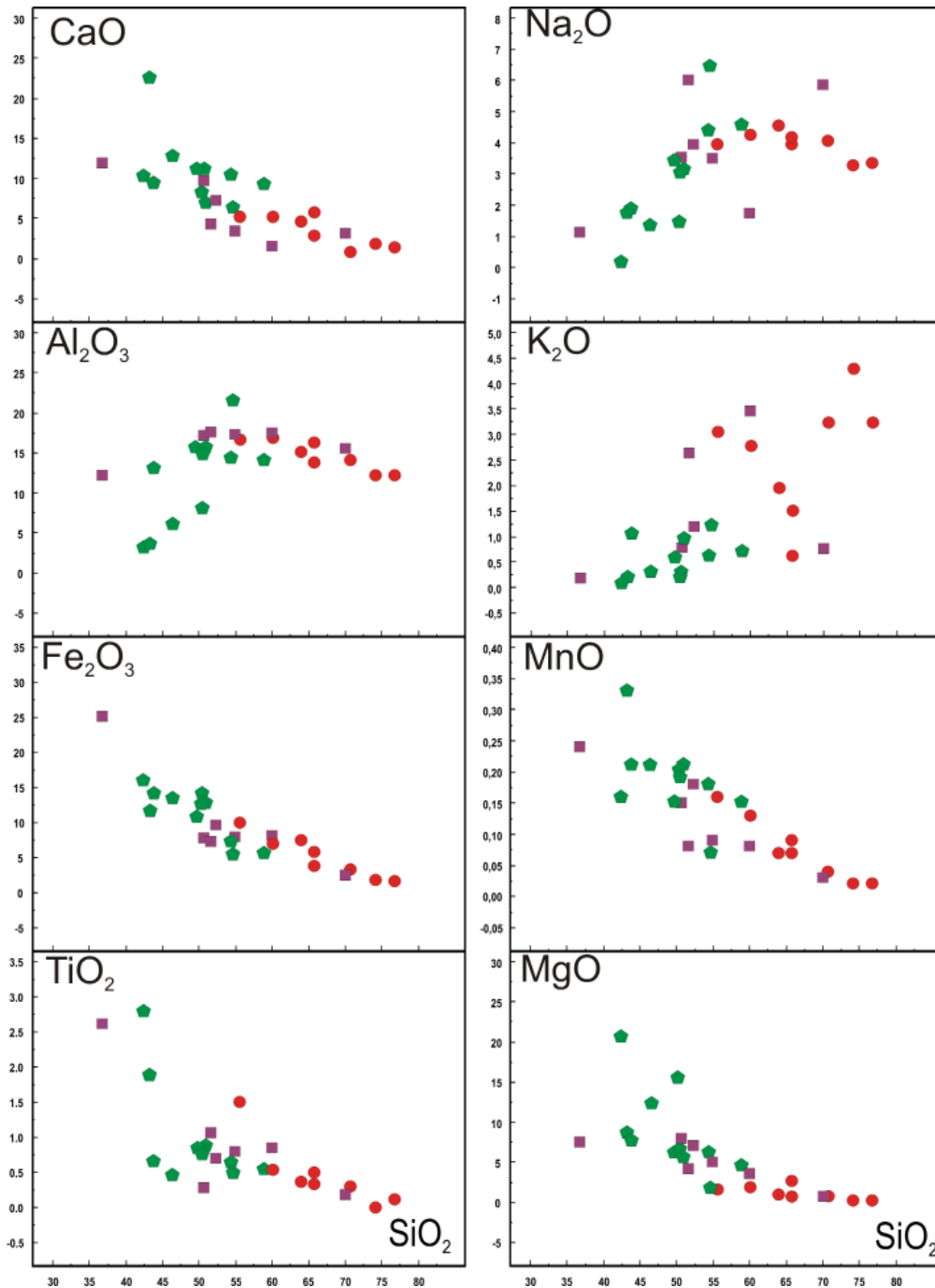


Figura 21 - Diagramas de correlação do tipo Harker (quadrado – Paraderivadas, hexágono – Ortoderivadas Máficas, círculos – Ortoderivadas Graníticas).

lação aos elementos traços, um grupo com valores baixos de Zr (até 50 ppm), Sr (abaixo de 250 ppm), Rb (abaixo de 5 ppm) e outro com Zr acima de 100 ppm, Sr acima de 300 ppm, Rb acima de 10 ppm. Este mesmo comportamento pode ser visto com o Th, U e Ba.

Hartmann (1988) interpretou as rochas do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico como sendo formadas em ambiente de arco de ilhas e este foi o normalizador que se mostrou ser o mais apropriado

para este trabalho. As rochas desta unidade mostram um padrão achatado, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementares (Figura 22), com anomalia negativa de Ti Hf, Zr e Nb, e positiva de Pb e Sr. As duas amostras mais discrepantes (altos teores de ETR) são as ricas em fósforo.

No diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 23)(Tabela 3) o achatamento é bem marcado,

com exceção das duas amostras já mencionadas por serem nitidamente diferentes em todos os elementos. O grupo mais homogêneo apresenta anomalia negativa de Eu pouco significativa, com valores de Eu/Eu^* ao redor de 0,6 e uma amostra com anomalia mais pronunciada ($Eu/Eu^* = 0,42$). Mesmo sendo bastante homogêneos dois grupos são também perceptíveis no fracionamento entre as terras raras leves e pesadas grupo com $(La/Lu)_n$ abaixo e outro acima de 0,35.

Nos diagramas de afinidade geoquímica, usando os parâmetros $K2O \times SiO_2$ (Peccerillo e Taylor, 1976 e

$FeO_{tot} \times SiO_2$ (Myashiro, 1974), as rochas desta unidade distribuem-se nos campos de rochas cálcico-alcalina e toleítica (Figura 24), mostrando a existência de dois grupos distintos de rochas, isto também é confirmado no diagrama triangular AFM de Irvine e Baragar (1971) (Figura 25).

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos, as rochas da Unidade Ortoderivada Máfica se distribuem melhor nos campos dos basaltos de tipo MORB, de Arco de Ilha e Intra-placa no diagrama de Meschede (1986) e de Pearce e Cann

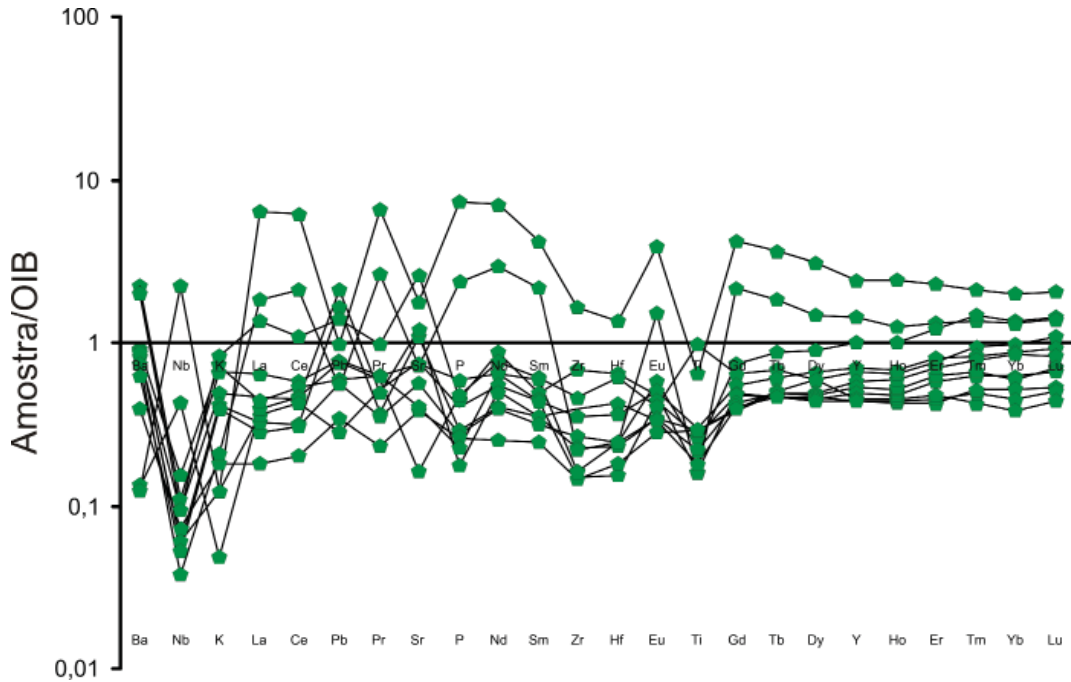


Figura 22 - Diagrama multielementar da Unidade Ortoderivada Máfica, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989).

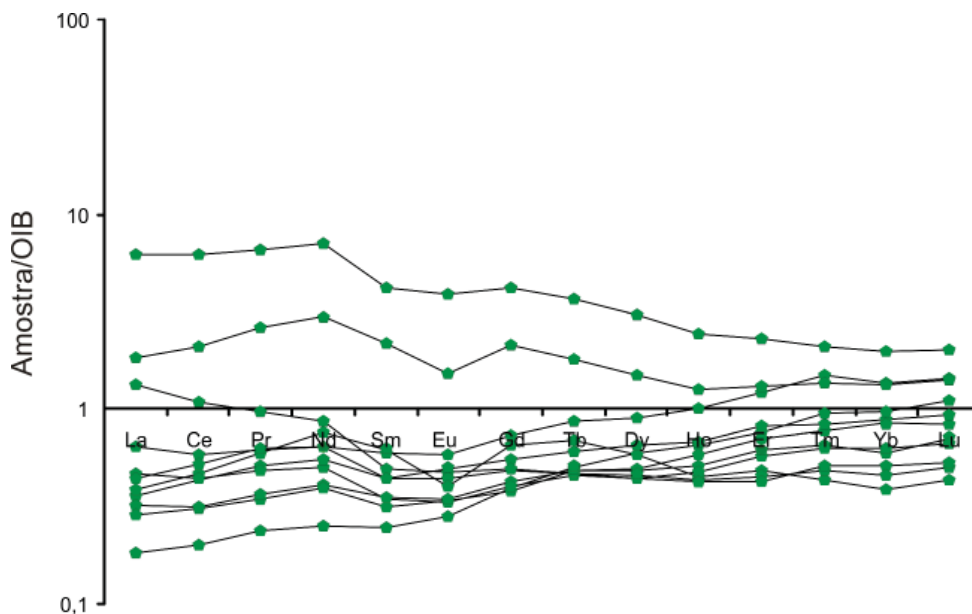


Figura 23 - Padrão de Elementos Terras Raras (ETR) da Unidade Ortoderivada Máfica, normalizados pelos valores do E-MORB de Sun e McDonough (1989).

(1973) (Figura 26) enquanto que nos diagramas de Pearce e Cann (1973) e Pearce (1982)(Figura 27) as análises caem nos campos de basaltos de Arco de Ilha e Cálculo-alcálico, no primeiro, e muito espalhado no segundo, variando desde MORB até Alcalino.

4.6.2. Unidade Ortoderivada Granítica

A Unidade Ortoderivada Granítica apresenta, em geral, SiO_2 acima de 60%, K_2O com valor médio de 3%, ferro total (calculado como Fe_2O_3) abaixo de

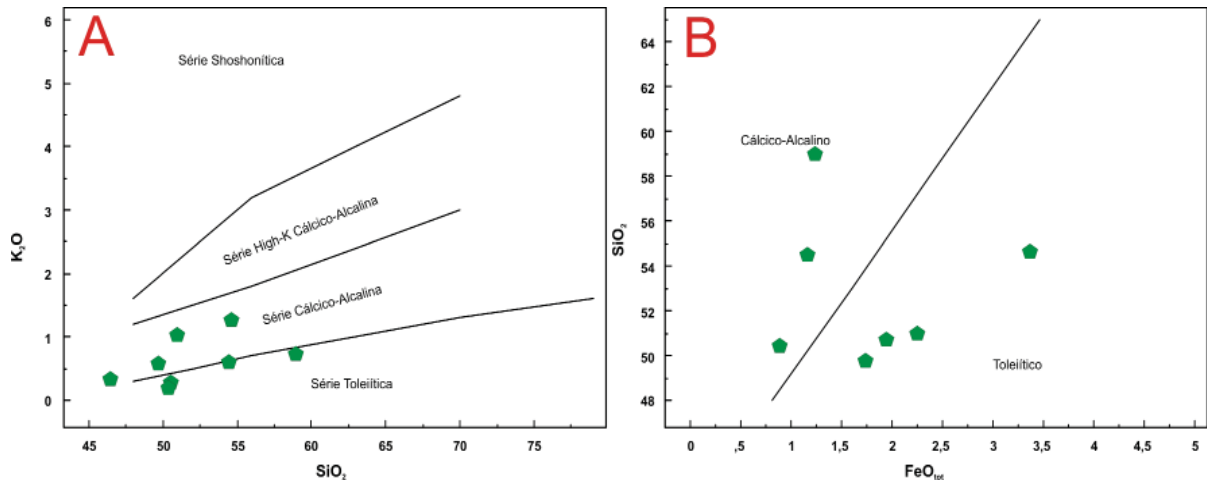


Figura 24 Diagramas das séries basálticas $\text{K}_2\text{O} \times \text{SiO}_2$ (Peccerillo e Taylor, 1976) e $\text{FeO}^{\text{Tot}} \times \text{SiO}_2$ (Myashiro, 1974) para as rochas da Unidade Ortoderivada Máfica.

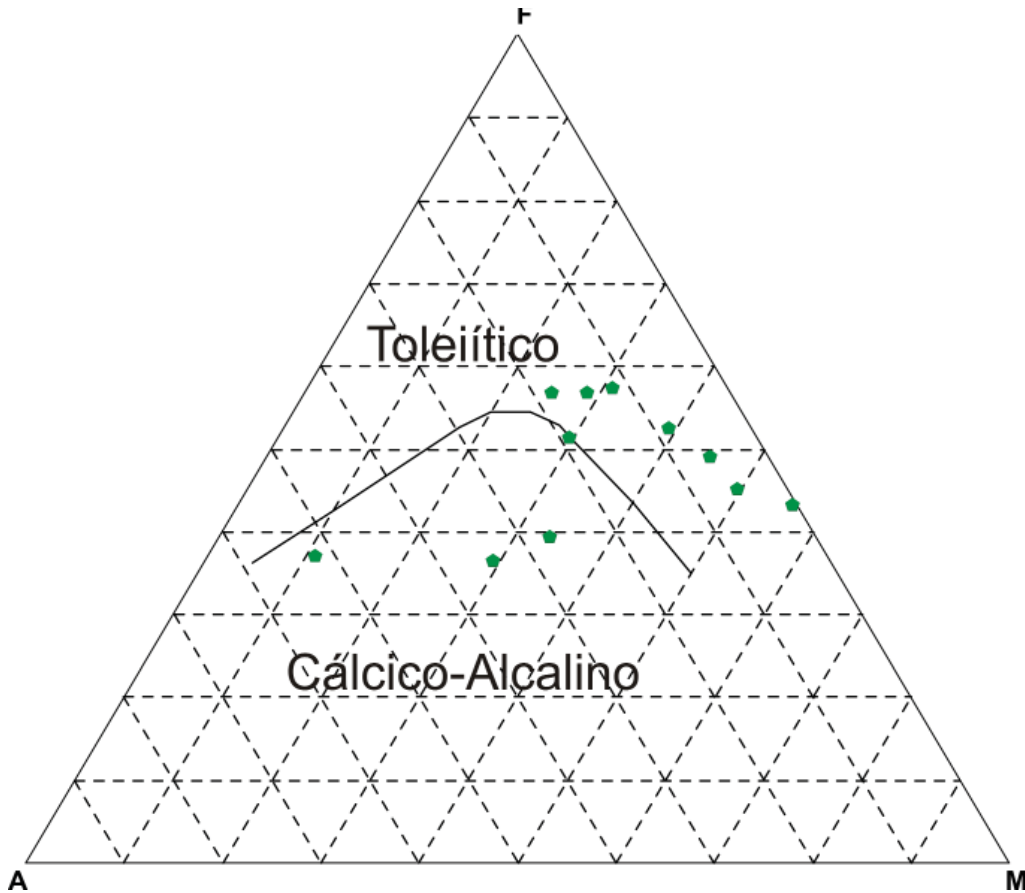


Figura 25 - Diagramas AFM das séries basálticas (Irvine e Baragar, 1971) para as rochas da Unidade Ortoderivada Máfica.

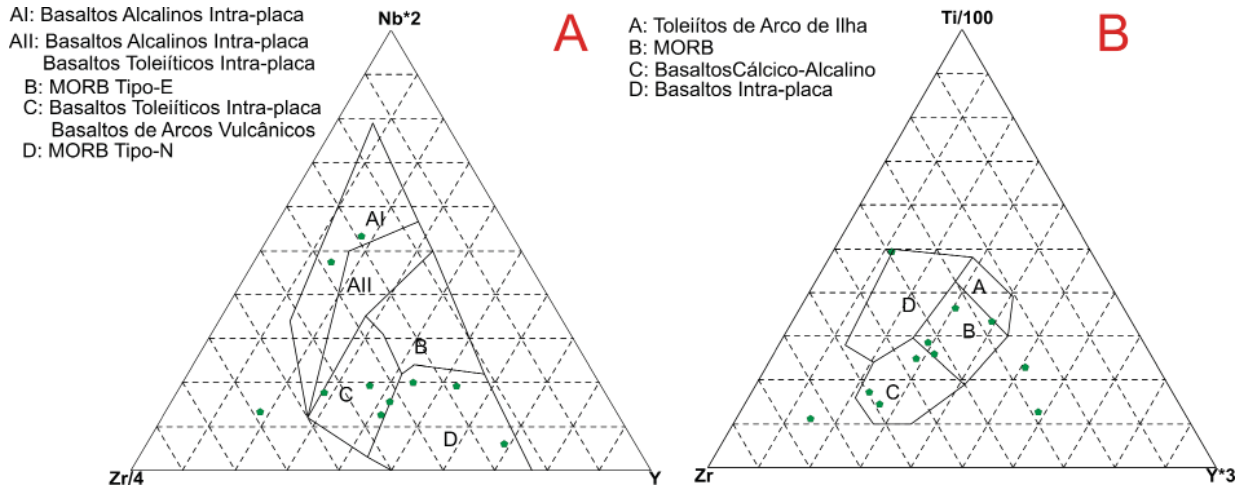


Figura 26 - Diagramas de ambientes tectônicos para rochas basálticas das rochas da Unidade Ortoderivada Máfica, A (Meschede, 1986) e B (Pearce e Cann, 1973).

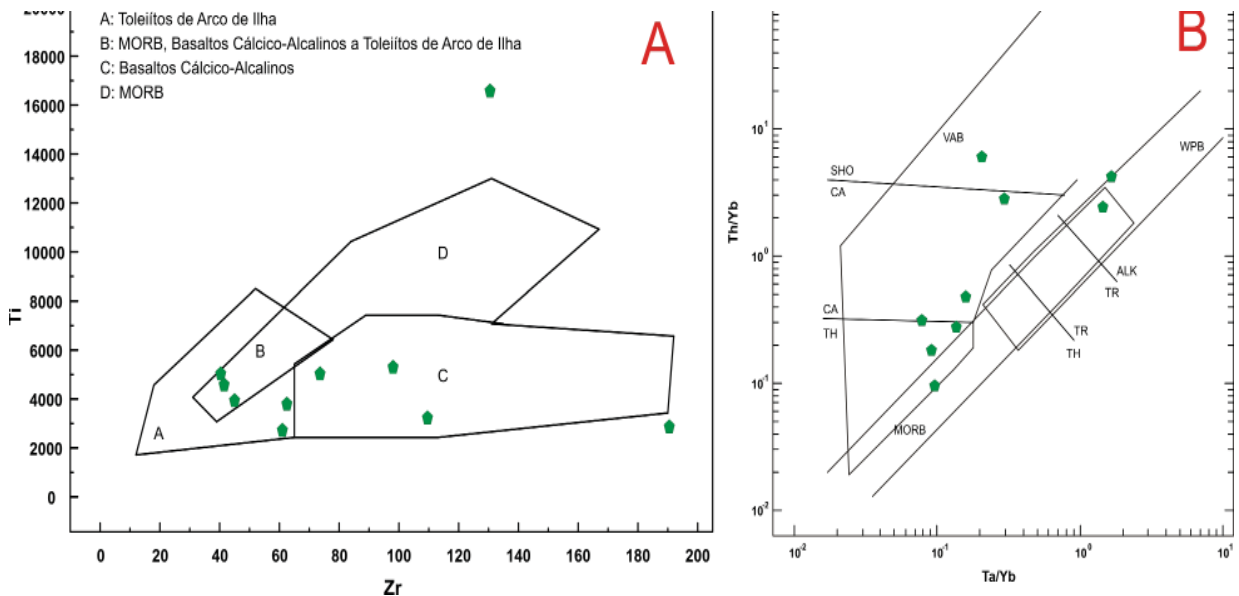


Figura 27 - Diagramas de ambientes tectônicos para rochas basálticas das rochas da Unidade Ortoderivada Máfica, A (Pearce e Cann, 1973) e B (Pearce, 1982).

7%, MgO, MnO e CaO baixos, ao redor de 1%, menos de 0,1% e de 5%, respectivamente (Tabela 1).

As rochas desta unidade mostram um padrão achatado, quando normalizadas com rochas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementares (Figura 28)(Tabela 2), com anomalia negativa de Ti, Nb e P, e positiva de Ba e Pb. Típico padrão de elementos traços para rochas de arcos de ilhas oceânicas em diagramas multielementares mostram enriquecimento em elementos LILE (Large Ion Lithophile Element) tais como Ba, Rb, Cs, Pb, K e U) e depleção em HFSE (High Field Strength Element)

como em Ti, Zr, Hf, Nb e Ta (Green e Ringwood, 1968; Pearce e Cann, 1973). Em uma amostra Ti e P estão abaixo do limite de detecção e mostram picos negativos muito grandes, mas demonstram que estes elementos estão depletados na rocha granítica.

No diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 29)(Tabela 3), normalizadas para rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989), o padrão de achatamento é bem marcado, mas não tão consistente como da Unidade Máfica. Três grupos podem ser separados de acordo com a razão (La/Lu)_n, um com valores ao redor de 1,5, o segundo com valores abaixo

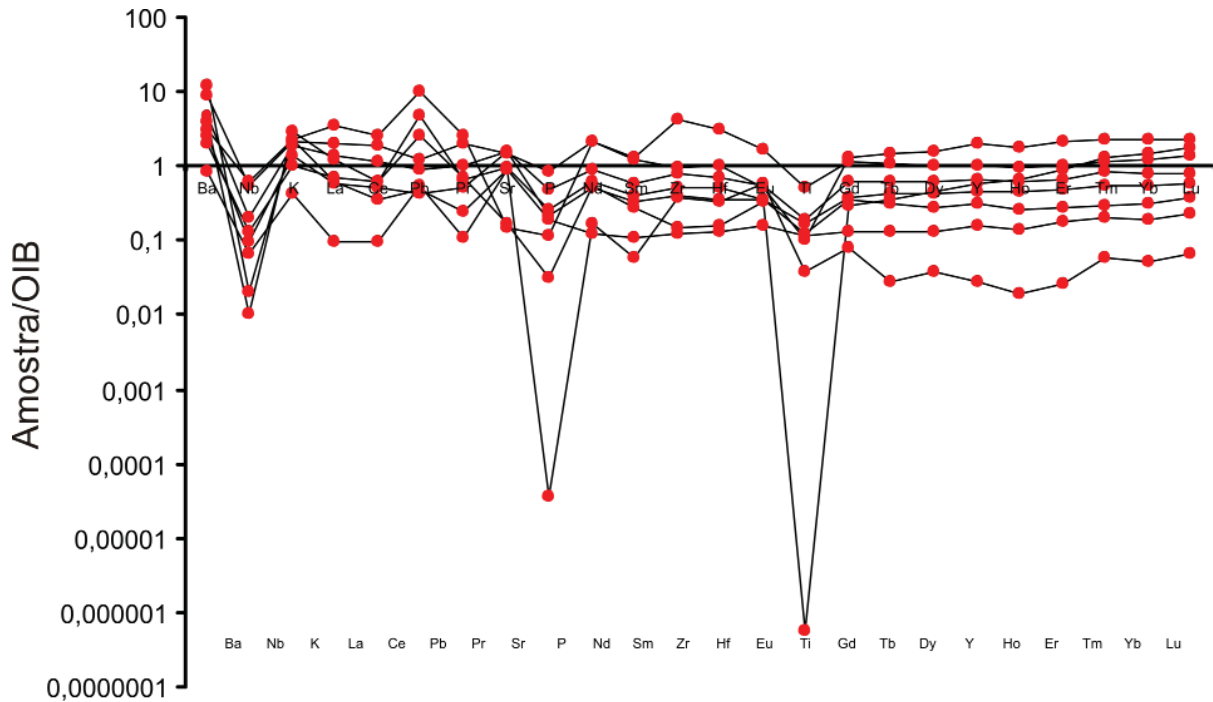


Figura 28 - Diagrama multielementar da Unidade Ortoderivada Granítica, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989).

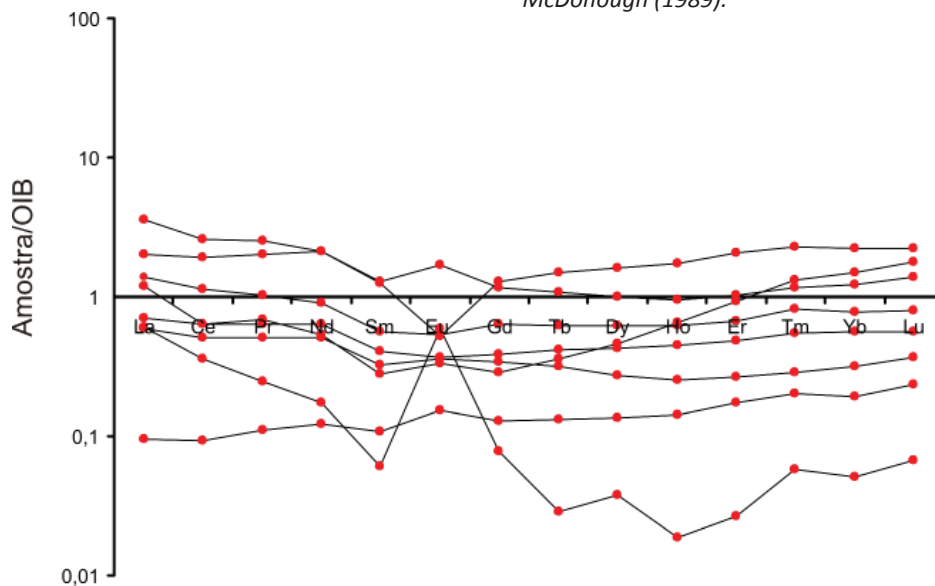


Figura 29 - Padrão de Elementos Terras Raras (ETR) da Unidade Ortoderivada Granítica, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989).

de 1 e uma amostra com valor 9,0. O grupo mais homogêneo apresenta anomalia negativa de Eu pouco significativa com valores de Eu/Eu^* ao redor de 0,6 e uma amostra com anomalia mais pronunciada ($Eu/Eu^* = 0,27$). Uma amostra apresenta anomalia positiva significativa de Eu com $Eu/Eu^* = 5,98$, foi caracterizada petrograficamente como um sienogranito em fácies granulito, devido à grande quantidade de antiperititas.

Nos diagramas de classificação de ambientes tectônicos, esta unidade apresenta as amostras distribuindo-se nos campos dos granitos intra-placa e arco

vulcânico nos diagramas de Pearce *et al.* (1984)(Figura 30), com características sin a pós-colisionais segundo o diagrama de Batchelor e Bowden (1985)(Figura 31).

4.6.3. Unidade Ortoderivada Granítica

A Unidade Paraderivada apresenta uma grande variação das composições dos elementos, depende mais do tipo de fonte das rochas, mas em geral as amostras apresentam valores de SiO_2 baixo, ao redor de 50%, o que pode indicar uma fonte máfica como predominante. Rochas com composição particular

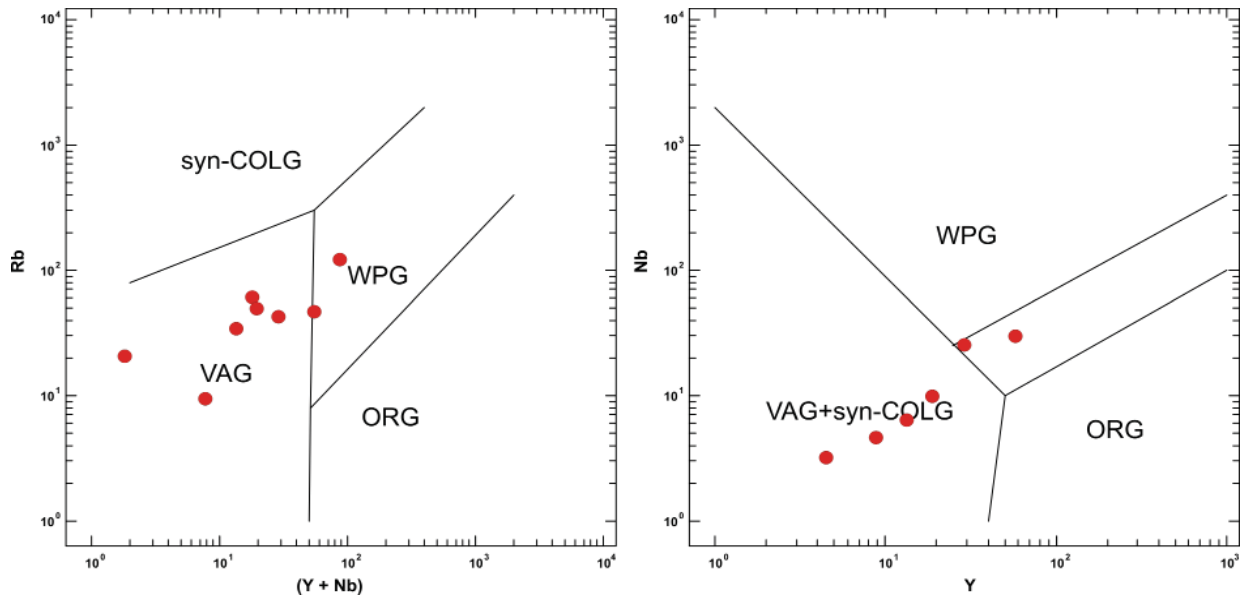


Figura 30 Diagramas de ambientes tectônicos de Pearce et al. (1984) para rochas graníticas da Unidade Ortoderivada Granítica.

também ocorrem como por exemplo a amostra EB196C (Tabela 1) que é rica em ferro total (calculado como Fe_2O_3) (25,04%) e CaO (11,9) e foi caracterizada como uma metamarga rica em magnetita.

Assim como as possíveis fontes, unidades ortoderivadas máfica e granítica, a Unidade

Paraderivada apresenta padrão achatado, quando normalizadas com rochas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989)(Figura 32)(Tabela 2) em diagramas multielementares, com anomalia negativa de Ti, Nb e P, localmente Zr e Hf, e positiva de Ba e Pb. A amostra caracterizada como metamarga rica

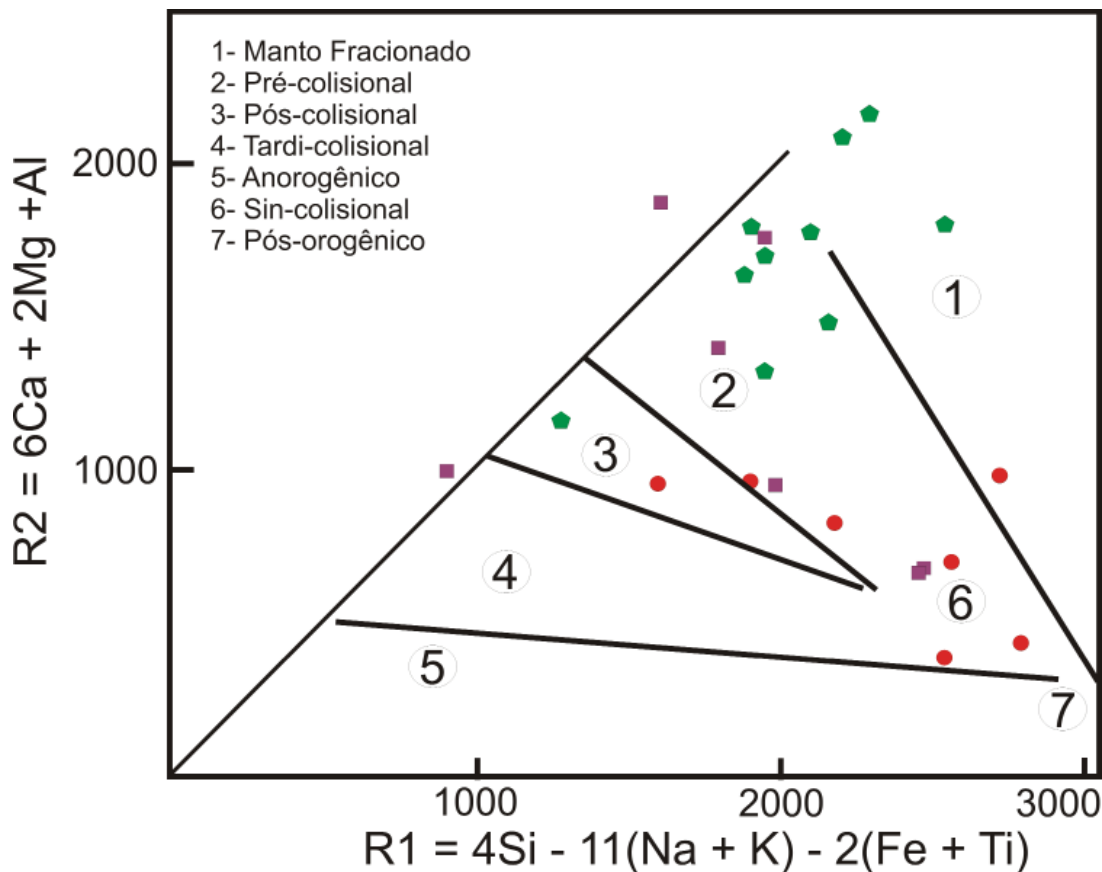


Figura 31 - Diagrama de posicionamento tectônico de Batchelor e Bowden (1985) usando os parâmetros de variação multicatiónica R1 e R2 (La Roche et al. 1980). Simbologia é a mesma da figura 20.

em magnetita e a rica em plagioclásio destoam deste comportamento, apresentam anomalia positiva de Ti na primeira, provavelmente devido a presença de magnetita, e Sr na segunda, o que é explicado pela grande presença de plagioclásio, além de um padrão mais inclinado da curva.

No diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 33)(Tabela 3), normalizadas para rochas

basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989), a maioria das amostras mostra um padrão achatado, com razão (La/Lu)_n próximo a 1 e uma leve anomalia negativa de Eu/Eu* (ao redor de 0,6). As duas amostras com comportamento diferente, rocha rica em magnetita e a outra rica em plagioclásio, apresentam os valores de 0,05 e 4,66, para a razão (La/Lu)_n e 0,9 e 1,94 para a anomalia de Eu.

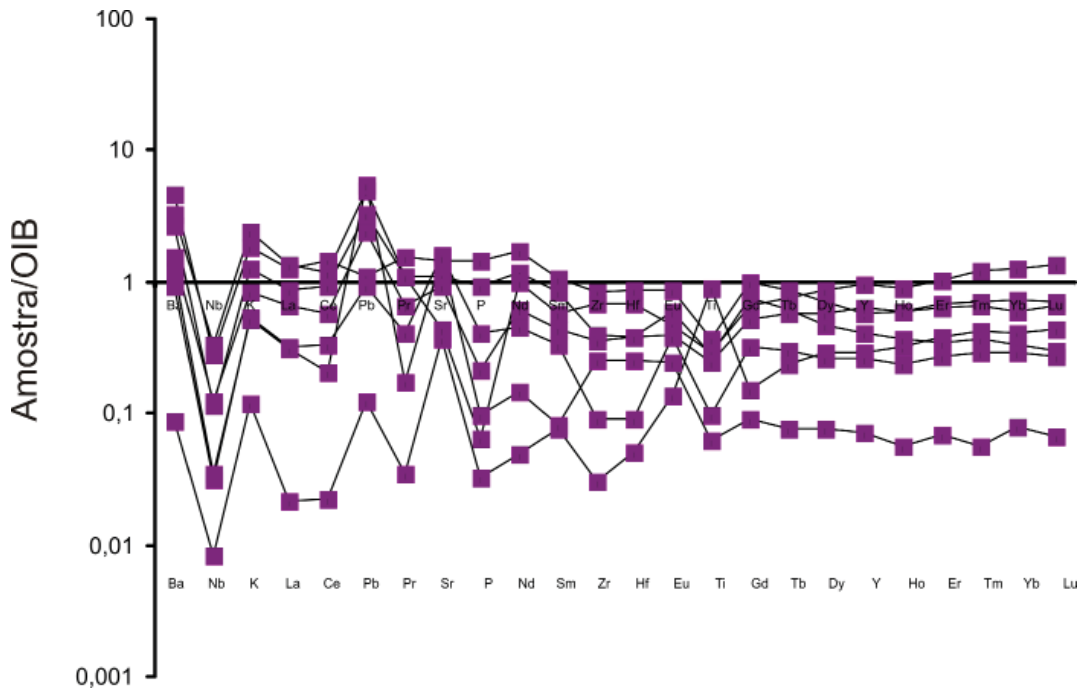


Figura 32 - Diagrama multielementar da Unidade Paraderivada, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989).

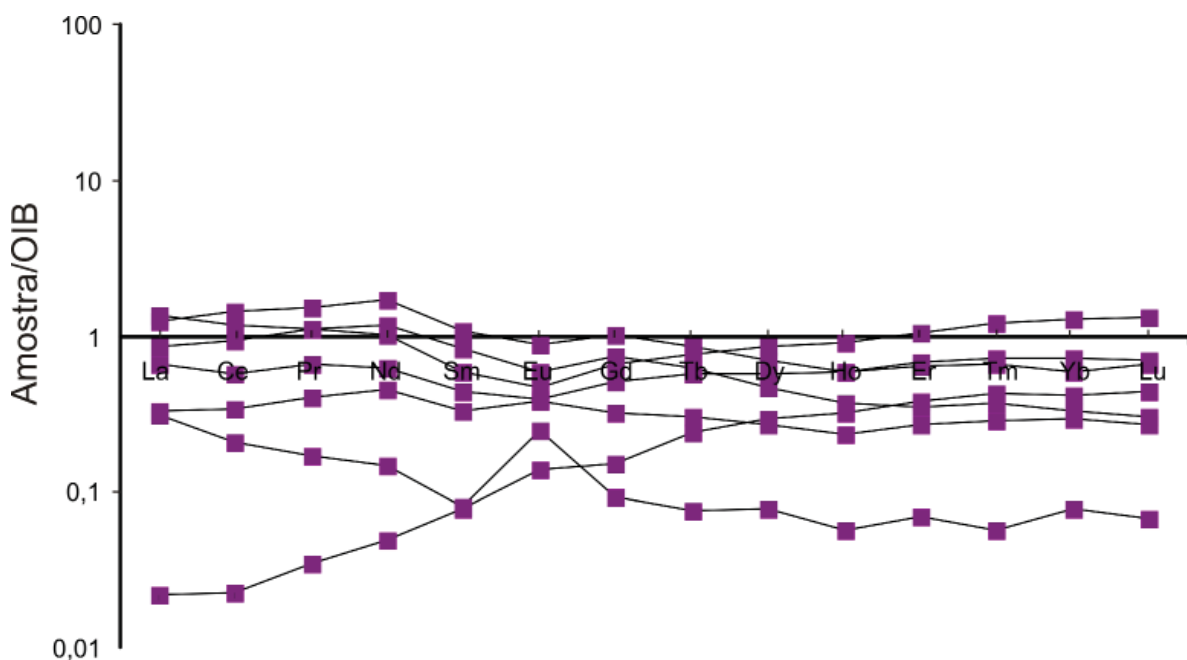


Figura 33 - Padrão de Elementos Terras Raras (ETR) da Unidade Paraderivada, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989).

4.7. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Uma boa revisão dos dados isotópicos e geocronológicos pode ser encontrada no trabalho de Soliani Júnior *et al.* (2000). Os primeiros trabalhos sobre geocronologia e geoquímica isotópica se devem a Cordani *et al.* (1984), Soliani Júnior *et al.* (1984), Soliani Júnior (1986) e Mantovani *et al.* (1987), através dos métodos K-Ar, Pb-Pb, Rb-Sr e Sm-Nd, cujos dados já apontavam para um embasamento com assinatura isotópica antiga, arqueana a proterozoica, com retrabalhamento no Meso e Neoproterozoico.

Dados isotópicos Sm-Nd foram apresentados por Mantovani *et al.* (1987) e Hartmann (1987, 1988), cujos resultados indicam idades modelos T_{DM} (Sm-Nd), de 2,5 Ga para os granulitos máficos e 2,6 Ga para os granulitos ácidos e $\epsilon_{Nd(t)}$ ao redor de 3, para a idade de 2,6 Ga, indicando um caráter juvenil para estas rochas. Hartmann (1987, 1988) também apresenta uma idade isocrônica Sm-Nd de 2,1 Ga, interpretada como a idade de um evento metamórfico. Estes dados apontam para um metamorfismo granulítico paleoproterozoico em rochas do final do Arqueano/início do Proterozoico com características isotópicas juvenis, que juntamente com dados geoquímicos levaram Hartmann (1988) a interpretar as rochas do CGSMC como formadas em um ambiente de arco de ilhas, caracterizado por um magmatismo bimodal toleítico.

Os primeiros resultados U-Pb em zircão (SHRIMP) foram apresentados por Hartmann *et al.* (1999) (Figuras 34A e B) e estes autores interpretaram um evento de cristalização ao redor de 2,55 Ga, para os granulitos máficos, com metamorfismo de 2022 ± 18 Ma e 2031 ± 40 Ma. Os resultados intermediários, de 2,3 e 2,4 Ga, seriam devido à perda de chumbo do evento ígneo pelo evento metamórfico, o que causaria um apagamento parcial da idade original (*resetting*), provavelmente esta interpretação seria devido à falta de eventos, ígneos ou metamórficos, conhecidos, que explicassem estas idades. Tickij *et al.* (2004) analisando cristais de monazita pelo método EPMA, encontram uma idade de 1899 ± 43 Ma para a granulitização relacionada ao evento M2 de Hartmann (1988, 1991).

Hartmann *et al.* (2008) apresentam o resultado de mais duas amostras feitas em cristais de zircão pelo método SHRIMP (U-Pb), um em gnaiss granodiorítico e o outro em um metassedimento. Na primeira amostra foram encontrados dois grupos principais de idades um com 2366 ± 8 Ma e o outro com 2035 ± 9 Ma (34C), sendo que as duas idades foram interpretadas, respectivamente, como de cristalização e de metamorfismo. Estas interpretações são baseadas nas características morfológicas dos cristais de zircão

analisados, no local da análise (núcleo/borda dos grãos), na estrutura interna e na razão Th/U, que é próxima de 0,4 para os grãos interpretados como ígneos e abaixo de 0,02 para os interpretados como metamórficos. Um terceiro grupo de idades de *ca.* 2,2 Ga foi encontrado em pouco grãos, e os autores interpretam este evento como um *resetting* parcial, e que os dados necessitam de uma investigação posterior, provavelmente por não haver um evento geológico conhecido, desta idade, na área. Duas análises acima de 2,5 Ga foram encontradas e interpretadas como herança de um embasamento desconhecido (resultados não mostrados na figura 34C). A segunda amostra, um metassedimento, apresenta as idades $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ distribuídas entre 2576 e 1998 Ma (Figura 34D), com dois agrupamentos principais, um de 2006 ± 3 Ma e o outro de 2489 ± 6 Ma. O primeiro é interpretado como idade de metamorfismo, devido às análises feitas serem todas na borda dos cristais, e pela baixa razão Th/U, abaixo de 0,05. Esta idade foi interpretada pelos autores, como representando a idade mínima da bacia. A segunda idade seria a idade da principal fonte de zircão da rocha sedimentar. Idades intermediárias entre 2,2 e 2,3 Ga poderiam ser outras fontes secundárias para a bacia. A fonte da idade 2,3 Ga poderia ser o granodiorito apresentado pelos autores, enquanto que a idade de 2,2 Ga é também encontrada no granodiorito anterior, e que não foi encontrada uma interpretação conclusiva.

Para este trabalho foi feita uma amostra U-Pb em zircão de um granulito, interpretado como de origem sedimentar a amostra EB382 (Tabela 5). A amostra foi analisada pelo método LA-ICP-MS no Laboratório de Geocronologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Os cristais de zircão são levemente rosados, maioria sem inclusões com quatro morfologias principais, arredondados a ovais ou multifacetados, límpidos e claros; arredondados e ovais, translúcidos; prismáticos com bordas corroídas; e prismáticos curtos (3:1). As imagens dos cristais de zircão, analisadas no MEV (Scanning Electron Microscope) (Figura 35), mostram que a maioria dos grãos tem estrutura interna simples e oscilatória, com bordas bem marcadas, geralmente indicativas de *resetting* (metamorfismo), mas muito finas para serem analisadas pelo método aqui empregado. Foram feitas 32 análises e encontradas três populações 2072 ± 44 Ma, 2331 ± 31 Ma e 2462 ± 26 Ma (Figura 36). A idade de 2072 ± 44 Ma é interpretada como de metamorfismo e está de acordo com as encontradas anteriormente por Hartmann *et al.* (1999, 2008). As outras duas idades 2331 ± 31 Ma e 2462 ± 26 Ma, são interpretadas como proveniência, fontes, da rocha sedimentar. Em uma análise em um núcleo de cristal

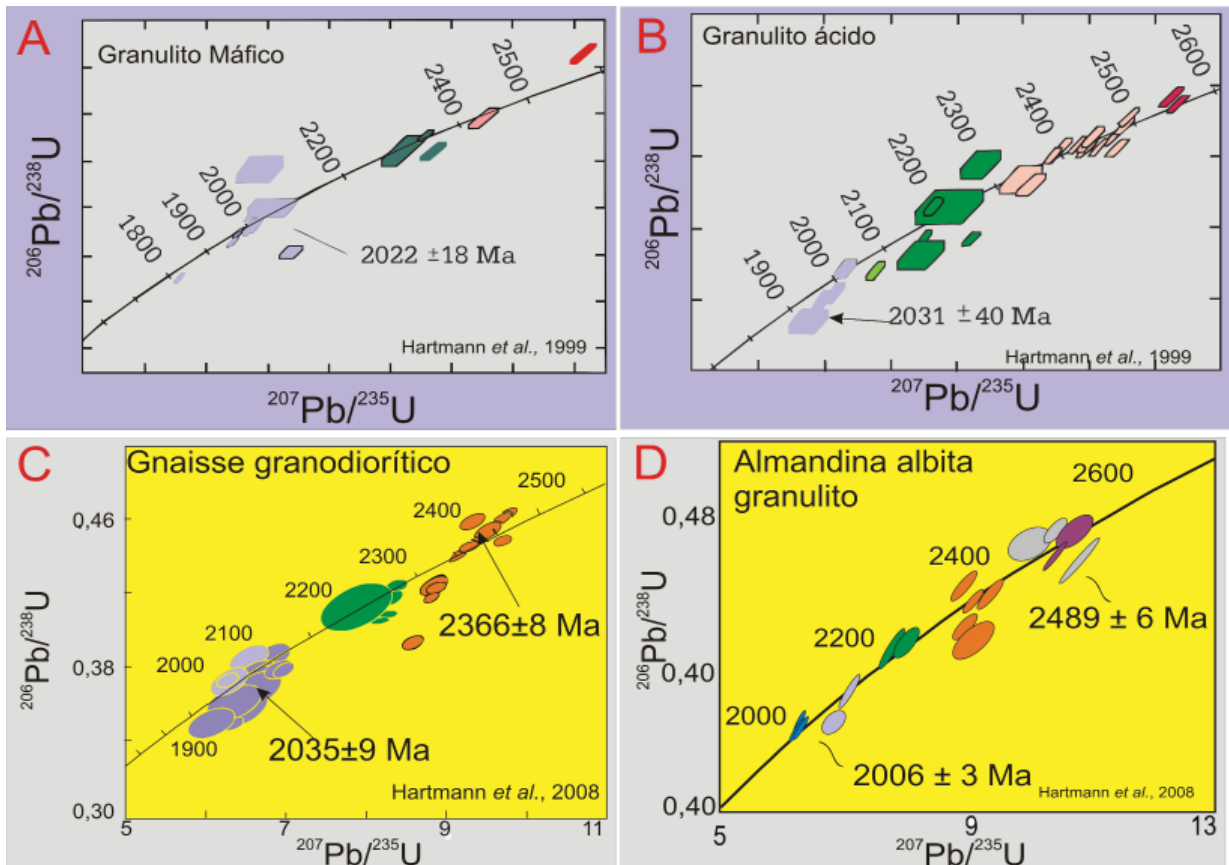


Figura 34 - Dados anteriores de U-Pb em zircão, figuras A (amostra CC1) e B (amostra CC2) (Hartmann et al. 1999), e figuras C (amostra BRA44) e D (amostra SMC1) (Hartmann et al. 2008). Somente a amostra CC2 não foi coletada na área da Folha, segundo localização informada pelo primeiro autor dos trabalhos citados.

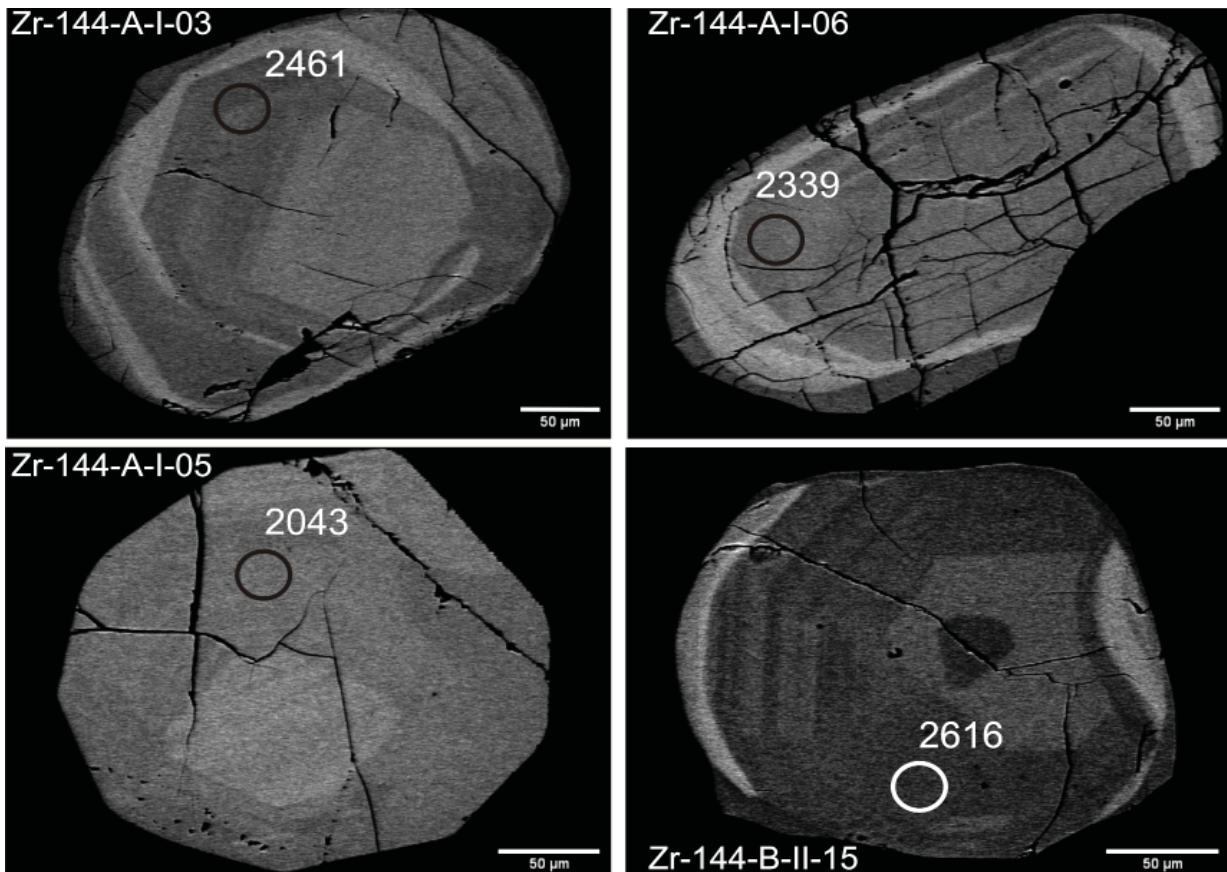


Figura 35 - Imagem de Scanning Electron Microscope (MEV) mostrando a estrutura interna de cristais de zircão representativos da amostra EB382, o local da análise, número do ponto e a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

foi encontrada a idade de 2616 Ma, interpretada como herança, ou uma fonte ainda não encontrada.

Laux *et al.* (2010a) apresentam uma idade U-Pb em zircão em LA-ICP-MS de granulito máfico presente na área da Folha, amostra EB315B. Os cristais de zircão analisados produziram uma única população, com idade no intercepto superior de 2413 ± 13 Ma, interpretada como do evento ígneo formador da rocha, imagens dos cristais mostram bordas afetadas pelo metamorfismo, mas são de tamanho insuficiente para serem analisadas pelo método empregado.

A partir dos dados discutidos, três eventos geológicos podem ser apresentados, cujas idades são recorrentes, sendo dois ígneos e um metamórfico. As idades metamorfismo, 2022 Ma e 2031 Ma (Hartmann *et al.*, 1999), 2035 Ma e 2006 Ma (Hartmann *et al.*, 2008), 2072 Ma (neste trabalho), além de da idade 1899 Ma em monazita (Tickij *et al.*, 2004) representam pelo menos um evento metamórfico no Paleoproterozoico. Uma idade ígnea, que representa a idade de cristalização de rochas dos granulitos máficos, de 2413 ± 13 Ma

(Laux *et al.*, 2010a), cujo intervalo de idade pode ser admitida como presente nas amostras datadas por Hartmann *et al.* (1999) e como fonte nos metassedimentos datados de Hartmann *et al.* (2008) e neste trabalho. A segunda idade, que representa a idade de cristalização de rochas dos granulitos ácidos, de 2366 ± 8 Ma, cujo intervalo de idade também está presente nas amostras datadas por Hartmann *et al.* (1999) e como fonte nos metassedimentos datados de Hartmann *et al.* (2008) e neste trabalho.

As idades ao redor de 2,2 Ga encontradas por Hartmann *et al.* (2008), necessitam de melhor estudo e no momento a melhor interpretação é que seja originadas por *resetting* parcial. Os cristais de zircão, cujas idades apresentam idades maiores que 2,5 Ga, presentes nas amostras de Hartmann *et al.* (1999) e na proveniência de sedimentos de Hartmann *et al.* (2008) e neste trabalho, são interpretadas como herança de um embasamento Arqueano desconhecido. A interpretação das duas últimas idades poderá ser revista assim que novos dados sejam acrescentados e mostrem que estas idades representem novos eventos formadores de rocha.

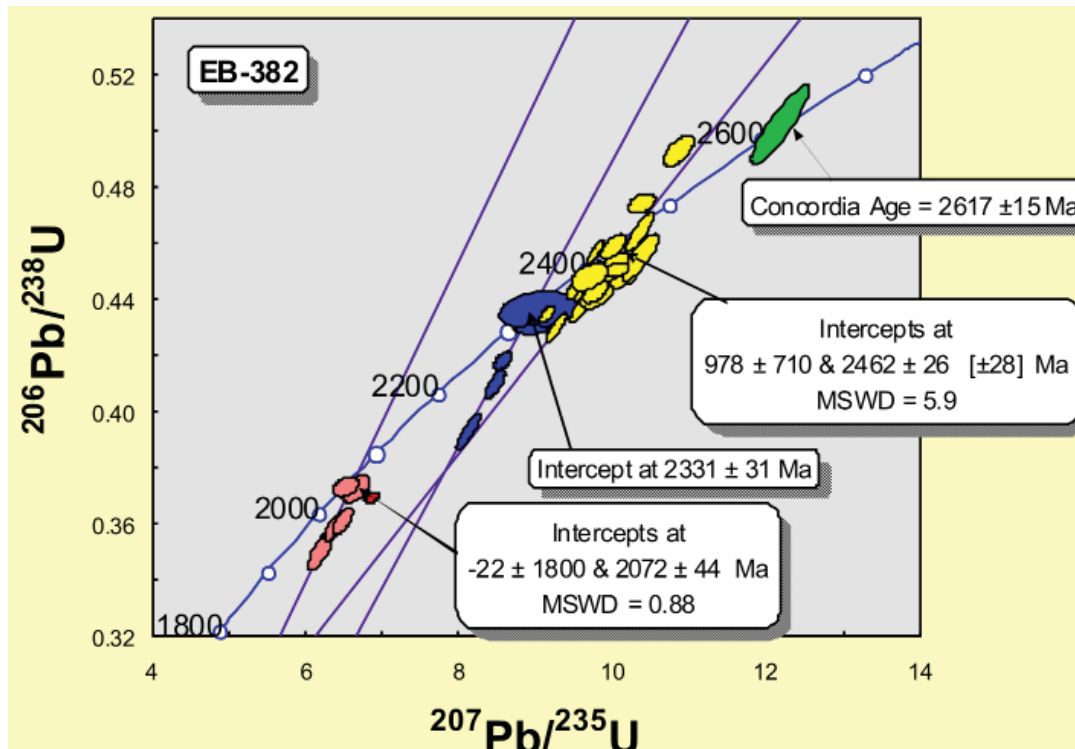


Figura 36 - Diagrama da concórdia com as idades U-Pb em zircão em LA-ICP-MS da amostra EB382.

Tabela 1. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico.

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Sum %
Unidade Paraderivada													
EB-161F	51,60	17,55	7,27	4,12	4,25	6,01	2,63	1,06	0,89	0,08	0,01	4,00	99,51
EB-196C	36,75	12,19	25,04	7,45	11,90	1,11	0,17	2,61	0,02	0,24	<0,002	2,20	99,68
EB-448A	54,93	17,29	7,90	5,01	3,44	3,49	1,83	0,80	0,58	0,09	0,04	4,30	99,68
EB-450	60,06	17,39	8,03	3,60	1,56	1,72	3,45	0,84	0,04	0,08	0,04	2,90	99,71
EB-470	52,34	15,03	9,57	7,03	7,14	3,94	1,19	0,70	0,13	0,18	0,02	2,40	99,69
JL-006A	50,66	17,14	7,73	7,89	9,69	3,53	0,78	0,28	0,25	0,15	0,02	1,60	99,71
EB-078A	70,02	15,52	2,46	0,76	3,08	5,85	0,76	0,18	0,06	0,03	<0,002	1,10	99,82
Unidade Ortoderivada Máfica													
EB-188	43,20	3,75	11,59	8,69	22,48	1,73	0,18	1,86	4,45	0,33	0,01	1,20	99,44
EB-189A	54,44	14,31	7,25	6,20	10,40	4,37	0,60	0,63	0,18	0,18	0,03	1,10	99,75
EB-189B	58,94	13,98	5,61	4,50	9,28	4,55	0,71	0,52	0,11	0,15	0,02	1,40	99,77
EB-211A	43,86	13,13	13,97	7,60	9,42	1,86	1,04	0,65	0,14	0,21	0,03	1,50	93,40
EB-221B	42,41	3,18	15,75	20,54	10,23	0,13	0,07	2,76	0,29	0,16	0,22	3,70	99,50
EB-263	49,72	15,69	10,76	6,17	11,08	3,41	0,57	0,82	0,17	0,15	0,04	1,20	99,78
EB-315	50,41	8,25	13,91	15,48	8,26	1,42	0,18	0,76	0,25	0,20	0,10	0,30	99,59
EB-392B	50,58	14,71	12,54	6,39	11,06	2,98	0,26	0,82	0,16	0,19	0,03	0,10	99,82
EB-468A	54,66	21,44	5,43	1,61	6,25	6,45	1,18	0,47	0,28	0,07	<0,002	1,80	99,66
EB-469	50,96	15,63	12,75	5,64	6,88	3,10	0,96	0,86	0,37	0,21	0,01	2,40	99,72
CK-137A	46,47	6,28	13,43	12,28	12,72	1,31	0,30	0,45	1,45	0,21	0,10	4,60	99,58
Unidade Ortoderivada Granítica e Granitoides Associados													
EB-201A	60,23	16,81	6,86	1,96	5,07	4,22	2,77	0,55	0,30	0,13	<0,002	0,70	99,60
EB-435A	65,81	13,74	5,73	2,69	2,85	3,95	1,51	0,49	0,16	0,07	0,01	2,80	99,78
EB-093B	63,98	15,04	7,46	0,96	4,58	4,52	1,95	0,36	0,13	0,07	0,01	0,70	99,75
EB-134	74,25	12,12	1,80	0,17	1,79	3,26	4,27	<0,01	0,02	0,02	<0,002	2,20	99,83
EB-279A	65,77	16,29	3,72	0,80	5,89	4,15	0,62	0,33	0,12	0,09	<0,002	2,10	99,88
EB-316	76,78	12,14	1,55	0,17	1,40	3,35	3,22	0,11	<0,01	0,02	<0,002	0,70	99,46
EB-449	70,83	14,08	3,33	0,70	0,77	4,04	3,23	0,30	0,07	0,04	<0,002	2,40	99,77
EB-417A	55,65	16,60	9,99	1,66	5,16	3,93	3,05	1,51	0,52	0,16	<0,002	1,10	99,30

Tabela 2. Resultados das análises de elementos traços do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico.

	Ni	Sc	Ba	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Unidade Paraderivada																					
EB-161F	61	16	1608	2	22,00	0,80	20,10	6,70	13,70	53,20	3,00	970,50	0,20	1,00	1,00	0,50	173,00	5,20	235,00	16,40	
EB-196C	<20	71	31	<1	74,90	<0,1	18,90	0,40	0,40	1,80	<1	247,50	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	894,00	<0,5	8,50	8,40	
EB-448A	91	14	950	2	28,80	0,40	22,70	3,00	5,60	42,30	2,00	717,40	0,20	1,30	0,40	115,00	<0,5	112,10	11,70		
EB-450	123	19	1151	<1	31,30	0,30	20,40	5,30	16,20	68,30	<1	293,60	0,90	11,00	0,70	142,00	0,60	189,10	27,70		
EB-470	160	19	548	<1	31,60	0,50	18,20	3,00	6,00	22,00	2,00	616,40	0,30	4,90	0,30	113,00	<0,5	99,50	18,30		
JL-006A	121	19	322	<1	37,00	0,50	14,90	0,70	1,50	14,90	<1	1064,00	<0,1	0,50	<0,1	82,00	<0,5	25,10	7,50		
EB-078A	<20	1	422	<1	5,50	0,70	15,40	2,00	1,70	16,70	1,00	1033,00	<0,1	<0,2	0,10	24,00	1,00	70,90	2,10		
Unidade Ortoderivada Máfica																					
EB-188	24	12	43	3	22,60	<0,1	12,90	10,50	106,10	4,30	3,00	1174,00	7,00	17,80	1,50	275,00	<0,5	465,70	70,30		
EB-189A	171	23	307	1	27,10	0,30	16,80	1,80	2,80	7,10	<1	716,80	0,10	0,40	0,10	117,00	<0,5	62,50	15,40		
EB-189B	130	14	292	1	19,50	0,30	15,90	3,30	4,50	11,20	<1	809,60	0,40	3,80	1,10	71,00	<0,5	109,60	14,30		
EB-211A	100	48	320	1	50,90	0,40	18,60	1,90	7,40	16,50	2,00	263,30	0,40	0,80	0,10	250,00	1,00	45,10	29,10		
EB-221B	742	48	45	2	83,70	0,20	10,20	4,70	20,40	<0,1	2,00	107,90	1,20	2,00	0,50	258,00	<0,5	130,80	12,90		
EB-263	96	35	219	<1	46,80	<0,1	16,40	1,90	2,50	2,10	<1	369,90	0,20	<0,2	0,10	242,00	<0,5	73,80	16,90		
EB-315	551	35	305	<1	77,60	0,10	11,30	1,20	2,90	0,60	<1	503,10	0,10	0,20	<0,1	165,00	<0,5	41,50	12,80		
EB-392B	109	39	136	<1	50,50	<0,1	15,20	1,40	3,50	1,50	<1	249,50	0,20	0,20	<0,1	239,00	<0,5	40,70	19,40		
EB-468A	<20	9	692	1	8,10	1,00	21,30	5,00	4,50	29,90	1,00	1755,00	0,20	5,90	0,20	68,00	<0,5	190,60	12,70		
EB-469	46	25	779	<1	42,60	0,30	18,00	2,80	5,30	12,70	<1	486,60	0,30	0,90	0,10	145,00	<0,5	98,00	20,00		
CK-137A	200	37	267	1	57,00	0,20	11,70	1,90	1,80	2,20	2,00	473,80	<0,1	1,40	0,10	189,00	<0,5	61,20	41,60		
Unidade Ortoderivada Granítica e Granitoides Associados																					
EB-201A	<20	12	1714	1	12,10	0,30	19,60	5,60	9,80	42,60	2,00	1023,00	0,20	6,70	0,30	97,00	<0,5	223,70	18,80		
EB-435A	40	10	721	<1	16,60	1,30	16,80	3,90	6,40	49,20	1,00	636,40	0,40	8,10	1,10	77,00	<0,5	142,10	13,30		
EB-093B	35	6	893	1	9,20	<0,1	15,90	2,80	4,60	34,20	<1	1027,00	<0,1	0,30	<0,1	56,00	<0,5	113,40	8,80		
EB-134	<20	2	1406	<1	1,40	0,30	9,50	1,20	0,50	60,50	<1	113,00	<0,1	20,00	0,20	<8	<0,5	42,50	17,00		
EB-279A	<20	4	300	<1	4,30	0,40	18,60	1,00	3,20	9,40	<1	608,50	0,10	0,50	0,20	53,00	<0,5	34,80	4,50		
EB-316	<20	<1	4310	<1	3,40	<0,1	11,90	2,60	1,00	20,50	<1	595,60	<0,1	0,80	0,10	19,00	<0,5	102,00	0,80		
EB-449	<20	3	1077	2	2,80	0,30	17,20	7,90	30,10	122,10	5,00	96,20	2,80	51,00	2,40	13,00	0,60	268,20	57,80		
EB-417A	<20	20	3159	<1	13,40	0,30	23,00	24,30	25,60	46,70	<1	995,90	0,70	1,40	0,30	55,00	<0,5	1182,00	29,00		

Tabela 3. Resultados das análises dos elementos terras raras do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ ETR	Eu/Eu*	(La/Lu) ^N	(La/Sm) ^N	(Gd/Lu) ^N
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
Unidade Paraderivada																			
EB-161F	46,50	114,30	14,95	65,90	10,70	2,61	7,68	0,90	3,90	0,62	1,67	0,23	1,28	0,20	271,44	0,55	1,88	1,17	1,51
EB-196C	0,80	1,80	0,34	1,90	0,77	0,41	1,14	0,25	1,63	0,34	1,01	0,15	0,89	0,13	11,56	0,90	0,05	0,28	0,34
EB-448A	31,70	75,30	10,61	45,30	8,31	1,76	5,69	0,65	2,62	0,39	0,91	0,13	0,71	0,09	184,17	0,49	2,85	1,03	2,49
EB-450	50,80	93,30	10,61	38,60	5,79	1,40	4,97	0,80	4,82	0,95	2,72	0,42	2,75	0,40	218,33	0,52	1,03	2,37	0,49
EB-470	24,20	45,30	6,34	23,80	4,37	1,19	3,90	0,60	3,20	0,62	1,76	0,25	1,56	0,21	117,30	0,57	0,93	1,49	0,73
JL-006A	12,00	26,90	3,92	17,20	3,29	1,15	2,44	0,32	1,49	0,25	0,70	0,10	0,63	0,08	70,47	0,78	1,21	0,98	1,20
EB-078A	11,50	16,50	1,66	5,70	0,81	0,74	0,70	0,08	0,43	0,06	0,18	0,02	0,17	0,02	38,57	1,94	4,66	3,84	1,38
Unidade Ortoderivada Máfica																			
EB-188	231,60	500,60	64,07	272,70	41,64	11,73	32,19	3,89	17,14	2,58	5,98	0,73	4,25	0,61	1189,71	0,62	3,08	1,50	2,08
EB-189A	11,80	25,20	3,56	15,70	3,49	1,03	3,21	0,51	2,69	0,54	1,62	0,23	1,29	0,21	71,08	0,61	0,46	0,91	0,60
EB-189B	17,30	35,50	4,71	19,20	3,46	1,00	3,06	0,48	2,49	0,50	1,49	0,22	1,35	0,20	90,96	0,61	0,70	1,35	0,60
EB-211A	16,40	41,90	6,06	24,60	5,97	1,74	5,58	0,91	5,05	1,06	3,16	0,52	2,96	0,43	116,34	0,60	0,31	0,74	0,51
EB-221B	14,30	37,30	5,76	29,10	6,16	1,20	4,96	0,72	3,28	0,48	1,26	0,15	0,83	0,13	105,63	0,42	0,89	0,63	1,50
EB-263	10,50	24,70	3,36	15,20	3,14	1,01	2,90	0,51	2,75	0,62	1,85	0,27	1,83	0,25	68,89	0,67	0,34	0,90	0,46
EB-315	13,20	34,50	4,97	21,20	4,41	1,31	3,66	0,49	2,46	0,45	1,11	0,18	1,10	0,16	89,20	0,64	0,67	0,81	0,90
EB-392B	6,70	16,00	2,28	9,70	2,45	0,85	3,00	0,53	3,33	0,69	1,98	0,33	2,09	0,33	50,26	0,64	0,16	0,74	0,36
EB-468A	49,60	86,40	9,38	33,10	4,90	1,42	3,76	0,49	2,57	0,46	1,17	0,17	0,98	0,15	194,55	0,64	2,68	2,74	0,99
EB-469	23,70	46,50	6,04	24,70	4,43	1,49	4,18	0,64	3,69	0,72	2,13	0,29	1,90	0,28	120,69	0,69	0,69	1,45	0,59
CK-137A	67,90	167,60	25,43	114,20	21,88	4,58	16,39	1,90	8,34	1,33	3,46	0,48	2,88	0,42	436,79	0,47	1,31	0,84	1,54
Unidade Ortoderivada Granítica e Granitoides Associados																			
EB-201A	51,00	91,70	9,83	35,20	5,65	1,60	4,81	0,65	3,50	0,66	1,75	0,29	1,69	0,24	208,57	0,61	1,72	2,44	0,79
EB-435A	26,10	50,90	6,23	24,30	4,05	1,09	2,93	0,44	2,37	0,47	1,28	0,19	1,20	0,17	121,72	0,61	1,24	1,74	0,67
EB-093B	21,90	41,00	4,95	19,70	3,23	1,08	2,61	0,33	1,54	0,27	0,70	0,10	0,68	0,11	98,20	0,73	1,61	1,83	0,93
EB-134	43,90	50,90	6,66	20,70	2,76	1,00	2,19	0,38	2,57	0,70	2,42	0,46	3,22	0,54	138,40	0,79	0,66	4,29	0,16
EB-279A	3,50	7,50	1,08	4,70	1,07	0,46	0,99	0,14	0,75	0,15	0,46	0,07	0,41	0,07	21,35	0,89	0,40	0,88	0,55
EB-316	22,20	28,40	2,37	6,60	0,60	1,77	0,59	0,03	0,21	0,02	0,07	0,02	0,11	0,02	63,01	5,98	9,00	10,00	1,16
EB-449	131,00	207,50	24,62	82,20	12,45	1,56	9,89	1,57	8,99	1,84	5,48	0,80	4,78	0,67	493,35	0,27	1,58	2,84	0,58
EB-417A	74,80	153,10	19,73	81,70	12,70	5,07	8,91	1,14	5,60	1,02	2,71	0,41	2,62	0,42	369,93	0,91	1,44	1,59	0,83

Tabela 4. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico do Complexo Metamórfico Santa Maria Chico.

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
Unidade Paraderivada														
EB-161F	<0,1	50,00	3,50	94,00	57,00	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	11,10	<0,01	0,20	0,70
EB-196C	<0,1	51,40	0,40	72,00	4,50	7,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-448A	0,20	19,60	10,40	114,00	88,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-450	2,30	60,80	15,90	59,00	122,60	<0,5	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	1,40	<0,01	<0,1	<0,5
EB-470	0,20	78,10	7,60	66,00	98,80	1,00	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,30	<0,01	<0,1	<0,5
JL-006A	0,10	4,70	3,00	41,00	48,80	<0,5	0,10	<0,1	<0,1	0,40	10,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-078A	0,50	96,10	17,50	21,00	19,60	3,30	0,20	0,10	0,30	0,20	39,40	<0,01	<0,1	1,20
Unidade Ortoderivada Máfica														
EB-188	0,20	22,10	3,10	41,00	17,70	1,30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-189A	0,20	4,70	5,30	16,00	29,50	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-189B	0,60	6,90	6,80	21,00	46,60	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,40	<0,01	<0,1	<0,5
EB-211A	0,30	350,20	1,90	47,00	46,80	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,30	16,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-221B	<0,1	34,00	2,40	30,00	436,20	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-263	0,10	3,90	1,80	46,00	40,60	0,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-315	<0,1	71,40	0,90	20,00	346,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-392B	0,10	85,80	1,10	28,00	74,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-468A	<0,1	2,70	4,40	34,00	2,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-469	0,10	21,00	2,50	69,00	32,80	0,60	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
CK-137A	0,10	37,30	1,70	71,00	123,10	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,70	0,02	<0,1	0,60
Unidade Ortoderivada Granítica e Granitoides Associados														
EB-201A	<0,1	6,40	2,90	50,00	3,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-435A	0,70	11,60	15,20	58,00	39,80	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,30	0,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-093B	0,10	1,90	1,40	28,00	26,60	0,70	<0,1	0,30	<0,1	<0,1	3,00	0,02	<0,1	<0,5
EB-134	0,20	3,40	8,20	5,00	2,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-279A	<0,1	3,20	1,70	50,00	2,30	1,30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-316	<0,1	4,20	1,50	13,00	4,80	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-449	0,90	16,50	31,40	15,00	4,40	<0,5	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-417A	0,90	12,30	4,00	97,00	2,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5

Tabela 5. Dados de U-Pb em zircão da amostra EB382 obtidos pelo método LA-MC-ICP-MS in situ.

Spot number	Concordia 1			Concordia 2			Age (Ma)		% $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$		Disc	E206	Th ppm	U ppm	Pb ppm				
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	\pm	Rho 1	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	\pm	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$						\pm	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
Zr-144-A-I-01	10,2808	0,98	0,4580	0,79	0,80	2,1835	0,79	0,1628	0,58	2431	24	2485	14	0,77	2	0,0008	57	75	45
Zr-144-A-I-02	10,2576	1,08	0,4576	0,91	0,84	2,1854	0,91	0,1626	0,58	2429	22	2483	15	0,67	2	0,0006	34	51	30
Zr-144-A-I-03	9,9177	2,68	0,4483	0,84	0,31	2,2308	0,84	0,1605	2,54	2388	20	2461	63	0,46	3	0,0004	35	78	43
Zr-144-A-I-07	10,3556	1,17	0,4642	1,02	0,87	2,1543	1,02	0,1618	0,58	2458	25	2475	14	0,71	1	0,0005	38	54	31
Zr-144-A-I-08	10,3592	1,50	0,4548	1,22	0,81	2,1988	1,22	0,1652	0,88	2417	29	2467	37	0,42	4	0,0002	52	92	61
Zr-144-A-I-09b	9,6456	1,38	0,4400	1,22	0,89	2,2728	1,22	0,1590	0,63	2351	29	2402	33	0,50	4	0,0002	39	86	46
Zr-144-B-II-01	9,7674	0,77	0,4568	0,68	0,88	2,1890	0,68	0,1551	0,37	2431	16	2413	19	0,61	-1	0,0002	204	416	226
Zr-144-B-II-02	9,9994	1,04	0,4587	0,64	0,62	2,1801	0,64	0,1581	0,81	2434	16	2435	25	1,04	0	0,0005	103	100	64
Zr-144-B-II-03a	9,5467	1,05	0,4448	0,70	0,67	2,2482	0,70	0,1557	0,78	2372	17	2392	25	1,02	2	0,0004	100	99	62
Zr-144-B-II-03b	9,7925	1,31	0,4477	0,56	0,43	2,2337	0,56	0,1586	1,18	2385	13	2415	32	0,81	2	0,0006	61	75	46
Zr-144-B-II-04	9,1339	0,71	0,4346	0,43	0,60	2,3007	0,43	0,1524	0,57	2337	10	2352	17	0,66	2	0,0004	44	67	35
Zr-144-B-II-05	10,8619	1,21	0,4929	0,75	0,62	2,0288	0,75	0,1598	0,94	2583	19	2511	30	0,44	-5	0,0011	21	49	26
Zr-144-B-II-06	9,2568	0,95	0,4297	0,83	0,87	2,3274	0,83	0,1563	0,47	2304	19	2364	23	0,55	5	0,0005	40	73	39
Zr-144-B-II-08a	9,6654	1,16	0,4463	1,04	0,90	2,2406	1,04	0,1571	0,50	2379	25	2403	28	0,80	2	0,0005	60	75	49
Zr-144-B-II-09a	9,7760	1,42	0,4412	0,67	0,48	2,2665	0,67	0,1607	1,25	2356	16	2414	34	0,95	4	0,0006	100	106	64
Zr-144-B-II-10a	9,7702	1,10	0,4427	0,62	0,57	2,2589	0,62	0,1601	0,90	2363	15	2413	27	0,96	4	0,0003	102	108	69
Zr-144-B-II-11	10,0122	1,33	0,4515	0,77	0,58	2,2150	0,77	0,1608	1,09	2402	18	2436	32	0,76	3	0,0005	53	70	43
Zr-144-B-II-12a	10,0440	1,09	0,4504	0,39	0,36	2,2200	0,39	0,1617	1,02	2397	9	2439	27	1,08	3	0,0004	109	102	66
Zr-144-B-II-14	9,6895	1,61	0,4477	0,71	0,44	2,2334	0,71	0,1570	1,45	2385	17	2406	39	0,54	2	0,0005	48	89	48
Zr-144-C-III-15a-	10,3707	1,11	0,4740	0,51	0,46	2,1096	0,51	0,1587	0,99	2501	13	2468	27	0,71	-2	0,0003	118	167	95
Zr-144-B-II-15	12,1847	2,09	0,5021	1,85	0,89	1,9917	1,85	0,1760	0,96	2623	49	2619	55	0,74	0	0,0004	56	76	55
Zr-144-C-III-15b	9,0099	3,78	0,4365	1,00	0,26	2,2910	1,00	0,1497	3,64	2335	23	2339	88	0,47	0	0,0001	111	239	130
Zr-144-A-I-06	8,0940	1,27	0,3929	1,09	0,86	2,5454	1,09	0,1494	0,66	2136	23	2242	29	0,43	9	0,0002	49	116	65
Zr-144-A-I-13	8,9199	1,66	0,4293	0,23	0,14	2,3291	0,23	0,1507	1,64	2303	5	2330	39	0,76	2	0,0003	66	88	49
Zr-144-B-II-08b	8,4388	1,08	0,4098	0,83	0,76	2,4400	0,83	0,1493	0,70	2214	18	2279	25	0,49	5	0,0002	49	100	55
Zr-144-B-II-12b	8,5430	0,94	0,4184	0,52	0,56	2,3900	0,52	0,1481	0,78	2253	12	2291	21	0,43	3	0,0004	53	124	63
Zr-144-A-I-05	6,4866	1,67	0,3733	0,61	0,37	2,6790	0,61	0,1260	1,55	2045	13	2044	34	0,49	0	0,0004	43	89	39
Zr-144-B-II-09b	6,8268	0,88	0,3694	0,36	0,41	2,7071	0,36	0,1340	0,80	2037	7	2089	18	0,39	6	0,0004	50	127	62
Zr-144-C-III-05a	6,1585	1,77	0,3505	1,35	0,76	2,8527	1,35	0,1274	1,15	1937	26	1999	35	0,48	6	0,0037	221	467	200
Zr-144-C-III-05b	6,3353	1,32	0,3588	0,91	0,69	2,7869	0,91	0,1281	0,95	1977	18	2023	27	0,59	5	0,0038	51	86	39
Zr-144-C-III-10b	6,6233	1,68	0,3727	0,87	0,52	2,6835	0,87	0,1289	1,43	2042	18	2062	35	0,63	2	0,0009	42	67	30
Zr-144-D-IV-04	6,4453	1,35	0,3610	0,89	0,66	2,7701	0,89	0,1295	1,01	1987	18	2038	27	0,59	5	0,0043	51	88	40

1. Amostra e padrão corrigidos com referências aos valores de branco de Pb e Hg
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ corrigidos pelos valores de Pb comum. O Pb comum é calculado com referência a idade concordante $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age.
3. $^{235}\text{U} = 1/137,88 \cdot \text{total U}$.
4. Padrão GJ-1.
5. Todos os erros na tabela são calculados para 1 Sigma (1DP), % para razões isotópicas, absolutos para idades.
6. Amarelo= erro grande ou muito discordante.
7. Cálculo de idade utilizando razões em negrito.

5- COMPLEXO METAMÓRFICO CERRO BATOVI - PP4CB

Está situado no Domínio Ocidental, e pela reinterpretação de sua idade (Laux *et al.*, 2010b), faz parte de um terreno ainda não delimitado no Rio Grande do Sul e que pode ser observado nos mapas de geofísica (Figura 37).

É uma sequência vulcanosedimentar localizada no extremo noroeste do Lineamento Ibaré (Figura 38). Um sequência de médio a baixo grau, a semelhança de outras, presentes na Folha Lagoa da Meia

Lua, que foram englobadas na Formação Vacacaí (Goñi *et al.*, 1962) aqui denominada de Cinturão Metamórfico Vacacaí.

A denominação do complexo vem do Cerro Batovi, local mais elevado da Folha Lagoa da Meia Lua e da Estância Batovi (Figura 39). Os primeiros trabalhos estão relacionados com as descobertas de calcário na região, como a Jazida de Calcário da Pedreira Waick (Leinz, 1946). Merece menção ainda os trabalhos de

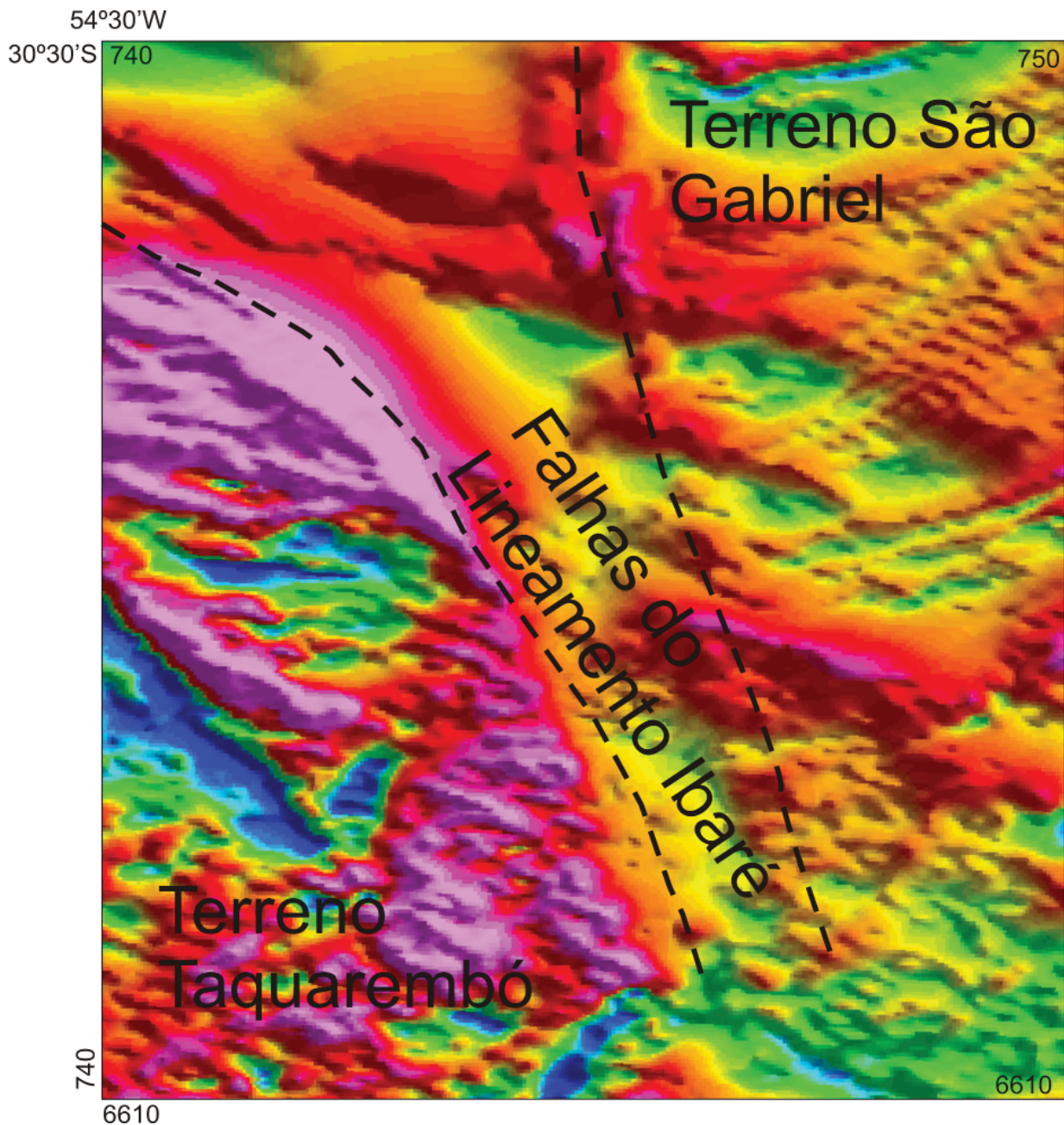


Figura 37 - Mapa de anomalias magnéticas com a delimitação dos terrenos Taquarembó e São Gabriel e um possível terreno entre os dois, onde encontra-se o Complexo Metamórfico Cerro Batovi. Detalhe da localização na Folha Lagoa da Meia Lua veja a figura 38.

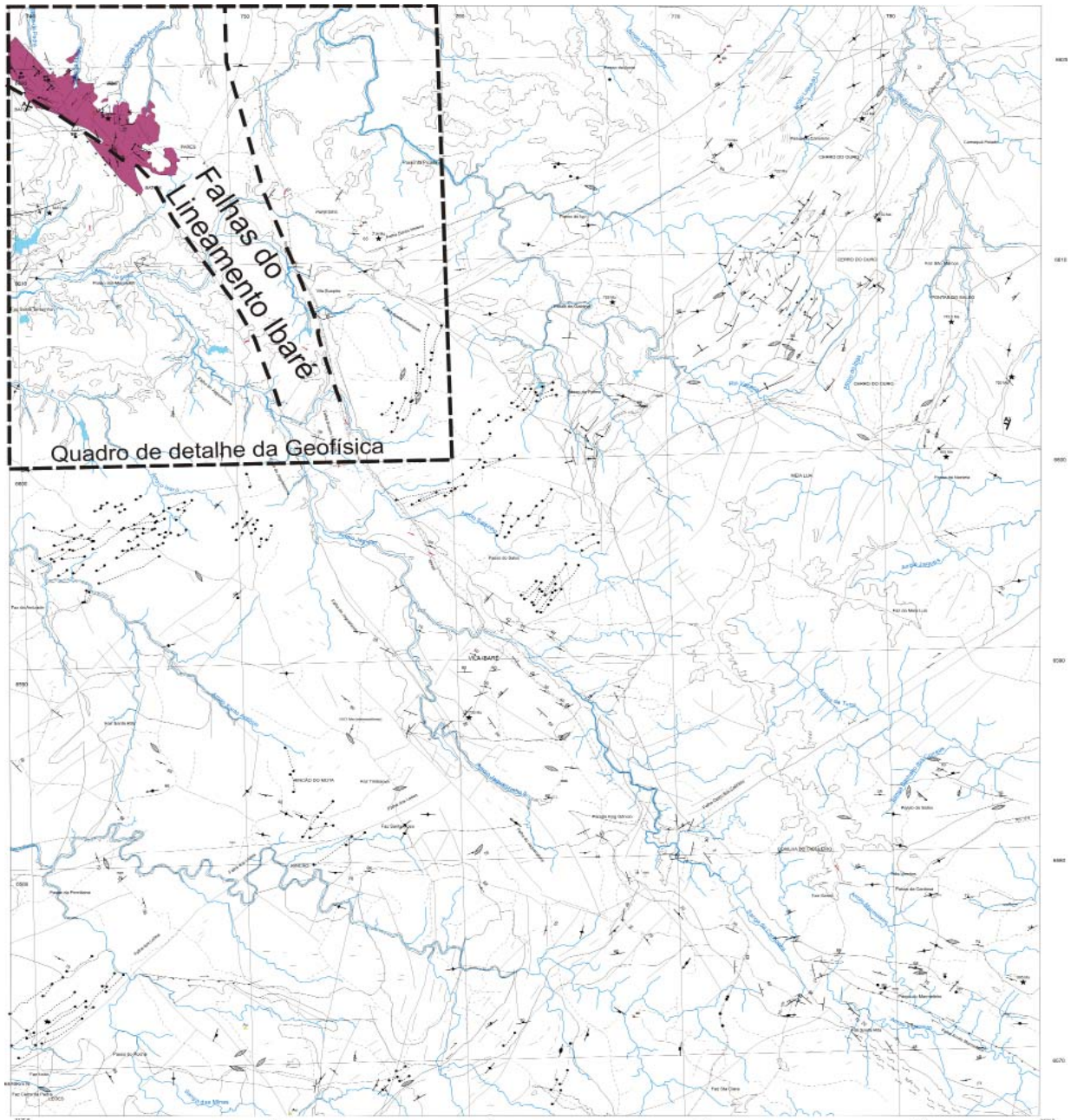


Figura 38 - Localização do Complexo Metamórfico Cerro Batovi na Folha Lagoa da Meia Lua, com a representação esquemática do Linamento Ibare e a delimitação do mapa geofísico da figura 37

Jost (1970), Silva (1983), UFRGS (1986) e Schmitt (1995).

Silva (1983) denominou as rochas desta unidade de Complexo Metassedimentar Batovi, a UFRGS (1986) propôs o nome de Complexo Metamórfico Batovi e Schmitt (1995) de Complexo Metavulcano-sedimentar Coxilha do Batovi.

O complexo é constituído por rochas sedimentares clásticas, vulcanoclásticas e químicas, intercaladas com rochas vulcânicas e granitos, metamorfizados em fácies epidoto-anfibolito a xisto-verde (UFRGS, 1986, Schmitt, 1995).

Schmitt (1995) caracterizou o complexo como uma sequência formada por depósitos de fundo marinho (BIFs, grafita mármores calcítico, metapelitos

grafitosos e metabasaltos), depósitos turbidíticos progradantes (arenitos calcíferos, metagrauvacas, arenitos arcoseanos, metapelitos e mármores dolomíticos silicáticos) e depósitos arenosos de mar raso (arenitos quartzíticos).

O tamanho da área da unidade e a escala de mapeamento não possibilitaram uma divisão em unidades, mas há um grande predomínio das unidades sedimentares sobre as vulcânicas, sendo as terrígenas as que apresentam melhor exposição. A continuidade para sudoeste da lente de calcário é mencionada por moradores, como resultado de pesquisa de mineradoras, a continuidade para oeste, desta mesma lente, é evidenciada em furos para água realizados pela CPRM em assentamentos de agricultores.



Figura 39 - Vista geral da Estância Batovi, com parte do Cerro Batovi ao fundo.

A área do complexo está recoberta a norte e leste pelos sedimentos da Bacia do Paraná e a sul e oeste ela está em contato com o Complexo Metamórfico Santa Maria Chico por falhas do Lineamento Ibaré.

5.1. Unidades Sedimentares Clásticas

Por volta de 90% da área aflorante do Complexo Metamórfico Cerro Batovi está nesta unidade, os afloramentos são, na maioria das vezes, contínuos, com boas exposições, principalmente em afloramentos que representam sequências turbidíticas (Figura 40). Há um predomínio de tectônica rígida, com desenvolvimento de foliação milonítica, no entanto há a preservação, localmente, de estruturas sedimentares. Conforme Schmitt (1995) podem ocorrer metarenitos calcíferos, arcossianos e quartzíticos, além de metapelios.

A Unidade de metarenitos calcíferos preserva localmente o acamadamento primário, dado por alter-

nância de camadas ou variação de granulometria e níveis de minerais pesados (Schmitt, 1995). Segundo este autor, estruturas de deformação são comuns, como dobras, *gash veins*, falhas e fraturas. Os arenitos desta unidade foram caracterizados como metagrauvascas a metarenitos com até 10% de cimento carbonático. Os grãos são do tamanho areia subangulosos a subarredondados compostos por porfiroclastos de quartzo e de feldspato alcalino, além de quartzo policristalino (chert), alanita, zircão, muscovita, pistacita e turmalina (Schmitt, 1995).

Os metarenitos arcoseanos possuem textura média a grossa, chegando a arenitos conglomeráticos, não apresentam o carbonato como um componente principal na matriz e as camadas variam de 1 a 2 metros em espessura (Schmitt, 1995). Possuem porfiroclastos de quartzo, plagioclásio, e feldspato alcalino (Figura 41).

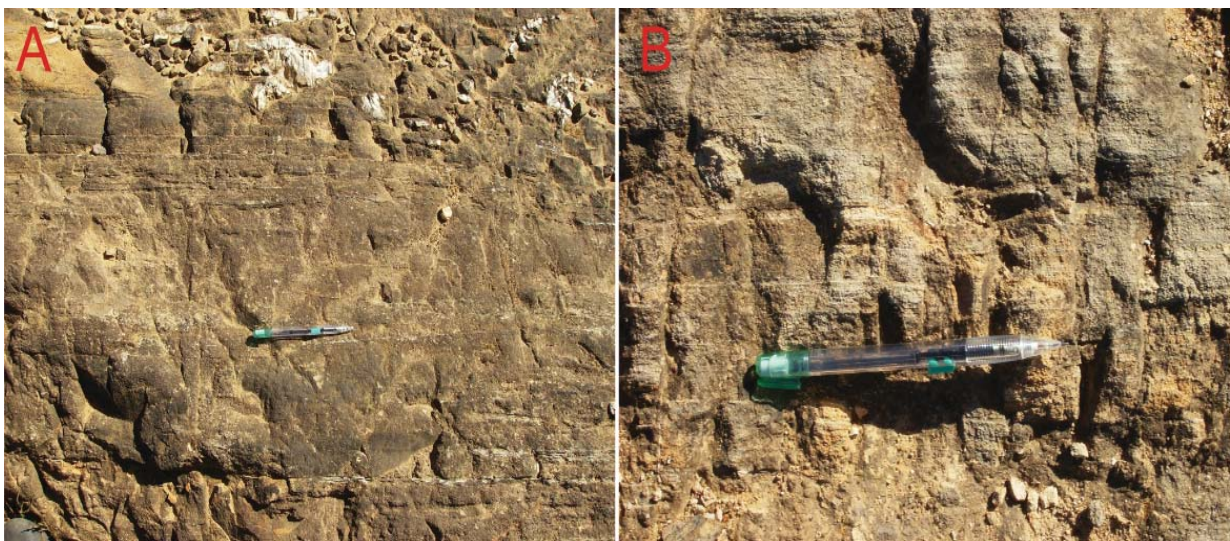


Figura 40 - Acamadamento original (S0) de arenitos em sequências turbidíticas; B) detalhe da foto anterior (Afloramento EB311).



Figura 41 - Afloramentos com arenitos arcoseanos com grande quantidade de componentes vulcanogênicos (Afloramento EB313).

5.2. Unidades Sedimentares Químicas

Nas rochas sedimentares químicas podem ocorrer mármores (grafita mármore calcítico, mármore dolomítico siliciclástico e brecha dolomítica) e formações ferríferas (Schmitt, 1995). Nas primeiras há boas exposições devido à pedreiras abandonadas, como a Pedreira Waick (Figura 42A), localizada na parte norte/nordeste do Complexo Metamórfico Cerro Batovi. As formações ferríferas possuem localização restrita, aflorando ao longo das drenagens na parte oeste da área (Sanga da Pedra).

Os grafita mármore calcítico estão melhor preservados nas pedreiras Waick (Figura 42B) e Figueiras (Leinz, 1946) com baixo teor de MgO, granulacão fina, cores cinza azuladas. Podem preservar o acamadamento original, com granulometria de silte a

argila, composta por calcita microcristalina, quartzo detrítico, muscovita, pirita e arsenopirita. Schmitt *et al.* (1993) descreve formas cocoides originadas de atividade orgânica de colônia cianofíticas.

Os mármores dolomíticos siliciclásticos e as brechas dolomíticas possuem localização restrita e foram descritas por Schmitt (1995) como lentes de um a dois metros de espessura intercalados com sedimentos e em diques e bolsões paralelos a falhas NW.

As formações ferríferas também ocorrem de forma restrita, como lentes de até um metro na Sanga da Pedra no noroeste do complexo. Podem apresentar fácies ricas em magnetita, hematita ou pirita (Schmitt, 1995).



Figura 42 - Afloramentos de calcário da Pedreira Waick (Afloramento EB311).

5.3. Unidades Ígneas

Pouca é a exposição de rochas ígneas no Complexo Metamórfico Cerro Batovi, os afloramentos se restringem a metabasaltos, alguns com característica de lavas almofadadas (Figura 43), localizadas em drenagens da parte norte da área, e pouco afloramentos de rochas graníticas de tamanho métrico, na parte noroeste. Junto as formações ferríferas ocorrem rochas vulcanoclásticas.

5.4. Petrografia

As rochas do Complexo Metamórfico Cerro Batovi são nitidamente foliadas, dado, principalmente, pela zona de cisalhamento do Lineamento Ibaré.

Na unidade sedimentar clástica há um predomínio de quartzo sobre os demais constituintes. O tamanho dos grãos é variado dependendo da gra-

nulometria da rocha. Apesar da grande presença de quartzo, a rocha, originalmente, não parece ter uma maturidade alta, devido à presença de grãos angulosos, presença de grande quantidade de matriz, provavelmente originada da dissolução de grãos de feldspato, presença de feldspatos e plagioclásio como fenoclastos. A grande quantidade de cristais de zircão, dispersos nas amostras (Figura 44A), não restrito a níveis de minerais pesados, também é uma evidência da pouca maturidade original destas rochas, como será discutido na geocronologia. A forma dos grãos está muitas vezes obliterada pelo grão de diagênese/deformação das rochas, que pode chegar até a protomilonito (Figura 44B).

Na Unidade Sedimentar Química as rochas, por serem predominantemente carbonáticas, mostram

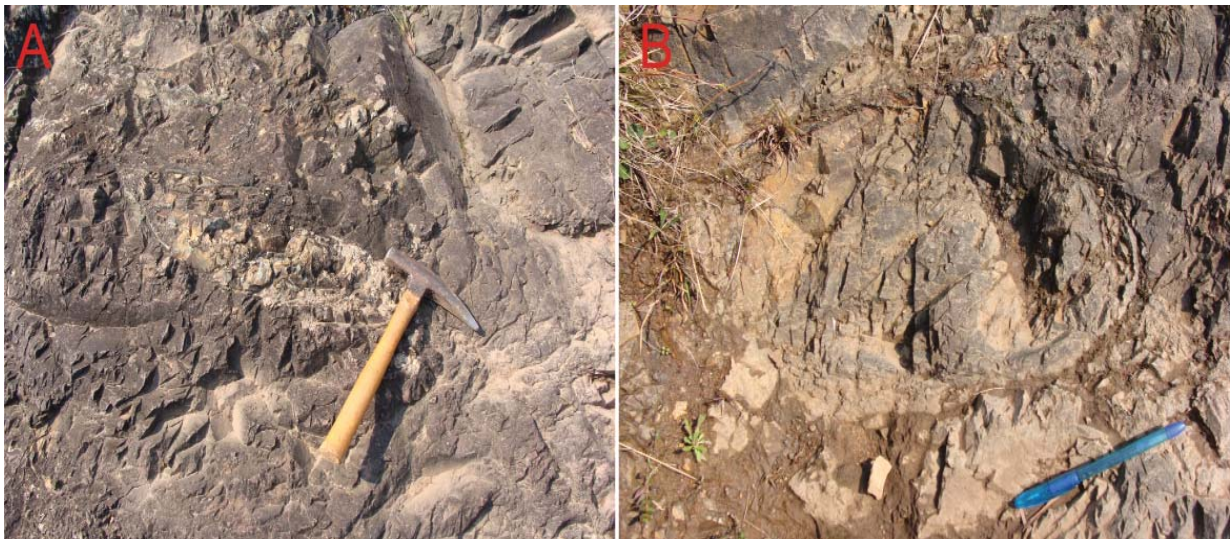


Figura 43 - Afloramentos de metabasaltos com estruturas lembrando lavas almofadadas (Afloramento EB436A e B).

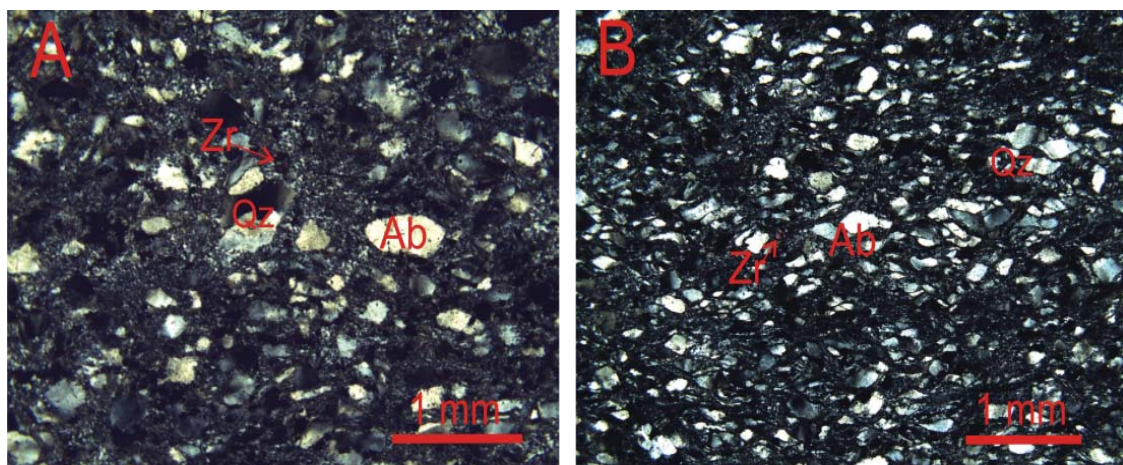


Figura 44 - Amostras com textura sedimentar reliquiar onde ocorrem grãos de quartzo (Qz) e subordinadamente feldspato blastopsamíticos a localmente granoblásticos poligonais, muitas vezes albitizados (Ab), e níveis de mica branca e sílica microcristalina, lepidoblásticos formando um intercrescimento fino. O tamanho de grão varia desde muito fino, com diâmetro dos cristais em torno de 0,06 mm até médio, com diâmetro dos cristais atingindo 2,5 mm em texturas microporfiroclásticas com relictos de grãos arredondados a subangulosos, feições estas mascaradas por um estiramento, que na amostra EB317B já é uma foliação milonítica. Os fragmentos de rocha são possivelmente de pelitos associados. Os opacos variam de anédricos a perfeitamente euédricos com formas cúbicas. O zircão (Zr) é particularmente abundante. A) amostra do afloramento EB311; B) Amostra do afloramento EB317B. Luz Polarizada.

um bandamento original bem marcado, principalmente quando da presença de material carbonoso (Figura 45A). Schmitt *et al.* (1993) caracterizam esteiras de microorganismos, nos domínios mais finos e menos deformados, nos domínios deformados há a presença de carbonatos recristalizados e de veios e vênulas de quartzo, a presença de sulfetos é comum localmente. As formações ferríferas apresentam o bandamento característicos de minerais ricos em ferro e em sílica (Figura 45B).

As unidades de origem ígnea variam de básicas a ácidas. Nas básicas há a presença de basaltos a microgabros com texturas originais reconhecíveis, com predomínio de plagioclásio e piroxênio como minerais originais com textura intergranular nos basaltos (Figura 46A) a subidiomórfica nos microgabros (Figura 46B). Nas rochas ácidas ocorrem corpos graníticos caracterizados petrograficamente como sienogranitos. A mineralogia original está preservada, mas as rochas apresentam grande deformação, ao contrário do encontrado nas rochas básicas. Veios de fluorita, quartzo e sulfetos são comuns (Figura 47).

5.5. Estruturas

Schmitt (1995) faz uma análise detalhada da geologia estrutural na área, que está resumida na (Figura 48). Segundo este autor o complexo foi submetido a dois eventos deformacionais D1 e D2, o primeiro a partir de uma fase de empurrão e segundo transcorrente e dobramento. Na fase D1 há uma compressão de direção oeste, originando cavalgamento e dobra-

mento para sudeste, subparalelo ao acamamento sedimentar. A fase D2 é de direção NE-SW, originando dobras com eixos paralelos ao Lineamento Ibaré, seguido de rotação horária da direção principal, com falhas levóginas paralelas ao lineamento.

A trajetória P-T-t é anti-horária, com o pico metamórfico atingido na fase D1, com geração de minerais sintectônicos, fácies xisto-verde, e sem uma mineralogia característica da fase D2, indicando que a temperatura não aumentou após o pico metamórfico (Schmitt, 1995).

5.6. Geoquímica

Para esta unidade foram feitas oito amostras: duas de rochas básicas, uma de granitoide, uma de formação ferrífera e quatro de sedimentos clásticos, sendo uma amostra repetida (EB313), cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

No diagrama multielementar (Figura 49) as rochas vulcânicas apresentam um padrão semelhante a basaltos E-MORB de Sun e McDonough (1989) e foi, portanto, usado como normalizador. Apresentam uma dispersão dos elementos mais móveis, principalmente na amostra EB436A, que, por exemplo, apresenta alto teor de Ca (19,28%) e baixo de Na e K (0,13 e 0,06%) devido a grande quantidade de amígdalas, e a provável interação destas rochas com água do mar. As rochas sedimentares mostram que há uma contribuição crustal, como mostrado pelos altos teores, em relação ao nor-

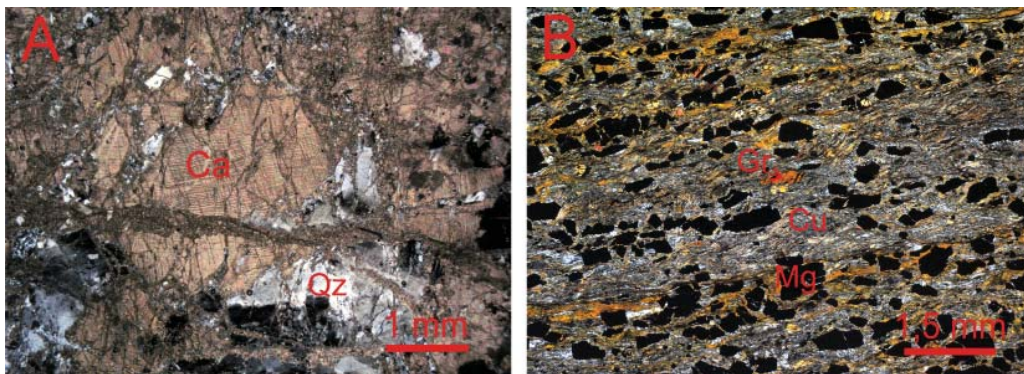


Figura 45 - Amostra do afloramento CK128. Rocha com textura granoblástica isogranular fina, com o tamanho médio dos cristais em torno de 0,2mm, com esporádicos porfiroblastos de carbonato espático que alcançam até 2mm. Ocorrem ainda superfícies de dissolução serrilhadas (estilolitos) marcadas pelo acúmulo de matéria orgânica e quartzo insolúvel. O quartzo é abundante preenchendo veios e até mesmo como megacristal, possivelmente resultante da silicificação local. A amostra está intensamente recortada por venulações de quartzo, carbonato e opacos. Nos minerais de quartzo e carbonato ocorrem feições de deformação, no quartzo extinção ondulante e alguma recristalização e no carbonato kingbands. B) Amostra do afloramento EB437E. Rocha lepidonematoblástica constituída de opacos quadráticos (equidimensionais) com até 1 mm, envelopados por uma foliação anastomosada constituída de filossilicato castanho, clinoanfíbólio de cor verde pálido acicular, reconhecido como cumingtonita (Cu) e subordinadamente um anfíbólio semelhante, mas de coloração castanha, possivelmente grunerita (Gr). O quartzo ribbon está presente. Os opacos, magnetitas (Mg) ou martitas, mostram sombras e franjas de pressão assimétricas de quartzo.

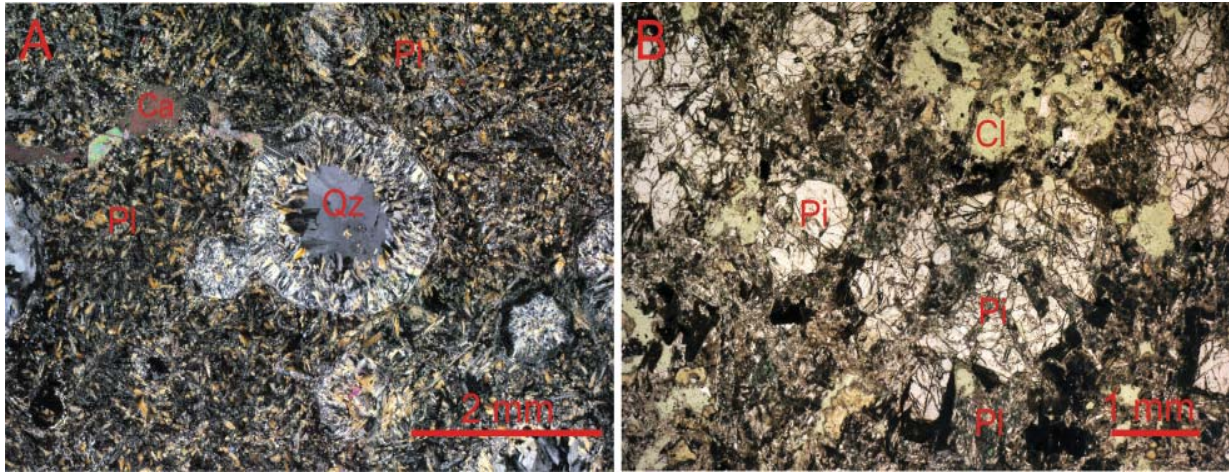


Figura 46 - Rocha com textura intergranular predominante, constituída de finos prismas de plagioclásio (Pl) com até 0,5 mm, por vezes arranjados radialmente ou me leque, onde o espaço intersticial entre os prismas é ocupado por material microcristalino, essencialmente clorita e glóbulos de titanita. O carbonato (Ca) também está presente como material intersticial, como veios e preenchendo vesículas. As vesículas são abundantes, arredondadas, com até 4 mm, isoladas e coalescentes, preenchidas por sílica microcristalina, quartzo (Qz), zeolitas e carbonato. Por vezes estão margeadas de clorita. Amostra de basalto com vesículas de quartzo (Luz Polarizada) (Afloramento EB436A); B) A rocha preserva a textura ígnea e parte da mineralogia original, respectivamente hipidiomórfica média a fina e intergranular, subordinadamente ofítica e subofítica, constituída de plagioclásio (Pl) e piroxênio (Pi). O plagioclásio está totalmente substituído por minerais secundários (clorita, epidoto, sericita, opacos), mas preservam o hábito original. O piroxênio, do tipo augita, está parcialmente substituído por clorita/biotita e um anfíbio de cor castanha segundo os bordos. Ocorrem domínios de clorita (Cl), sugerindo a presença de cavidade diktaxíticas. Amostra de microgabro (Luz Natural).

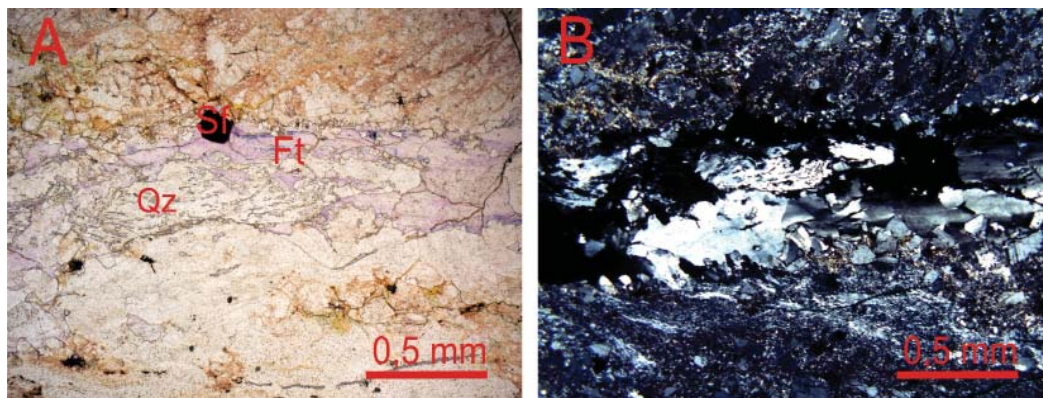


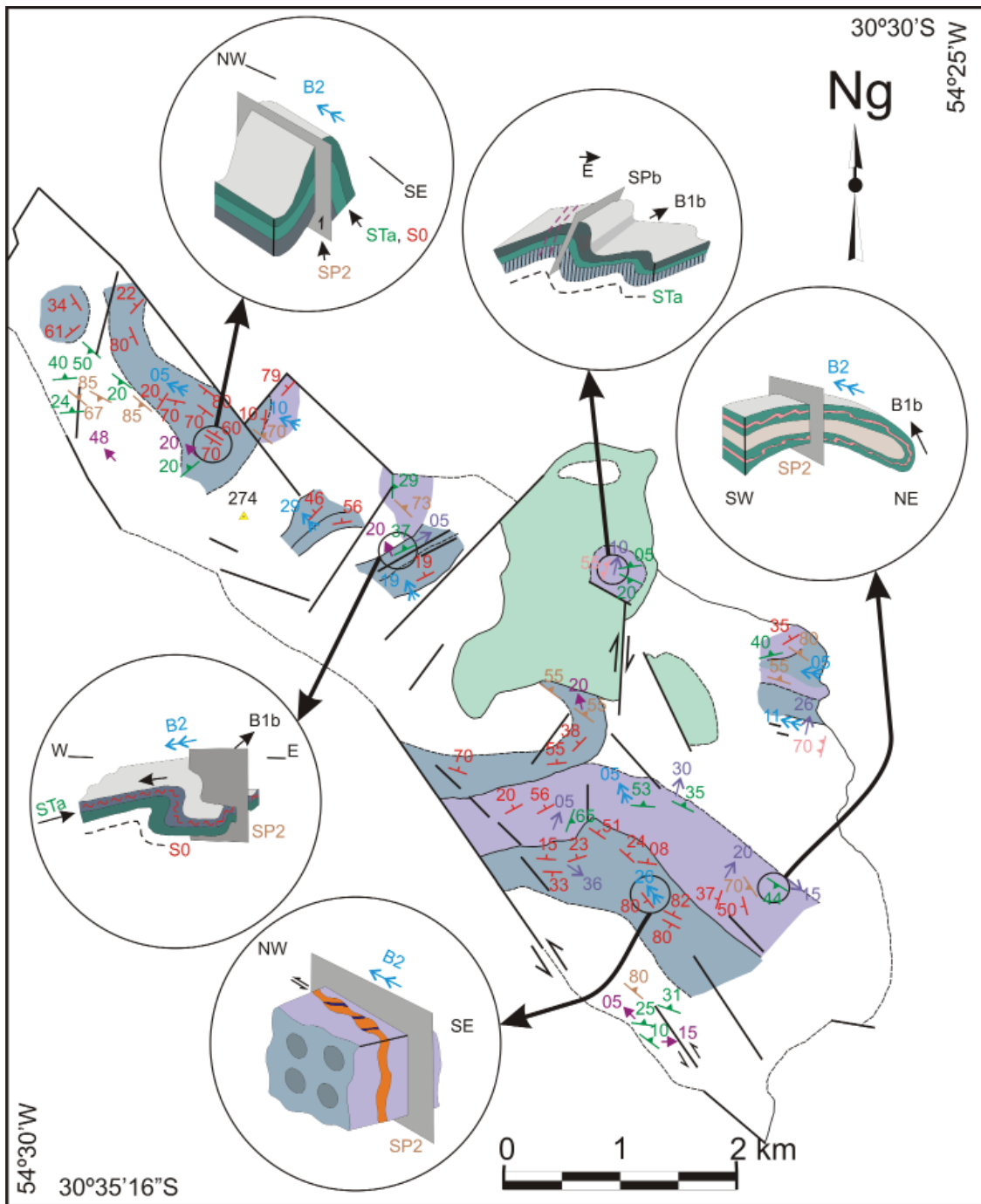
Figura 47 - Rocha com textura milonítica com fenoclastos de grão fino (1 a 0,5 mm) arredondados ou angulosos, de microclínio e plagioclásio envelopados por matriz fina constituída de quartzo, por vezes em ribbons, feldspato finamente recristalizados e filossilicatos (secundários?) de clorita e muscovita. A rocha está cortada por veios de fluorita (Fl), quartzo (Qz) e sulfeto (Sf). Amostra do afloramento EB437D (A – Luz Natural, B – Luz Polarizada).

malizador, de Th, U, Pb, Zr e Hf; uma característica destas rochas é grande quantidade de zircônio, chegando próximo a 800 ppm na amostra EB311, característica essa que será comentada na geocronologia; a alta maturidade química (SiO_2 próximo a 80%) não é mostrada pelas características petrográficas. A rocha granitoide mostra um padrão mais semelhante a OIB, com anomalias negativas de Nb, Ta, Zr, Ti e Pb. A formação ferrífera apresenta baixos teores de quase todos os elementos, a exceção de quartzo e ferro.

O padrão dos elementos terras raras do Complexo Metamórfico Cerro Batovi é apresentado na (Figura 50). As rochas vulcânicas se assemelham as do tipo E-MORB de Sun e McDonough (1989) com depleção dos elementos terras raras pesadas em uma amostra. Os sedimentos, apesar da grande quantidade

de zircão, apresentam um padrão inclinado, semelhante ao granitóide, com depleção das terras raras pesadas, com anomalia positiva de Eu ou próximo a zero, indicando enriquecimento na fonte. O granitoide apresenta um padrão inclinado, com anomalia negativa de Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,43$) e anomalia negativa de Ce ($\text{Ce}/\text{Ce}^* = 0,68$), podendo indicar a atuação de fluidos hidrotermais. A formação ferrífera apresenta uma leve inclinação das terras raras leves e um achatamento das terras raras pesadas, com anomalias negativas de Eu e Ce, semelhantes as encontradas nos granitos, podendo indicar produto das interação de fluidos com este tipo de rocha, como a interação da água do mar.

Nos diagramas de classificação e tectônico as rochas vulcânicas caem no campo dos basaltos e



LEGENDA


















- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | Formação Taciba (P1t) |  | S0 - Acamadamento sedimentar |
|  | Complexo Metamórfico Cerro Batovi (PP4cb) |  | STa - Foliação milonítica da Fase D1a |
|  | Camadas de arenitos |  | SPb - Clivagem de plano-axial da Fase D1b |
|  | Mármore e pelitos |  | SP2 - Clivagem plano-axial da Fase D2 |
|  | - Ponto de referência de nível |  | Le - Lineação de estiramento mineral |
|  | - Estrutura em destaque no afloramento |  | B1b - Eixo das dobras da Fase D1b |
| | |  | B2 - Eixo das dobras da Fase D2 |
| | |  | - Falha transcorrente |
| | |  | - Fratura |
| | |  | - Contato inferido |
| | |  | - Contato c/demais unidades estratigráficas |

Figura 48 - Mapa estrutural do Complexo Metamórfico Cerro Batovi (Schmitt, 1995).

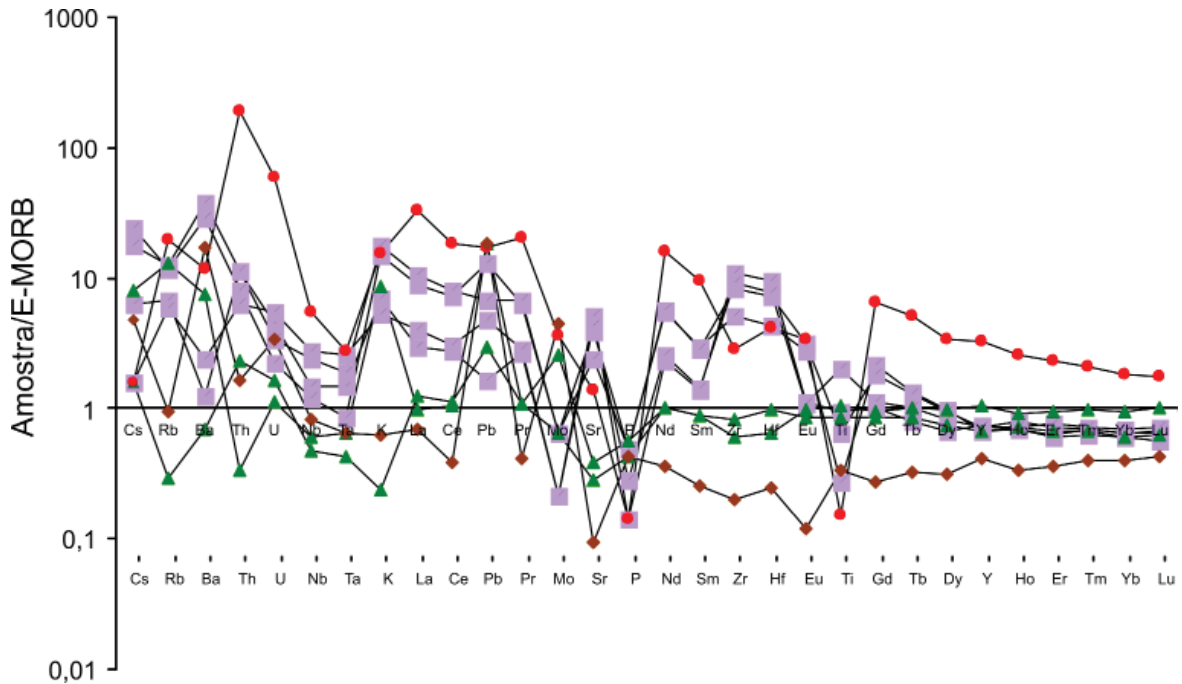


Figura 49 - Diagrama multielementar das amostras do Complexo Metamórfico Cerro Batovi, normalizados pelo E-MORB de Sun e McDonough (1989).

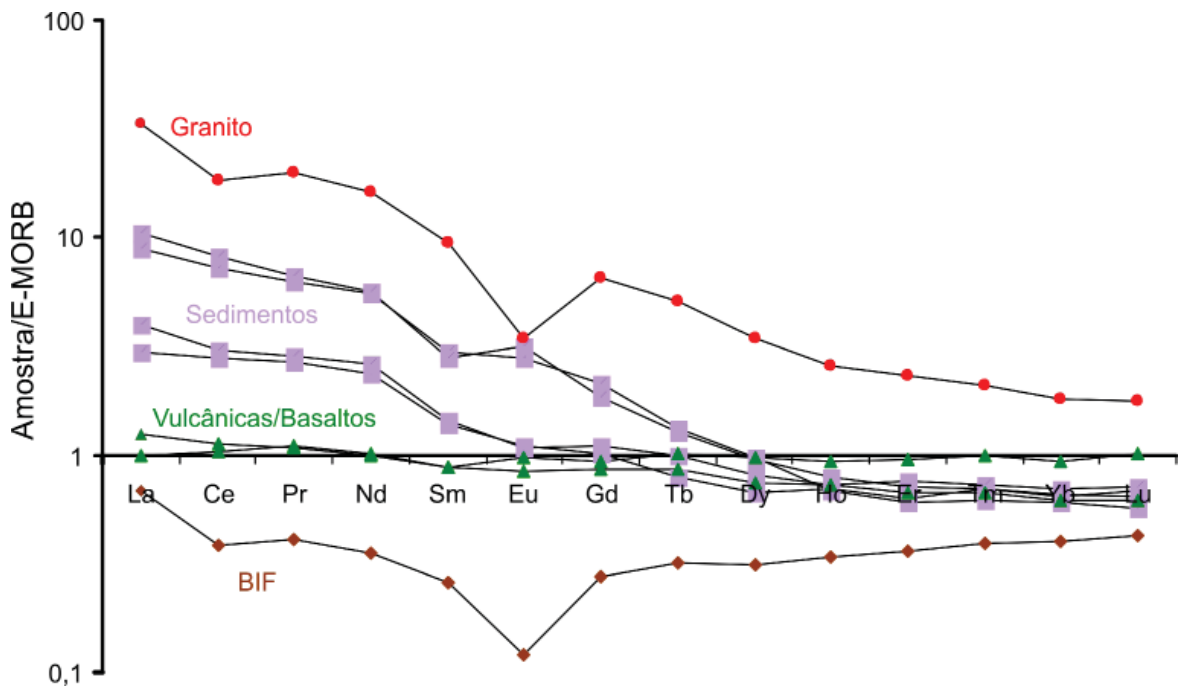


Figura 50 - Diagrama dos elementos terras raras das amostras do Complexo Metamórfico Cerro Batovi, normalizados pelo E-MORB de Sun e McDonough (1989).

MORB ou de ambientes de arco de ilha (Figura 51), no entanto deve ser ressaltado, que pela pequena quantidade de amostras analisadas, os resultados são apenas indicativos.

5.7. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Schmitt *et al.* (1994) apresentam uma isócrona Rb/Sr realizada em grafita mármores calcíticos e in-

terpretam a idade encontrada, 669 ± 13 Ma, como a idade da homogeneização isotópica imposta pelo evento metamórfico da fase D1 (Figura 52).

Laux *et al.* (2010b) apresentam resultados U-Pb em zircão em LA-ICP-MS, provenientes de rochas sedimentares e interpretam a idade encontrada, 1764 ± 33 Ma (Figura 53), como a época da deposição

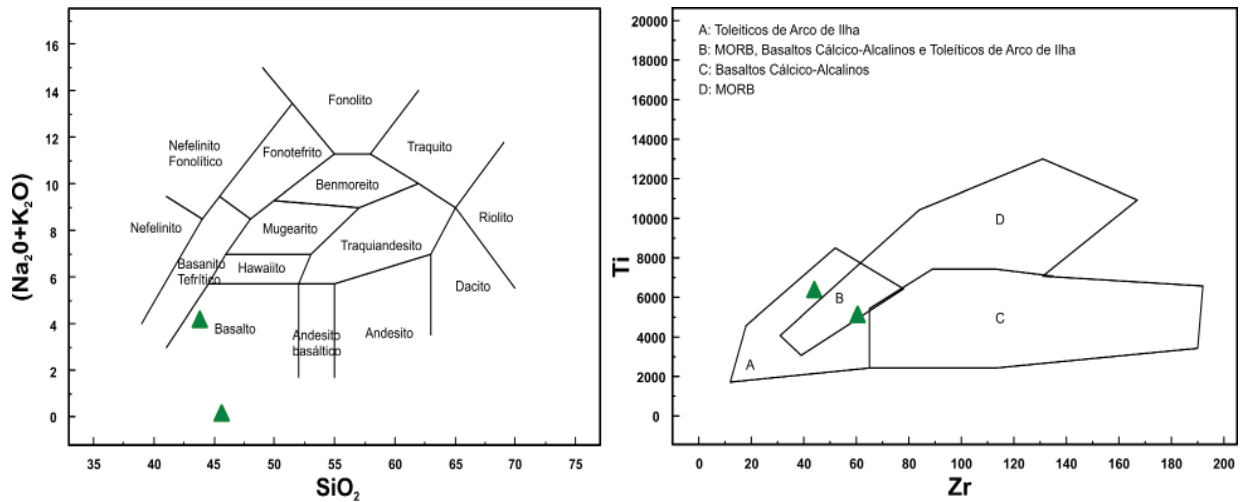


Figura 51 - Diagrama de classificação de rocha vulcânica (Cox et al., 1979), B) Diagrama discriminante de ambientes geotectônicos para rochas basálticas (Pearce e Cann, 1973).

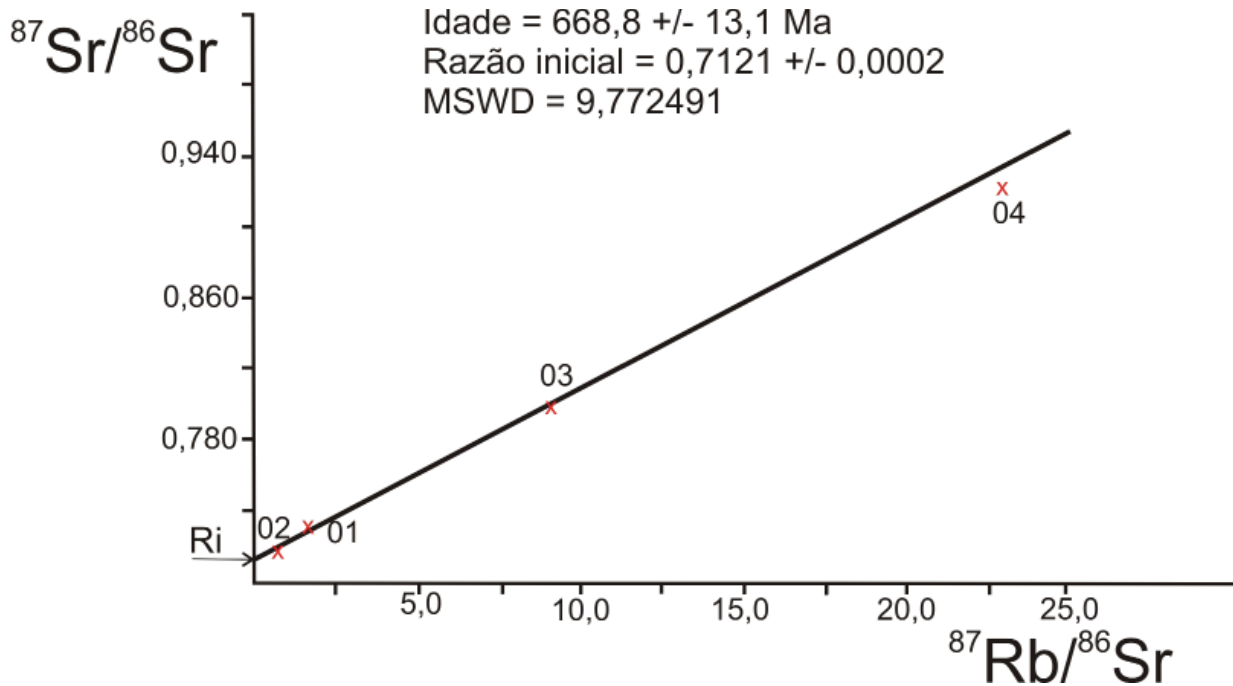


Figura 52 - Isócrona Rb/Sr das rochas metassedimentares do Complexo Metamórfico Cerro Batovi (Schimitt, 1995).

destes sedimentos. Esta interpretação foi baseada na quantidade de zircão encontrada, mais de 200 grãos em meio quilo de amostra, isto também pode ser comprovado pelas análises químicas que mostram teores de zircônio de até 799 ppm. Outra característica importante é que estes grãos pertencem a uma única população, com características de grãos de

zircão de rochas vulcânicas, como prismas curtos ou meia pirâmide (Figura 54), sem evidência de transporte a longas distâncias, evidenciando uma fonte direta ou uma fonte muito próxima e única, o que pode representar uma contemporaneidade com a deposição dos sedimentos.

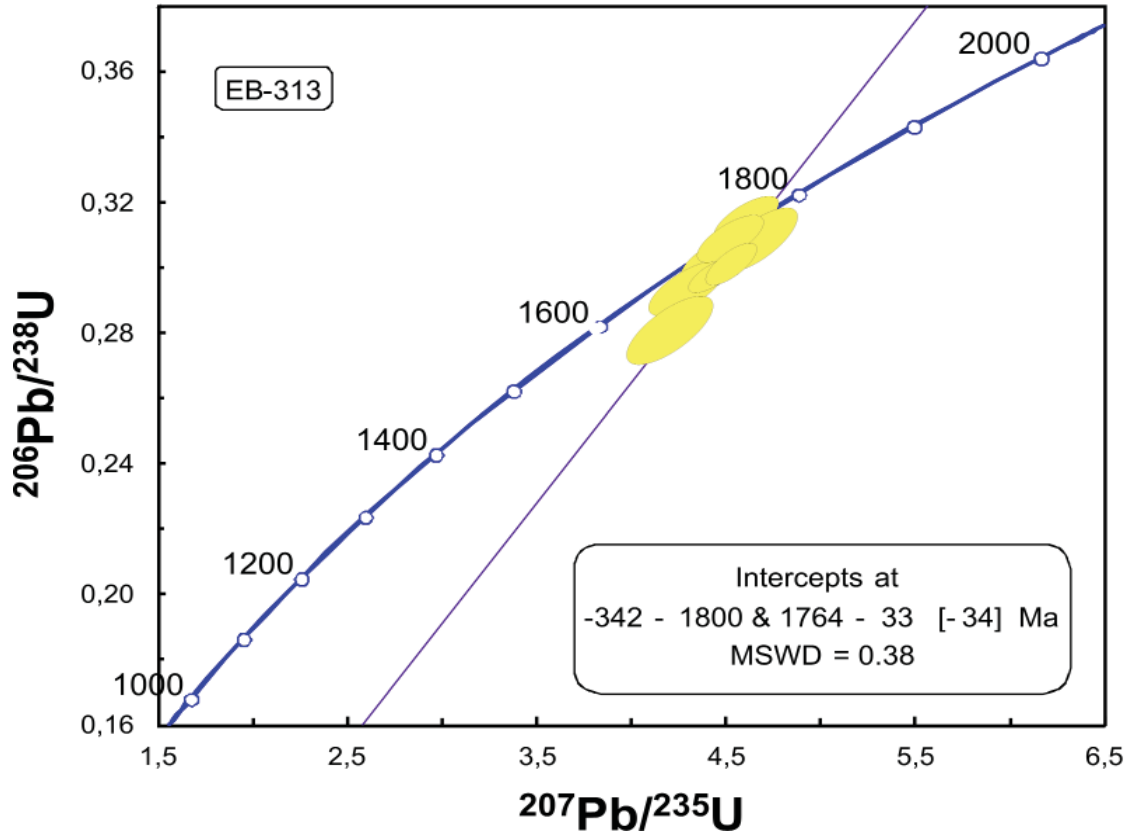


Figura 53 - Diagrama com a isócrona U-Pb dos grãos de zircão de rochas metassedimentares do Complexo Metamórfico Cerro Batovi (Laux et al., 2010b).

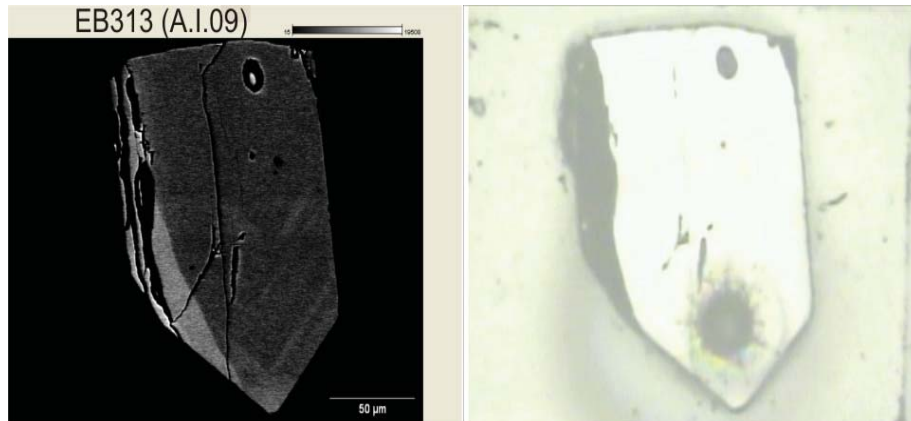


Figura 54 - Imagem da estrutura interna típica dos grãos de zircão analisados por MEV do Complexo Metamórfico Cerro Batovi (Laux et al. (2010b).

Tabela 6. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores do Complexo Metamórfico Cerro Batovi.

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Sum %
Metassedimentos e vulcanoclásticas													
EB-311	87,16	4,27	4,03	0,55	0,02	0,02	1,79	0,94	0,02	<0,01	0,02	1,10	99,90
EB-313-1	79,60	9,41	3,54	0,50	0,03	0,03	3,79	0,27	0,07	<0,01	<0,002	2,50	99,74
EB-313-2	78,20	10,81	2,27	0,57	0,08	0,07	4,54	0,65	0,07	<0,01	0,003	2,40	99,65
EB-317C	82,62	4,76	6,88	0,74	0,09	0,14	1,36	2,00	0,04	0,01	0,04	1,20	99,89
Vulcânicas													
EB-436A	47,84	12,66	9,78	5,02	19,28	0,13	0,06	0,85	0,08	0,15	0,03	4,00	99,85
EB-437A	47,90	13,32	14,56	7,72	5,22	2,39	2,15	1,04	0,06	0,26	0,02	5,00	99,71
Granitóide													
EB-437D	69,93	12,53	1,86	0,38	4,67	4,18	3,88	0,15	0,02	0,02	<0,002	2,20	99,82
Metassedimentos químicos													
EB-437E	49,28	1,86	43,13	1,37	1,04	0,06	0,16	0,34	0,06	0,06	0,003	2,50	99,83

Tabela 7. Resultados das análises de elementos traços do Complexo Metamórfico Cerro Batovi.

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Metassedimentos e vulcanoclásticas																				
EB-311	<20	4	72	<1	1,90	0,40	5,90	19,20	12,40	33,60	<1	7,90	0,70	6,80	0,80	61,00	2,00	799,30	16,10	
EB-313-1	<20	6	1622	<1	3,50	1,50	10,40	8,70	9,90	58,80	1,00	51,70	0,40	4,80	0,40	18,00	2,30	377,00	14,80	
EB-313-2	<20	5	2144	<1	1,20	1,10	12,90	14,50	20,20	62,40	<1	26,10	0,90	6,80	0,60	16,00	0,80	611,10	15,60	
EB-317C	<20	4	137	<1	6,00	0,10	6,00	15,50	22,60	29,30	<1	39,90	1,20	3,80	1,00	121,00	1,60	662,00	15,60	
Vulcânicas																				
EB-436A	65	31	40	<1	38,80	<0,1	20,70	2,00	3,90	1,50	<1	43,60	0,20	1,40	0,30	236,00	<0,5	60,50	14,80	
EB-437A	130	46	429	1	78,70	0,50	14,80	1,30	5,00	65,70	1,00	104,10	0,30	<0,2	0,20	271,00	0,80	44,20	23,40	
Granitóide																				
EB-437D	<20	2	675	<1	4,60	0,10	16,90	8,50	45,20	98,00	4,00	38,60	1,30	115,10	10,60	<8	3,50	211,70	72,90	
Metassedimentos químicos																				
EB-437E	29	3	960	<1	6,20	0,30	5,30	0,50	6,80	4,80	2,00	38,00	0,30	1,00	0,60	11,00	0,60	14,80	9,00	

Tabela 8. Resultados das análises dos elementos terras raras do Complexo Metamórfico Cerro Batovi.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ ETR	Eu/Eu*	(La/Lu) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Lu) _N
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
Metassedimentos e vulcanoclásticas																			
EB-311	18,90	41,80	5,46	21,10	3,57	1,01	3,01	0,42	2,40	0,55	1,47	0,25	1,52	0,24	101,70	0,93	4,43	2,18	1,49
EB-313-1	56,00	107,90	12,83	49,60	7,67	2,53	6,39	0,71	3,42	0,54	1,40	0,22	1,43	0,20	250,84	1,09	15,73	3,01	3,81
EB-313-2	66,70	122,10	13,78	50,40	7,30	2,88	5,43	0,68	3,35	0,63	1,64	0,25	1,56	0,23	276,93	1,37	16,30	3,77	2,81
EB-317C	25,00	45,20	5,87	23,40	3,78	0,99	3,29	0,53	2,88	0,57	1,77	0,26	1,66	0,25	115,45	0,85	5,62	2,73	1,57
Vulcânicas																			
EB-436A	7,80	16,80	2,19	9,00	2,28	0,77	2,57	0,46	2,63	0,57	1,56	0,24	1,45	0,22	48,54	0,97	1,99	1,41	1,39
EB-437A	6,20	15,50	2,26	9,20	2,29	0,89	2,77	0,54	3,47	0,73	2,19	0,35	2,23	0,36	48,98	1,08	0,97	1,12	0,92
Granitóide																			
EB-437D	210,10	273,90	41,04	145,70	24,62	3,12	19,39	2,67	12,10	2,04	5,34	0,74	4,29	0,63	745,68	0,43	18,74	3,52	3,67
Metassedimentos químicos																			
EB-437E	4,30	5,70	0,84	3,20	0,67	0,11	0,81	0,17	1,11	0,27	0,84	0,14	0,94	0,15	19,25	0,46	1,61	2,65	0,64

Tabela 9. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico do Complexo Metamórfico Cerro Batovi.

	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Ag ppm	Au ppb	Hg ppm	Tl ppm	Se ppm
Metassedimentos e vulcanoclásticas														
EB-311	<0,1	1,00	1,00	1,00	1,60	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,10	<0,01	<0,1	<0,5
EB-313-1	0,30	19,30	7,80	39,00	10,00	11,40	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	1,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-313-2	0,30	8,20	4,00	5,00	3,50	6,50	<0,1	0,50	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-317C	0,10	3,20	2,90	6,00	4,00	<0,5	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	0,70	<0,01	<0,1	<0,5
Vulcânicas														
EB-436A	1,20	121,00	1,80	32,00	34,30	0,70	0,80	<0,1	<0,1	<0,1	28,90	<0,01	<0,1	0,80
EB-437A	0,30	451,50	11,00	53,00	97,60	6,00	<0,1	0,20	<0,1	0,80	22,00	<0,01	0,10	1,40
Granitóide														
EB-437D	1,70	7,50	10,30	7,00	3,50	<0,5	0,20	0,30	<0,1	<0,1	3,00	<0,01	0,10	0,50
Metassedimentos químicos														
EB-437E	2,10	23,40	11,00	92,00	12,50	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	0,20	1,40	<0,01	<0,1	<0,5

6- ROCHAS ENGLOBALDAS NO COMPLEXO CAMBAÍ

Neste capítulo serão tratadas as rochas englobadas na denominação antiga de “Gnaisses/Formação Cambai” (Goñi 1962, Goñi *et al.* 1962), presentes no Bloco São Gabriel, localizadas a nordeste do Lineamento de Ibaré, que compreende o embasamento e/ou são intrusivos nos complexos ofiolíticos do Arco de São Gabriel. Na área da Folha Lagoa da Meia Lua ocorrem em duas áreas (Figura 55), uma a norte (na região de Vila da Palma, entre as cidades de Vila Nova do Sul e São Gabriel) denominado informalmente de **Granitoides Relacionados ao Regime de Arco (760 – 640 Ma)** e outra a sul do Granito Jaguari (nas localidades de Cerro da Mantiqueira, Passo da Cardosa e Tabuleiro), denominada informalmente de **Granitoides Relacionados ao Regime de Arco (890 – 700 Ma)**. As duas foram separadas por estarem em descontinuidade física e por apresentarem um padrão tectono-estrutural distinto, enquanto na primeira a estruturação é marcadamente leste-oeste, na segunda há um predomínio de estruturas NE (ao redor de 10 graus).

O termo Cambaí foi usado por Goñi (1962) e proposto, como Formação, por Goñi *et al.* (1962) e tem sido utilizado com uma variada hierarquização estratigráfica e diversificado significado geotectônico, para designar as rochas granitoides do oeste do Escudo Sul-Rio-Grandense. Chemale *et al.* (1995b) reuniram no Grupo Cambaí as formações Cambaizinho, constituída por gnaisses diorítico-tonalítico granodioríticos e por metagranitos, de afinidade cálcico-alcalina, e Cerro da Mantiqueira, representada por corpos isolados de seqüências máfico-ultramáficas. Fernandes *et al.* (1995) incluem as rochas abrangidas na denominação de Cambaí, na Associação do Arco Magmático II do Cinturão Dom Feliciano. Boas revisões sobre o histórico do termo podem ser encontrados em Horbach *et al.* (1986) e Porcher e Lopes (2000).

As rochas desta unidade compreendem granitoides originados entre 900-670 Ma, derivadas de rochas ígneas em sua grande maioria, geralmente, mas não necessariamente, deformadas e metamorfiçadas, raramente gnaissificadas. Apresentam, na sua maior parte, características isotópicas juvenis, e estão representadas por monzogranitos, granodioritos, dioritos, tonalitos e trondhjemitos podendo chegar até a gabros e sienogranitos, sendo limitadas pelos sistemas de falhas Ibaré e Irapuã (Figuras 55 e 56).

Composicionalmente são rochas cálcico-alcalinas de baixo K, gerados em ambiente de arco de ilhas e/ou na porção frontal do arco (Silva Filho e Soliani Júnior, 1987; Santos *et al.*, 1990, Chemale *et al.*, 1995a, Kraemer, 1995, Leite *et al.*, 1998).

Neste trabalho serão usados os termos locais, para as áreas passíveis de cartografia e onde não houver conflito. Locais onde a estratigrafia não está bem definida, devido a falta de cartografia/geocronologia, procurou-se não criar novos termos com cunho estratigráfico, como na região da Vila da Palma.

Neste trabalho serão usados os termos locais, para as áreas passíveis de cartografia e onde não houver conflito. Locais onde a estratigrafia não está bem definida, devido a falta de cartografia/geocronologia, procurou-se não criar novos termos com cunho estratigráfico, como na região da Vila da Palma.

6.1. Granitoides relacionados ao regime de Arco (890 - 700Ma)

São as rochas compreendidas na denominação de Cambai, localizadas a sul do Granito Lavras e limitadas pelos lineamentos Ibaré e Irapuã figura 55.

Trabalhos sobre a individualização das unidades presentes nesta área foram feitos por UFRGS (1991), Fernandes *et al.* (1995)(e suas referências) e Kraemer, 1995. Estes autores separam os Gnaisses Cambaí em

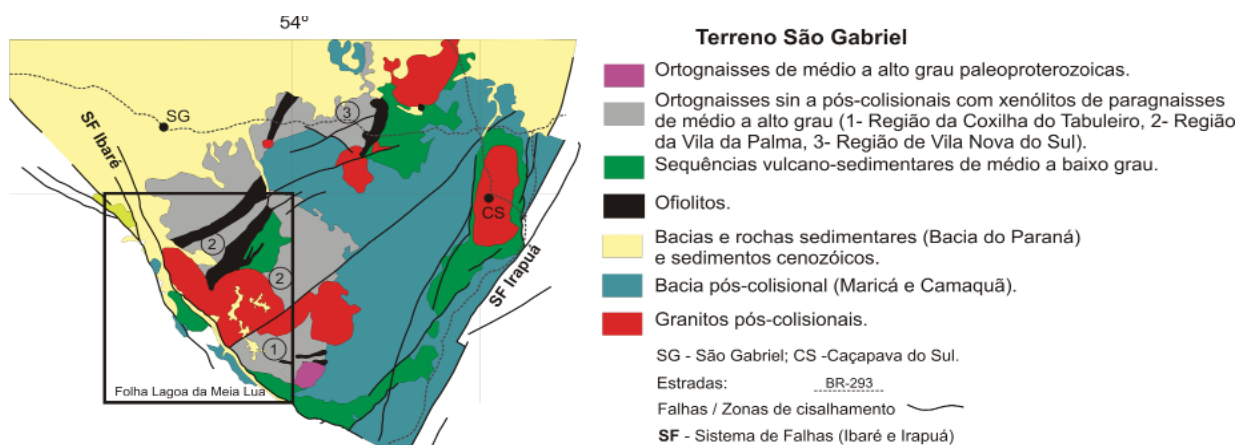


Figura 55 - Localização e distribuição das rochas granitoides relacionadas ao Arco de São Gabriel, na Folha Lagoa da Meia Lua.

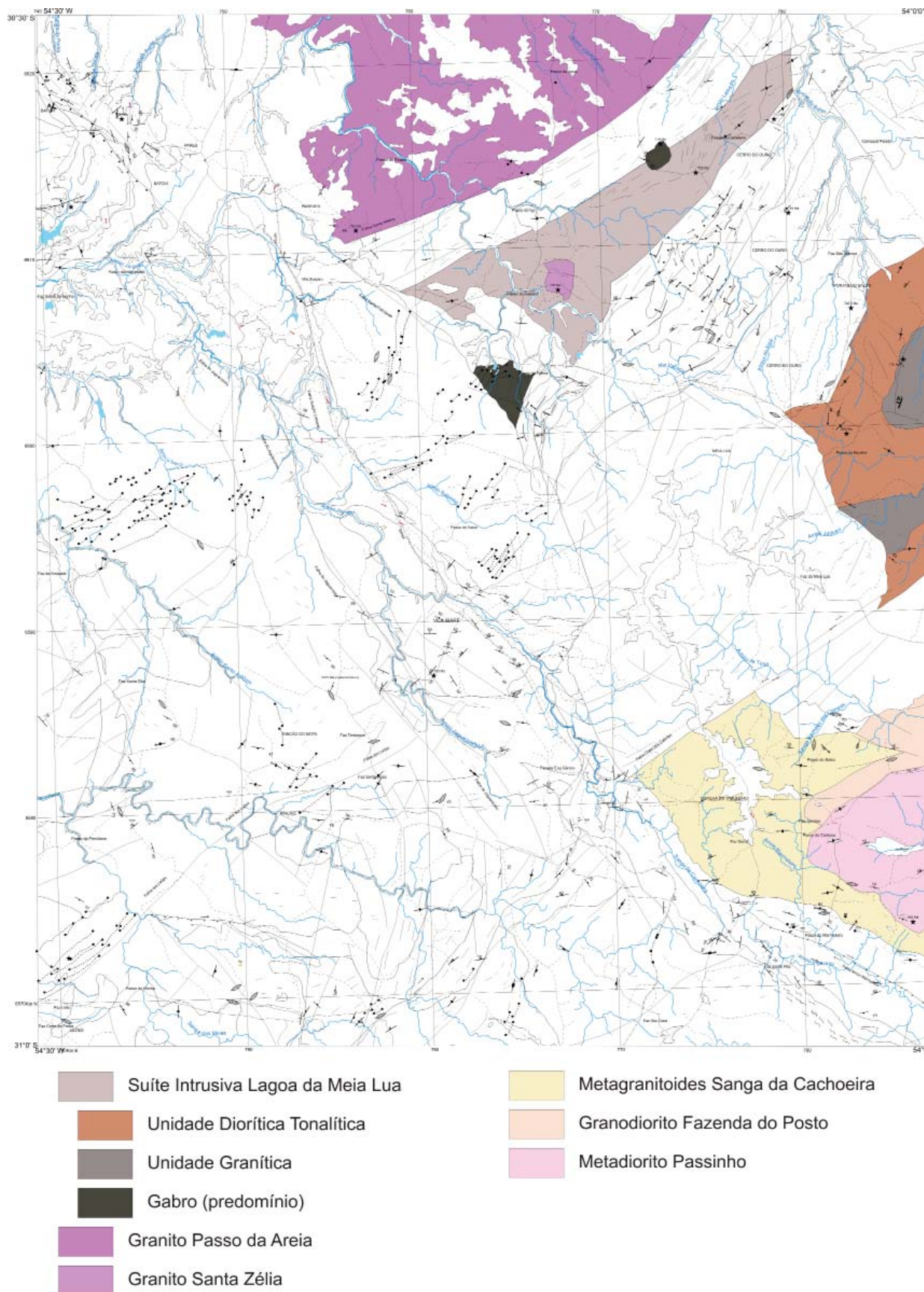


Figura 56 - Localização e distribuição das rochas granitoides relacionadas ao Arco de São Gabriel na Folha Lagoa da Meia Lua.

três domínios de rochas, chamadas de Tonalito, Trondhjemitos e Diorito e engomadas na Suíte Ortome-tamórfica Imbicuí (Kraemer, 1995), ou na Associação de Arco Magmático II (Fernandes *et al.*, 1995).

Neste trabalho as rochas desta região estão inseridos no Metadiorito Passinho (NP2 γ p) - domínio de dioritos e tonalitos, Granodiorito Fazenda do Posto (NP2g γ fp) - domínio de trondhjemitos e granodioritos e os Metagranitoides Sanga da Cachoeira (NP2 γ sc) - onde há mistura de granitoides com dioritos e vulcânicas básicas. Nesta região também ocorre ainda um grupo de rochas deformadas de idades mais antigas com idades de ca. 2,1 Ga, denominadas de Gnaisses Tonalíticos (Fernandes *et al.*, 1995) ou Complexo Imbicuí (Philipp *et al.*, 2009), que não foi cartografado na área da Folha.

6.1.1. Metadiorito Passinho - NP2 γ p

O nome foi escolhido a partir do Arroio Passinho localizado a sul do Cerro Mantiqueiras, e usado por Leite (1997), para denominar um evento de geração de crosta de ca. 890 Ma, com a formação de rochas dioríticas e tonalíticas, litologias que são encontradas desta unidade na Folha Lagoa da Meia Lua.

A separação em relação as outras unidades se dá pelo predomínio destas litologias em relação as outras e com passagem gradacional (aumento da quantidade de um tipo de rocha em relação ao outro). Os afloramentos são esparsos e descontínuos, com as melhores exposições ao longo das drenagens. Intercalações de rochas ultramáficas e anfíbolíticas do Complexo Máfico-Ultramáfico Cerro Matiqueiras são comuns. Os afloramentos em forma de lajeado são os dominantes, mas blocos e matações também aparecem. Rochas com bandamento gnáissico (Figura 57A), dado pela alternância de bandas félsicas e

máficas, que representam zonas de alta deformação, formam o primeiro tipo de afloramento; enquanto que zonas pouco deformadas, que podem guardar uma foliação magmática remanescente, principalmente nos termos de composição diorítica, representam o segundo tipo (Figura 57B).

6.1.2. Granodiorito Fazenda do Posto - NP2 γ fp

Esta denominação foi dada há um granitoide leucocrático cartografado em trabalhos de graduação do Instituto de Geociências (UFRGS, 1991) a sudoeste de Lavras do Sul, entre os granitos Jaguari e Lavras. Neste trabalho esta denominação foi estendida para a região com predomínio de granitoides, antes inseridos na Formação Cambai. Ocorrem na forma de lajeados ao longo das drenagens (Figura 58), ou localmente como blocos na sua seção tipo (Figura 58A). Os afloramentos são dispersos e descontínuos. São principalmente trondhjemitos e granodioritos, rosados, com deformação localizada, de granulação média a grossa, eventualmente porfíricas, formados essencialmente de plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo; biotita, zircão e opacos apresentam-se em quantidades acessórias, enquanto epidoto, clorita, sericita e óxido de ferro constituem a mineralogia secundária.

6.1.3. Metagranitoides Sanga da Cachoeira - NP2 γ sc

Esta denominação foi dada para uma sequência de rochas graníticas e dioríticas a vulcânicas, que ocorrem próximas ao Lineamento Ibaré e ao Granito Jaguari. Os afloramentos estão principalmente na forma de lajeado ao longo de drenagens. Rochas anfíbolíticas são comuns e a presença de coberturas



Figura 57 - Afloramentos de rochas dioríticas da Unidade Metadiorito Passinho. A) Bandamento E-W em metadioritos (afloramento EB34), B) Afloramento de dioritos em forma de blocos (afloramento EB100).

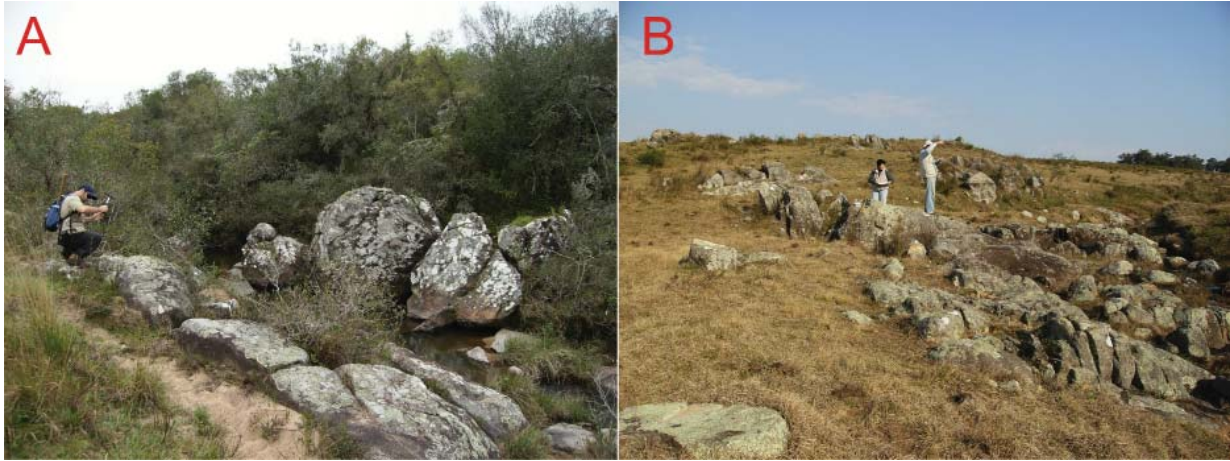


Figura 58 - Afloramentos de rochas granodioríticas a trondhjemiticas da unidade Granodiorito Fazenda do Posto. A) Afloramento de granodiorito em forma de blocos (afloramento EB128), B) Afloramento de granito em forma de lajeado (afloramento EB023).

posteriores, principalmente a Formação Santa Tecla, obliteram grande parte da área. A interação entre rochas ácidas e básicas é comum, sendo a principal exposição na Sanga da Cachoeira, de onde foi retirada o nome da unidade. Estruturas dobradas são comuns e lembram gnaisses (Figura 59).

6.1.4. Estruturas

A principal estrutura da área é o Lineamento Ibaré, que marca o limite oeste da unidade. Um resumo das principais estruturas pode ser encontrada em Fernandes *et al.*, 1995 (Figura 60). A estruturação principal é E-W com mergulho sub-horizontal.



Figura 59 - Afloramentos de rochas ácidas e básicas, que compõem a unidade de Metagranitoides Sanga da Cachoeira, cuja característica principal é a interação, mistura, destas duas composições de rochas. A e B) Afloramento de mistura de granitos e vulcânicas (afloramento EB147); C e D) Afloramento de vulcânicas, com "injeções" graníticas e mistura (afloramento EB137).

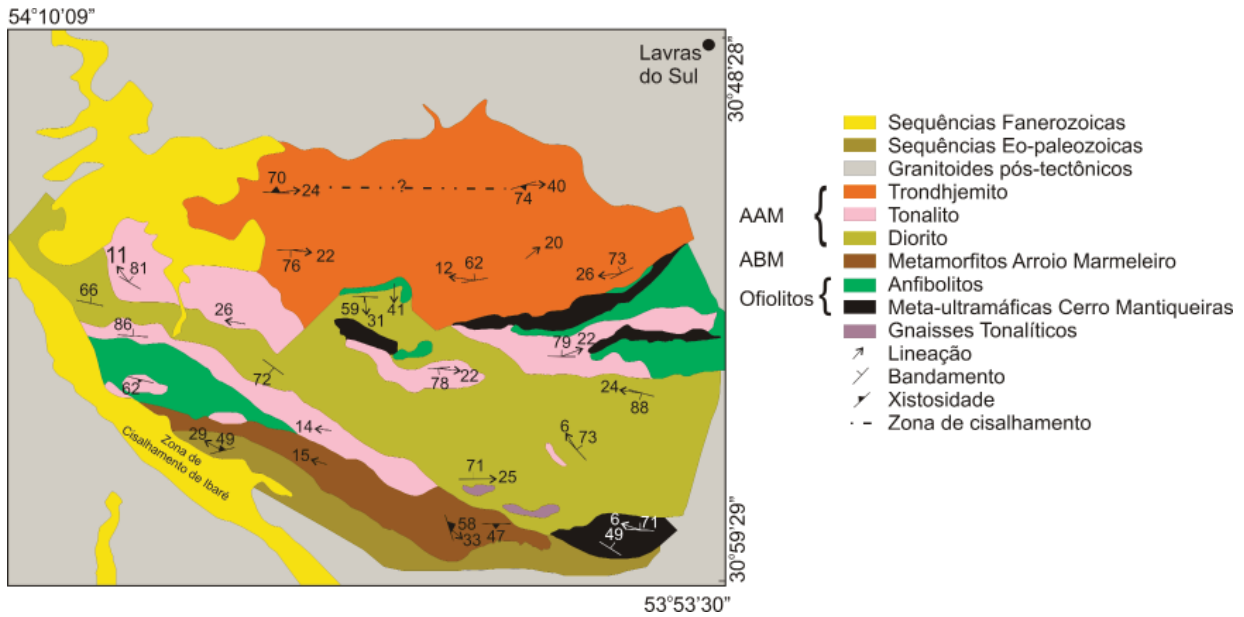


Figura 60 - Mapa simplificado com as unidades e esboço estrutural das rochas granitoides do sul de Lavras do Sul (Fernades et al., 1995).

Fernades et al. (1995) identifica duas geração de estruturas uma em alta temperatura (fácies anfibolito) e outro de mais baixa (fácies xisto verde) com dobras abertas e falhas. Os diversos granitoides orogênicos mostram estruturas semelhantes, com uma foliação magmática remanescente, marcada pela orientação de cristais de plagioclásio e anfibólio com baixo caimento e direção E-W. Nas zonas de alta deformação, esta trama é transformada em um bandamento composicional de espessura centimétrica a decimétrica, com dobras intrafoliais com charneiras paralelas às lineações minerais, nos trondhjemitos há a formação de trama L>S marcada por *mullions* e enclaves máficos deformados (Figura 61), o que sugere a predominância local de deformação constritiva (Fernades et al., 1995).

6.1.5. Petrografia

Os metadioritos e metaquartzo-dioritos possuem coloração verde escura, granulação fina a média, com tamanho dos grãos inferior a 3,0 mm, mostrando uma conspícua orientação mineral dada por um arranjo protomilonítico a milonítico dos minerais. Os minerais essenciais são o plagioclásio (30-60%), anfibólio (10-20%), biotita parcial a totalmente cloritizada (10-30%) e quartzo (5-15%); é possível que ocorra feldspato alcalino em quantidades próximas a unidade (1%). Os minerais acessórios são: titanita (tr-5%), opacos (tr-2%), apatita (tr) e zircão (tr). Como minerais de alteração ocorrem a clorita, carbonato.

É observada um textura magmática reliquiar equigranular hipidiomórfica média a fina sobreposta por feições de deformação, dada pela orientação dos minerais. São observadas a recuperação e recristalização com a formação de subgrãos e novos grãos principalmente no quartzo e subordinadamente nos feldspatos e micas. O anfibólio responde mais rigidamente a deformação e fraturamentos são comuns.

Os protomilonitos representam a zona de transição entre os dioritos e quartzo-dioritos para rochas de aspecto gnáissico, marcada pela diminuição na granulação, onde a rocha adquire uma foliação e um bandamento incipiente. No domínio dos milonitos a rocha mostram uma fábrica planar mais homogênea e pervasiva.

O plagioclásio é a andesina, ocorre incolor a levemente turvo devido a sericitização. Amostra (EB100) textura magmática reliquiar, com grãos prismáticos e zonação direta, com alteração seletiva dos núcleos dos grãos. Quando granoblástico os grãos encontram-se estirados, com maclas curvas e em chama (Figura 62).

O anfibólio, possivelmente a hornblenda, apresenta forte pleocroísmo em tons de verde claro e verde azulado, estão orientados e mostram inúmeras inclusões de opacos e titanita. Por vezes podem ocorrer fusiformes.

A biotita, quando íntegra, apresenta pleocroísmo forte, de castanho a castanho pálido, quando clori-

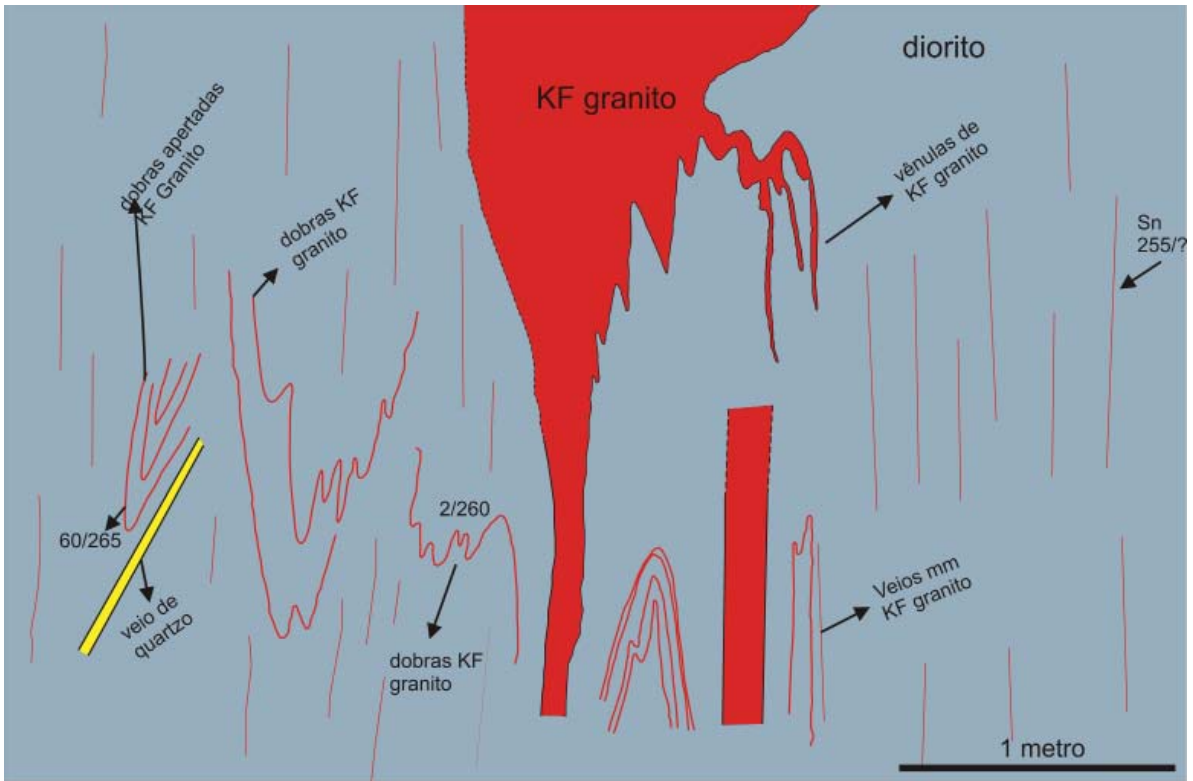


Figura 61 - Representação esquemática de parte do afloramento EB137, mostrando a complexidade da unidade Metagranitoides Sanga da Cachoeira.

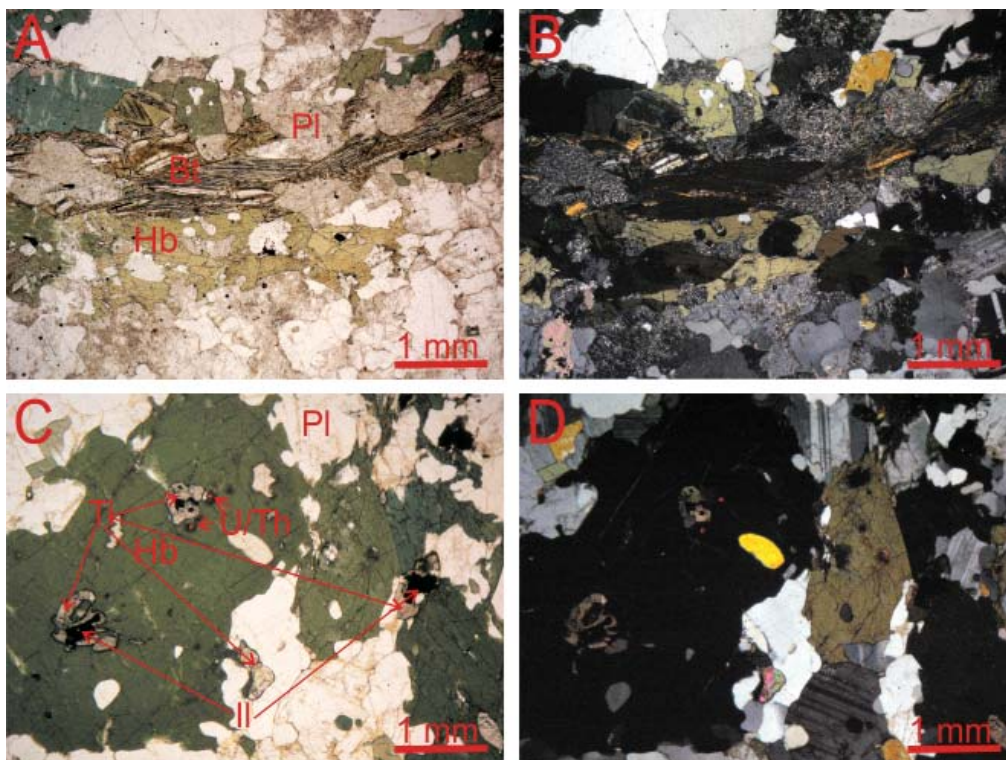


Figura 62 - Fotomicrografias da amostra EB-100 mostrando o alinhamento dos minerais quartzo, plagioclásio sericitizado, hornblenda e biotita cloritizada, onde pode ser observada a dilatação dos planos de clivagem (A e B). Fotomicrografias C e D (amostra EB-29A) onde pode ser observadas as bordas de reação de titanita na ilmenita com provável presença de minerais de U e Th. Fotomicrografias figuras A e C em Ln e B e D em LP.

tizada adquire cor verde a incolor, está fortemente orientada e juntamente com o anfibólio definem a foliação da rocha. Nas porções mais deformadas da rocha são comuns limites serrilhados no grãos sugerindo planos de deslizamento nas clivagens, extinção ondulante, arqueamento das clivagens e zonas de dilatação, que tem aspecto lenticular e são resultado da perda de coesão e dilatação ao longo dos planos de clivagem (Vernon, 1977).

O quartzo apresenta invariavelmente feições de deformação ocorrendo com extinção ondulante, estirados, localmente em *ribbons*. Têm contatos difusos e bordas serrilhadas, indicativas de recristalização dinâmica

Chama a atenção a abundância de titanita que pode somar até 5% do conteúdo modal da rocha. A titanita com frequência ocorre mantendo grãos opacos identificados como ilmenita, em geral inclusos na hornblenda. St-Onge e Jewliw (1996) descrevem texturas semelhantes como diagnósticas de retrometamorfismo do fácies anfibolito de rochas do Orógeno de Ungava, cinturão colisional arco-continente Paleoproterozoico do Canadá.

Assim como os metadioritos e os metaquartzodioritos, os metatronhjemitos também mostram os efeitos do metamorfismo dinâmico e podem ser

classificados como protomilonitos e com menor frequência de milonitos.

São rochas de coloração clara, granulação fina a média, com tamanho dos grãos inferior a 2,5 mm, mostrando orientação mineral dada pelo estiramento do quartzo e subordinadamente do plagioclásio.

A mineralogia essencial constitui-se de plagioclásio (50-60%) e quartzo (30-50%), os feldspatos alcalinos devem estar presentes em proporções próximas a unidade. Como acessórios ocorrem opacos (tr-2%), apatita (tr) e zircão (tr). Como minerais secundários, resultantes da alteração dos feldspatos, ocorre abundante muscovita e raro epidoto.

É observada um textura magmática reliquiar equigranular hipidiomórfica média a fina, parcialmente obliterada por feições de deformação, principalmente a orientação dos minerais e incipiente recristalização com a formação de subgrãos e novos grãos preferencialmente no quartzo. No plagioclásio estas transformações são mais restritas, destacando-se o encurvamento de maclas e escalonamento de grãos (Figura 63).

O plagioclásio tem grão médio a fino, entre 3,0 a 0,5 mm, com composição próxima a da andesina, determinada pelo método das maclas. O mineral é incolor e está turvo devido a argilização e sericitização,

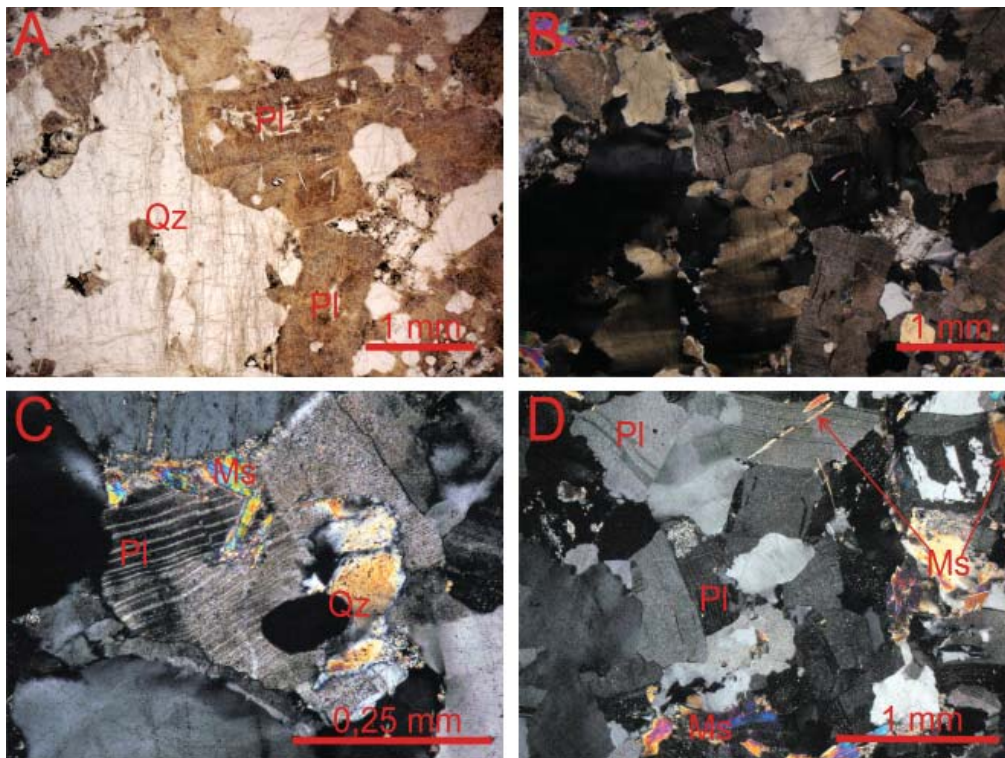


Figura 63 - Fotomicrografias da amostra EB027A, onde podem ser observadas as feições de deformação que obliteram parcialmente a textura ígnea reliquiar, como a forte extinção ondulante no quartzo (Qz) (A e B) e o encurvamento dos planos de macla no plagioclásio (Pl) (detalhe na figura C e na figura D). O plagioclásio pode estar turvo devido a argilização (A) e também pode ser observada a substituição parcial do plagioclásio por mica branca que também preenchem fraturas (C e D). Fotomicrografias A em LN e B, C e D em LP.

com menor frequência ocorre substituição parcial do mineral por lamelas de muscovita. A muscovita também preenche fraturamentos intramineral. Está presente a macla da albita, frequentemente encurvada, por vezes combinada com a macla da periclina, principalmente nos bordos dos grãos, locais de maior deformação.

O quartzo tem grão médio a fino, com tamanho entre 2,0 a 0,2 mm, alongados, com bordos serrilhados e contatos suturados. Apresentam invariavelmente feições de deformação, mesmo nas porções mais isotrópicas da rocha, como extinção ondulante, bandas de deformação e formação de subgrãos.

Observam-se na rocha venulações preenchidas por mica branca muito fina.

6.1.6. Geoquímica

Foram analisadas 17 amostras no contexto Granitoides relacionados ao regime de Arco 890 – 700 Ma (Tabelas 10,11,12,13), sendo 05 da unidade Metadiorito Passinho, uma repetida; 04 da unidade Granodiorito Fazenda do Posto e 09 da unidade Metagranitoides Sanga da Cachoeira. Não há, na escala de mapeamento, como separar amostras que não fazem parte de cada unidade, a separação é por domínio, portanto diorito de uma unidade será, necessariamente, semelhante a diorito de outras, bem como é difícil separar algumas rochas metavulcânicas e rochas anfibolíticas, das

rochas relacionadas ao Complexo Máfico-Ultramáfico Cerro Manriqueiras. As separações são muitas vezes feitas sem o uso de um critério claro e definitivo, por isso os dados geoquímicos são, muitas vezes, tratados de forma conjunta. Também não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada, há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro destas restrições e da pouca exposição dos afloramentos. Cabe destacar ainda os trabalhos de geoquímica feitos por UFRGS (1991) e Kraemer (1995).

Geoquimicamente as rochas variam de sienogranitos a alcali-gabro e, nas unidades, sempre apresentam um comportamento bimodal (Figura 64).

Nos diagramas de correlação tipo Harker (Figura 65), no caso usando SiO_2 como elemento de diferenciação, a correlação dos elementos maiores é muito boa, e negativa, com o MgO , ferro total (calculado como Fe_2O_3), CaO e TiO_2 . Nos elementos traços também é boa e negativa para vários elementos, é mostrado para exemplificar o V e Co (Figura 55 e 56), no entanto, a grande maioria dos elementos traços apresentam um comportamento positivo até uma composição intermediária e cai, comportamento negativo, nas rochas mais ácidas, como no caso do Nb, Zr, Hf e U (Figura 65).

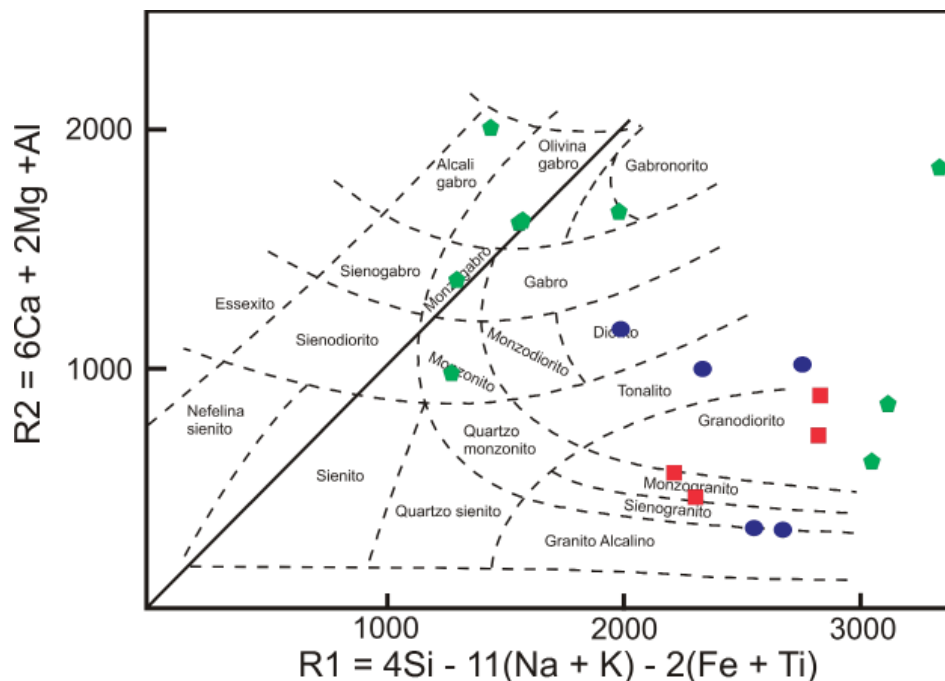


Figura 64 - Diagrama classificação de rochas plutônicas usando os parâmetros de variação multicatiônica R1 e R2 (De La Roche et al., 1980). Simbologia: circunferências – Metadiorito Passinho, quadrados – Granodiorito Fazenda do Posto, hexágonos – Metagranitoides Sanga da Cachoeira.

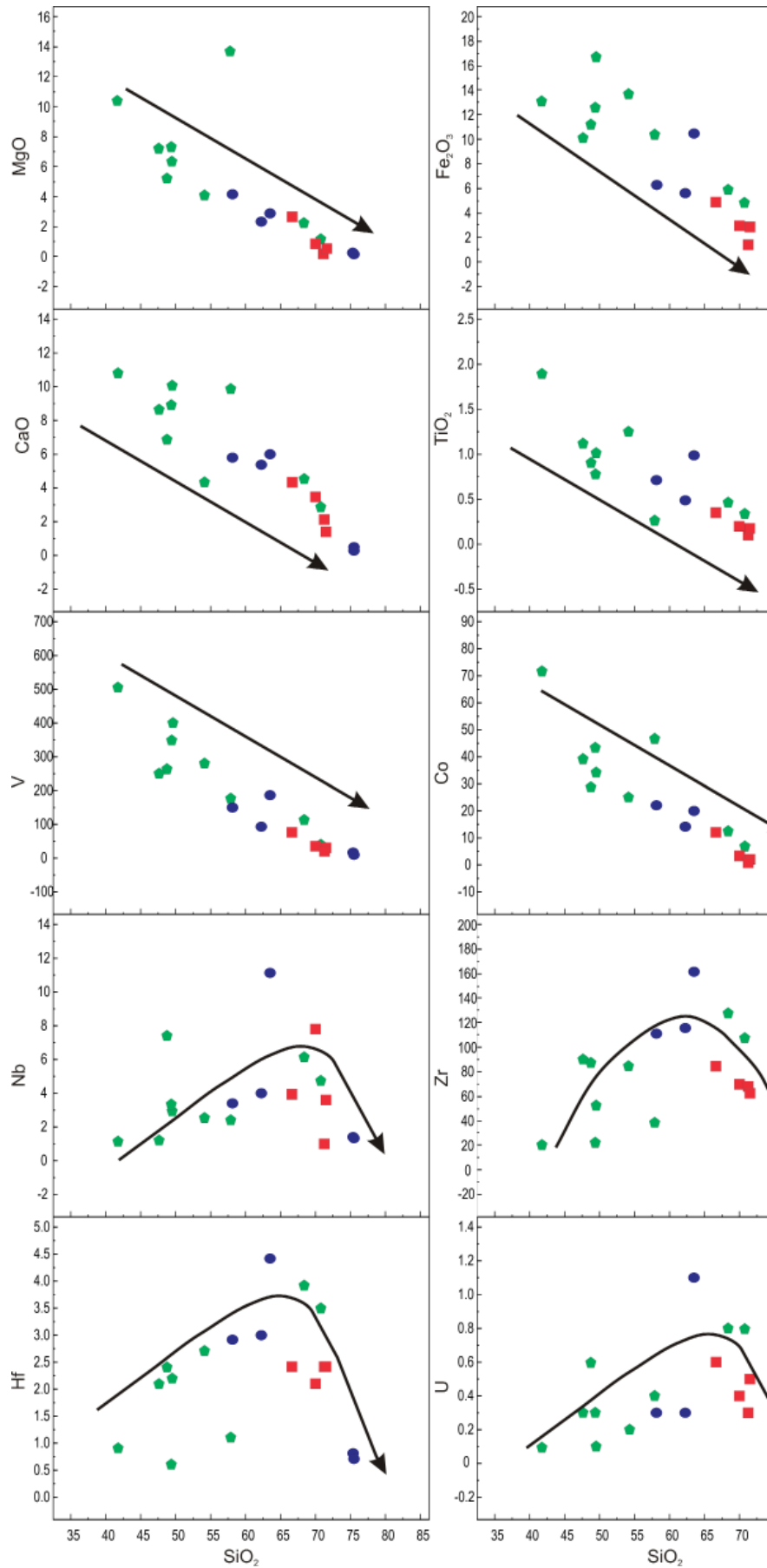


Figura 65 - Diagramas de correlação do tipo Harker, simbologia é a mesma da figura 64.

6.1.6.1. Metadiorito Passinho

Há um predomínio de análises química de rochas intermediárias nesta unidade, com SiO_2 ao redor de 60%, com exceção de um trondhjemito, cuja sílica chega a 75%. O teor de ferro total (calculado como Fe_2O_3) é na maioria das vezes, abaixo de 10%, com exceção de um diorito; o K_2O é variável, com valores entre 0,7 e 2,5. Vários elementos apresentam comportamento bimodal com valores baixos na rocha ácida e maiores na intermediária, CaO (0,4 e 5%), MgO (0,1 e 2,5%), TiO_2 (0,03 e 0,7%), MnO (0,05 e 0,1%). Em relação aos elementos traços também há um comportamento bimodal, com valores baixos para as rochas de mais alta sílica, como Co (0,7 e 20ppm), Ta (0,1 e 0,2ppm), U (<0,1 e 0,3ppm), V (15 e >100ppm), Zr (3 e 15ppm), ΣETR (17 e >100ppm).

6.1.6.2. Granodiorito Fazenda do Posto

Há um predomínio de análises química de rochas ácidas nesta unidade, com SiO_2 maior que 65%. O teor dos outros elementos maiores é variável e não estabelece um comportamento claro, talvez pelo pouco número de amostras (4), mas em geral apresenta valor Al_2O_3 ao redor de 15%, ferro total (calculado como Fe_2O_3) abaixo de 5%, o K_2O é variável, com valores entre 0,5 e 3, TiO_2 próximo a 1%, Na_2O próximo a 4% e MnO abaixo de 0,1%. Os elementos traços também apresentam um comportamento errático com valores variando entre 0,1 e 11ppm para o Co , <0,1 e 0,5ppm para o Ta , 0,3 e 0,6ppm para o U , 20 e 76 para o V , 62 e 84ppm para o Zr , 8,07 e 75,8ppm ΣETR e entre 0,8 e 44,4ppm para o Ni .

6.1.6.3. Metagranitoides Sanga da Cachoeira

Nesta unidade há um predomínio de análises química de rochas básicas, com SiO_2 próximo a 50%, mas há amostras com SiO_2 ao redor de 70%. O teor dos outros elementos maiores é variável por ser uma zona com muita mistura, mas o comportamento bimodal é claro. Em geral apresenta valor Al_2O_3 ao redor de 15%, ferro total (calculado como Fe_2O_3) acima de 10%, com exceção das amostras com alta sílica, o K_2O é variável, com valores entre 0,15 e 1,7%, TiO_2 entre 0,26 e 1,88%, Na_2O entre 0,5 e 5,26% e MnO ao redor de 0,1%. Os elementos traços também apresentam um comportamento variável com valores distribuindo-se entre 6,9 e 71ppm para o Co , <0,1 e 0,4ppm para o Ta , entre <0,1 e 0,8ppm para o U , entre 40 e 503 para o V , entre 22 e 1264ppm para o Zr , entre 29,31 e 85,75ppm para o ΣETR e entre 2,4 e 70,5ppm para o Ni .

As rochas das três unidade mostram um padrão achatado, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo E-MORB de Sun e McDonough (1989), que mostrou-se como a melhor fonte para a geração

destas rochas. Nos diagramas multielementares (Figura 66A, C e E), apresentam anomalia negativa de Nb, Ta e Ti e positiva de K, Pb, Sr e P, além de alto conteúdo de elementos de alta carga como Cs, Rb e Ba. Estes comportamentos são compatíveis com rochas formas em ambiente de subducção de crosta oceânica, com contaminação por sedimentos e/ou água do mar. Nos diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 66B, D e F) o achatamento é bem marcado, principalmente nos Metagranitoides Sanga da Cachoeira (Figura 66F), rochas menos diferenciadas, com a razão $(\text{La/Lu})_N$ variando entre 0,8 e 2, e com duas amostras mais diferenciadas, onde apresentam anomalia negativa de Eu, pouco significativa, com valores de Eu/Eu^* ao redor de 0,7. A grande maioria das amostras apresentam Eu/Eu^* ao redor de 1. Apenas no grupo de amostras da unidade Granodiorito Fazenda do Posto, que são as mais diferenciadas, apresentam um grau de fracionamento maior com $(\text{La/Lu})_N$ podendo chegar a até 15 (Figura 66D).

No diagrama de afinidade geoquímica, usando os parâmetro $\text{K}_2\text{O} \times \text{SiO}_2$ (Peccherillo e Taylor, 1976) (Figura 67B) as rochas desta unidade distribuem-se nos campos de rochas cálcico-alcálica e, secundariamente, toleítica, mostrando a existência de dois grupos distintos de rochas, isto também é confirmado no diagrama triangular AFM de Kuno (1968)(Figura 67C) e no diagrama de Pearce (1982) (Figura 67E).

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos, as rochas da se distribuem melhor nos campos dos basaltos de tipo MORB, de Arco de Ilha e Intra-placa no diagrama de Meschede (1986) (Figura 67D), e em ambiente de manto fracionado, com magmatismo pré ou sin-colisional no diagrama de Batchelor e Bowden (1985)(Figura 67A) e em arcos vulcânicos no diagrama de Pearce *et al.* (1984) (Figura 67F).

6.1.7. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Poucas são as idades e dados isotópicos disponíveis para a região referida como Cambaí localizada ao sul do Granito Lavras.

Kraemer (1995) apresenta uma isócrona Rb/Sr de amostras de metatonalitos localizados a sul do Cerro Mantiqueiras e encontra uma idade de $701 \pm 61 \text{Ma}$. Leite *et al.* (1997) apresentam idades de dioríticos circundantes do Cerro da Mantiqueira, cujo resultado, $879 \pm 14 \text{Ma}$, foi interpretado como de cristalização da rocha. Estes autores também encontraram dois eventos de perda de Pb significativos, de *ca.* 730 e 648Ma, que podem estar relacionados a eventos orogenéticos posteriores. Neste mesmo trabalho há a datação de um metatonalito, localizado a norte do Cerro Mantiqueiras, com idade de crist-

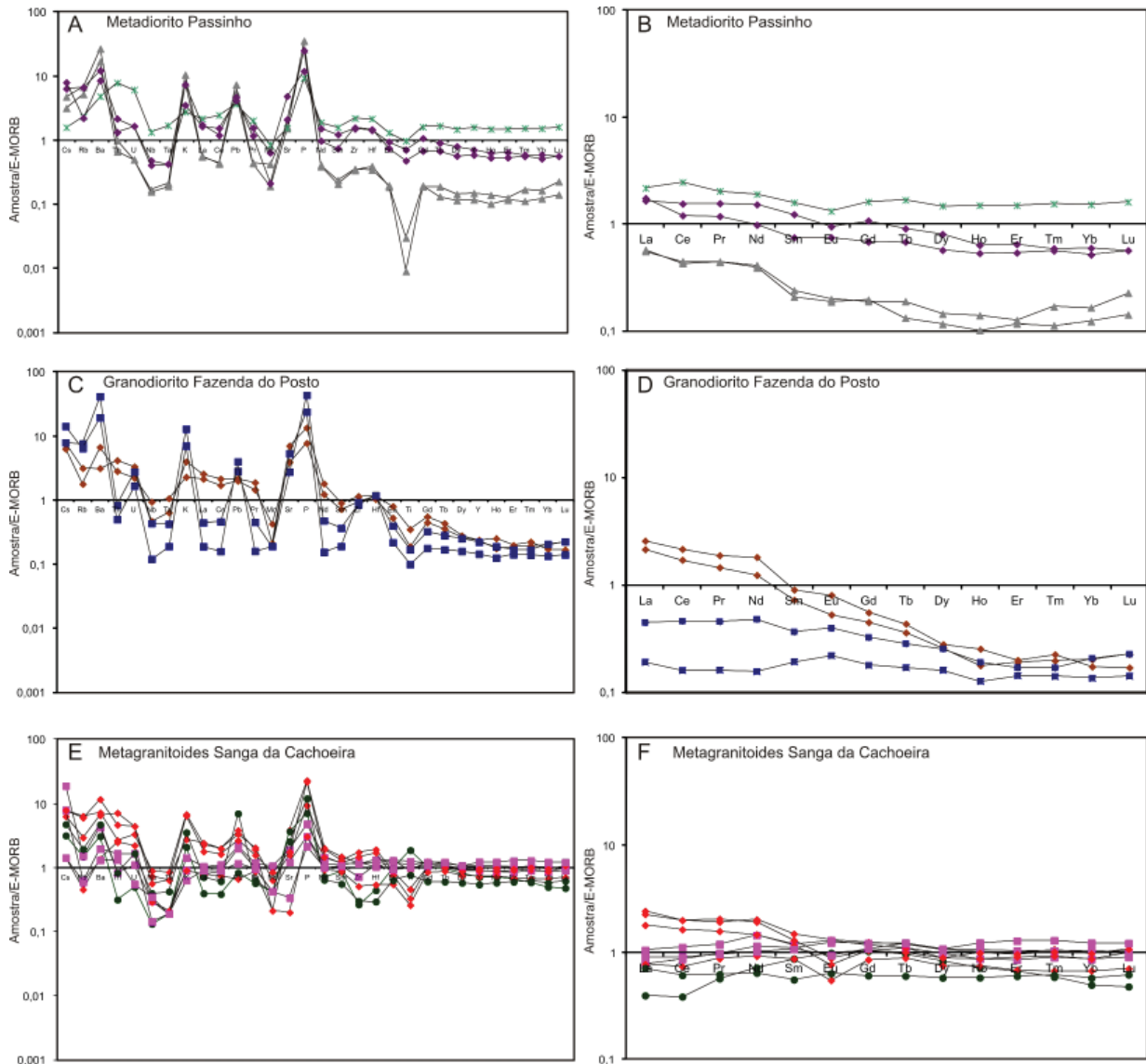


Figura 66 - Diagramas das rochas granitoides do sul de Lavras, multielementar (A, C e E) e Elementos Terras Raras (B, D e F) normalizados pelos valores do E-MORB de Sun e McDonough (1989).

lização de 750 ± 16 Ma e perda de Pb em ca. 700 Ma, um metatrondhjemitito com idade de cristalização de 735 ± 13 Ma e uma amostra de metabasalto, interpretado como correlacionado com o Cerro Mantiqueiras, de idade de cristalização de 733 ± 10 Ma.

Siviero, *et al.* (2009) indicam uma idade de 845 ± 3 Ma para os tonalitos e trondhjemitos da área, 828 ± 8 Ma para a mesma associação, mas com características de adakitos, uma idade ao redor de 725-723 Ma para uma associação com gabro-diorito-tonalito-trondhjemitito e com titanitas, em dioritos, com idades metamórficas de 679 ± 11 Ma. Estes autores também encontraram cristais de zircão com idades paleoproterozoicas.

Bongiolo *et al.* (2010) apresentam uma idade de um diorito pouco deformado, localizado a oeste da amostra de Leite *et al.* (1997), com uma idade de

cristalização concordante de 860 Ma.

6.2. Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 - 640 Ma)

São as rochas compreendidas na denominação de Cambaí, localizadas na área da Vila da Palma e entre as cidades de Vila Nova do Sul e São Gabriel (2 e 3 na Figura 68). A maioria das características adotadas para as rochas tidas como Cambaí da região da Vila da Palma foram tirados dos estudos feitos na região de Vila Nova do Sul, principalmente devido ao acesso mais fácil, portanto, há uma caracterização destes granitoides para uma melhor entendimento das rochas da Folha Lagoa da Meia Lua.

O Grupo Cambaí compreende tonalíticos, dioríticos a monzograníticos foliados, recortados por metatonalitos e metatrondjemitos, gabros e granitos, aos quais associam-se rochas parametamórficas onde

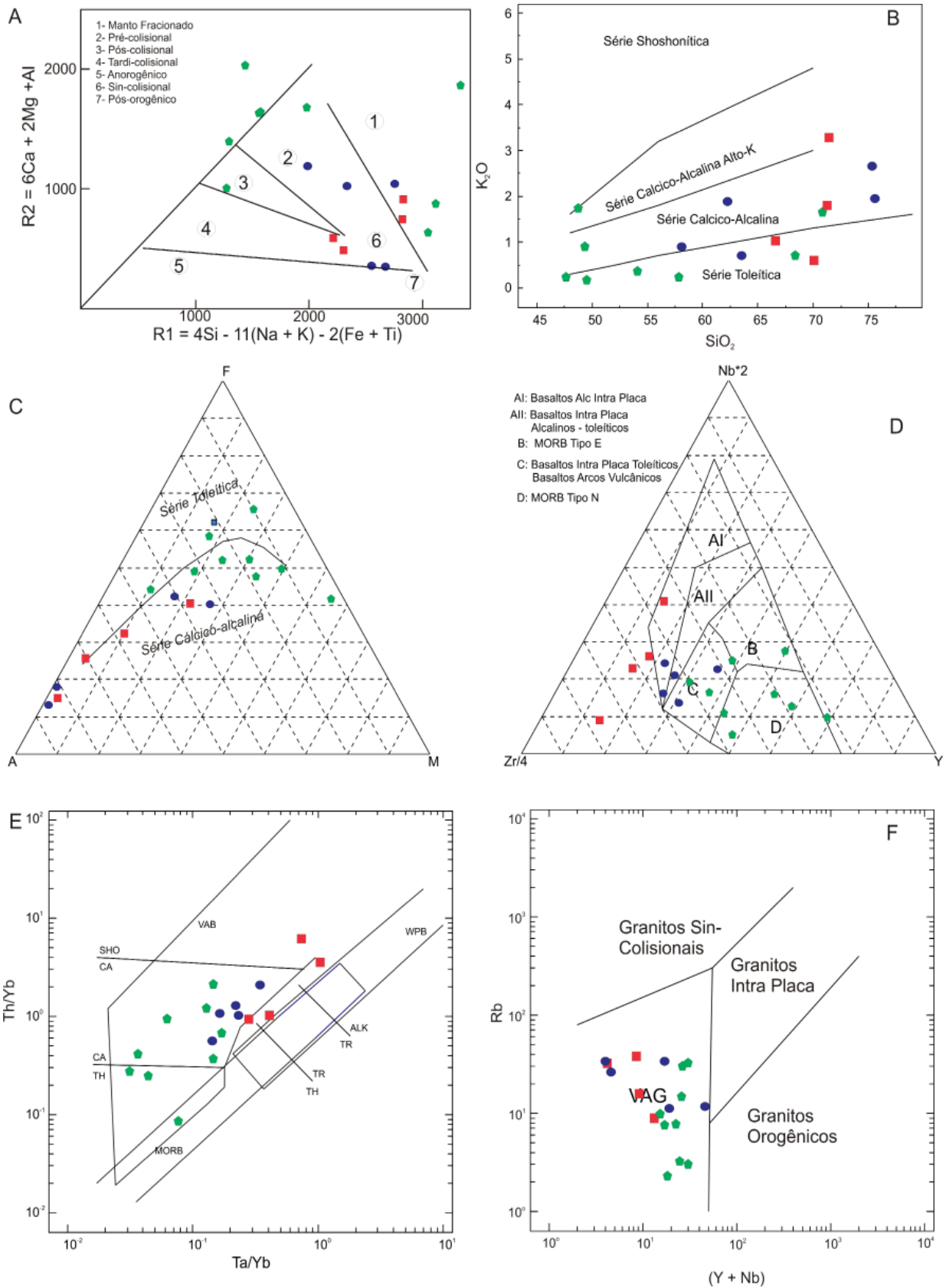


Figura 67 - Diagramas de classificação para as rochas granitoides situadas a sul do Granito Lavras. A- Diagrama de posicionamento tectônico de Batchelor e Bowden (1985) usando os parâmetros de variação multicatiónica R1 e R2 (La Roche et al., 1980); B- Diagrama das séries basálticas $K_2O \times SiO_2$ (Peccerillo e Taylor, 1976); C- Diagrama AFM das séries basálticas (Kuno, 1968); D- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Meschede, 1986); E- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas granitoides (Pearce, 1982); F- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas granitoides de Pearce et al. (1984). Simbologia é a mesma da figura 64

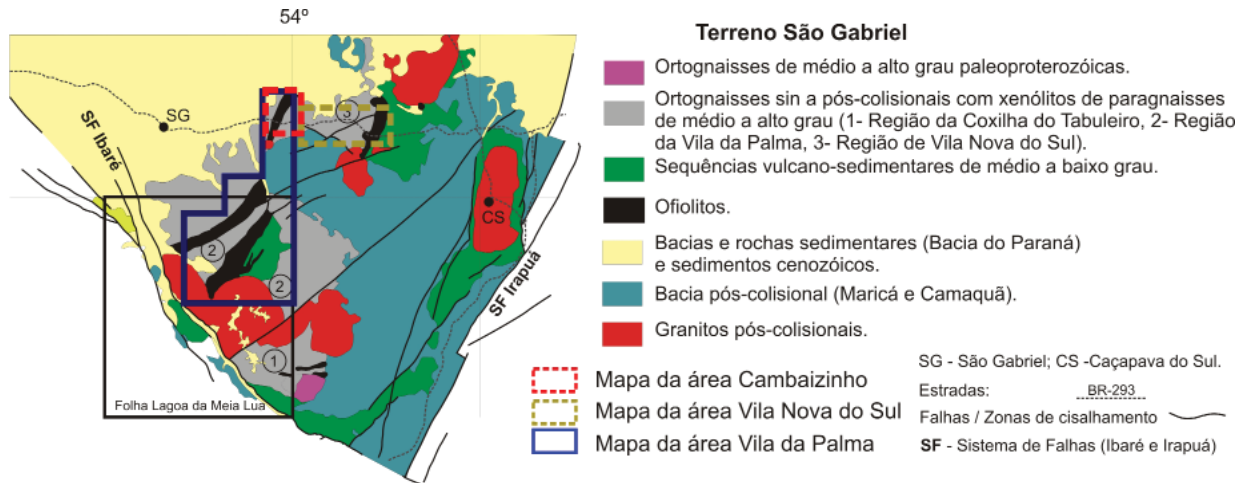


Figura 68 - Localização e distribuição das rochas granitoides relacionadas ao Arco de São Gabriel, na Folha Lagoa da Meia Lua, com as áreas de detalhe das regiões de Vila Nova do Sul e da Palma.

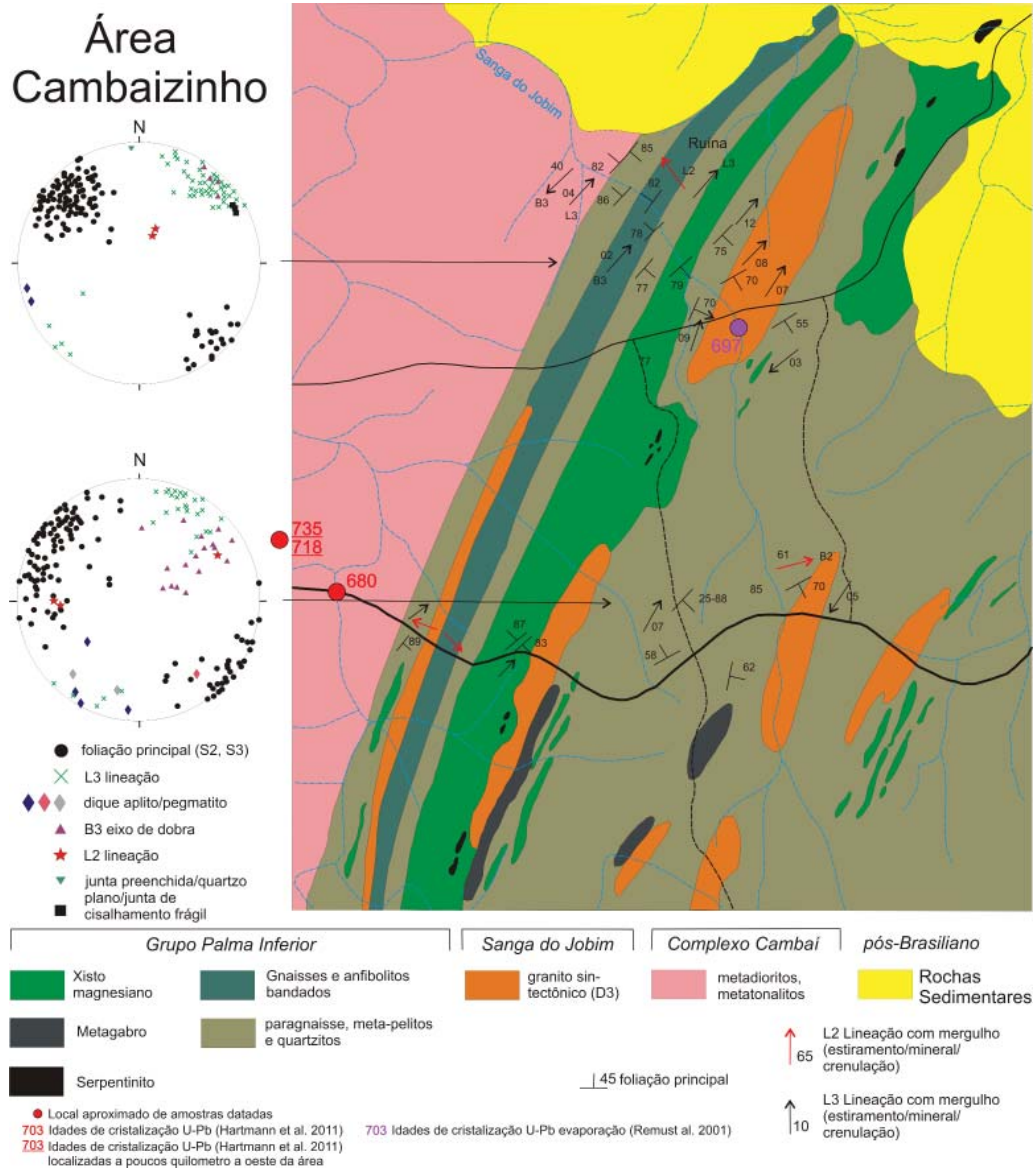


Figura 69 - Mapa geológico e estereogramas (projeção do hemisfério inferior) com dados estruturais da área Cambaizinho de Remus (1990). Figura de Saalman et al. (2006).

predominam gnaisses metapelíticos, calcissilicáticos quartzitos e metacalcários, todo o conjunto podendo estar metamorfisado na fácies anfibolito. A unidade parametamórfica não está presente ou é pouco significativa na Folha Lagoa da Meia Lua. Esta sequência de diorito, tonalito-granodiorito, trondhjemitico, granito/gabro se repete ao longo do tempo, principalmente na região de Vila Nova, podendo indicar a presença de multi-arcos.

Na região de Vila Nova do Sul (Figuras 69, 70) os granitoides tiveram os seus aspectos petrológicos e estruturais estudados por Silva Filho (1984), Remus (1990), UFRGS (1997), Garavaglia *et al.* (2002), Saalman (2004), Saalman *et al.* (2005a, b, 2006), na qual reconheceram os termos gabróicos, dioríticos, tonalíticos, trondhjemiticos e graníticos.

UFRGS (1997) e Garavaglia *et al.* (2002), trabalhando na região de Vila Nova do Sul dividiram o Cambaí em duas unidades principais: o Complexo Vila Nova e a Suíte Intrusiva Lagoa da Meia Lua. No primeiro predominam gnaisses tonalíticos e dioríticos foliados, metatonalitos e metatrondhjemitos, e uma sequência parametamórfica (Complexo Cambaizinho de Remus, 1990) (Figura 69), constituída de gnaisses pelíticos e calcissilicáticos, quartzitos e calcários; enquanto no segundo é composto por tonali-

tos, granodioritos, monzogranitos e quartzo-dioritos denominados de Diorito Capivaras e Tonalito Cerca de Pedra (Figura 70).

Szubert *et al.* (1978), UNISINOS (1981), Chemale Júnior (1982) UFRGS (1996) são trabalhos de destaque, sobre o Cambaí, na Região da Vila da Palma (Figura 71). UNISINOS (1981) e Chemale Júnior (1982) redefiniram os migmatitos homogêneos de Szubert *et al.* (1978), localizados entre as faixas Passo do Ivo e Palma, como Granito Lagoa da Meia Lua. Estes autores definiram a unidade como variando de diorito, tonalitos, granodiorito e monzonito. UFRGS (1996) redefiniram esta unidade com Suíte Intrusiva Lagoa da Meia Lua e entenderam sua ocorrência para as rochas graníticas presentes a leste da Formação Pontas do Salso.

Neste trabalho os granitoides relacionados ao Arco de São Gabriel presentes na parte norte da Folha Lagoa da Meia Lua são divididos em três unidades: Suíte Lagoa da Meia Lua (NP2γim), Unidade Granítica (NP2γimg) e Unidade Diorítica-tonalítica (NP2γlmd).

A Suíte Lagoa da Meia Lua (NP2γim) é uma unidade não diferenciada, na localidade tipo, definida pela UNISINOS (1981) e Chemale Júnior (1982) como Granito Lagoa da Meia Lua. Usou-se o termo Suíte

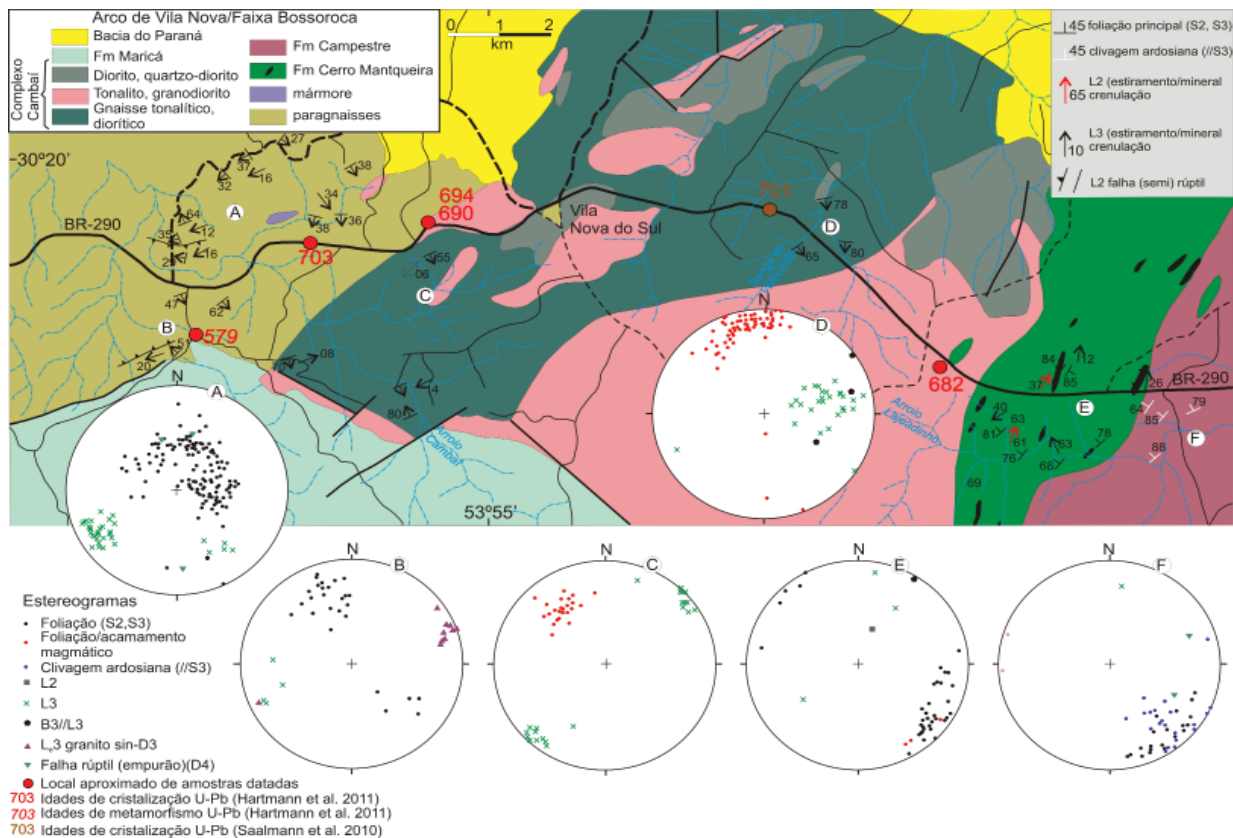


Figura 70 - Mapa geológico e estereogramas (projeção do hemisfério inferior) com dados estruturais da área de Vila Nova do Sul e da Bossoroca, a partir de UFRGS (1997). Figura de Saalman *et al.* (2006).

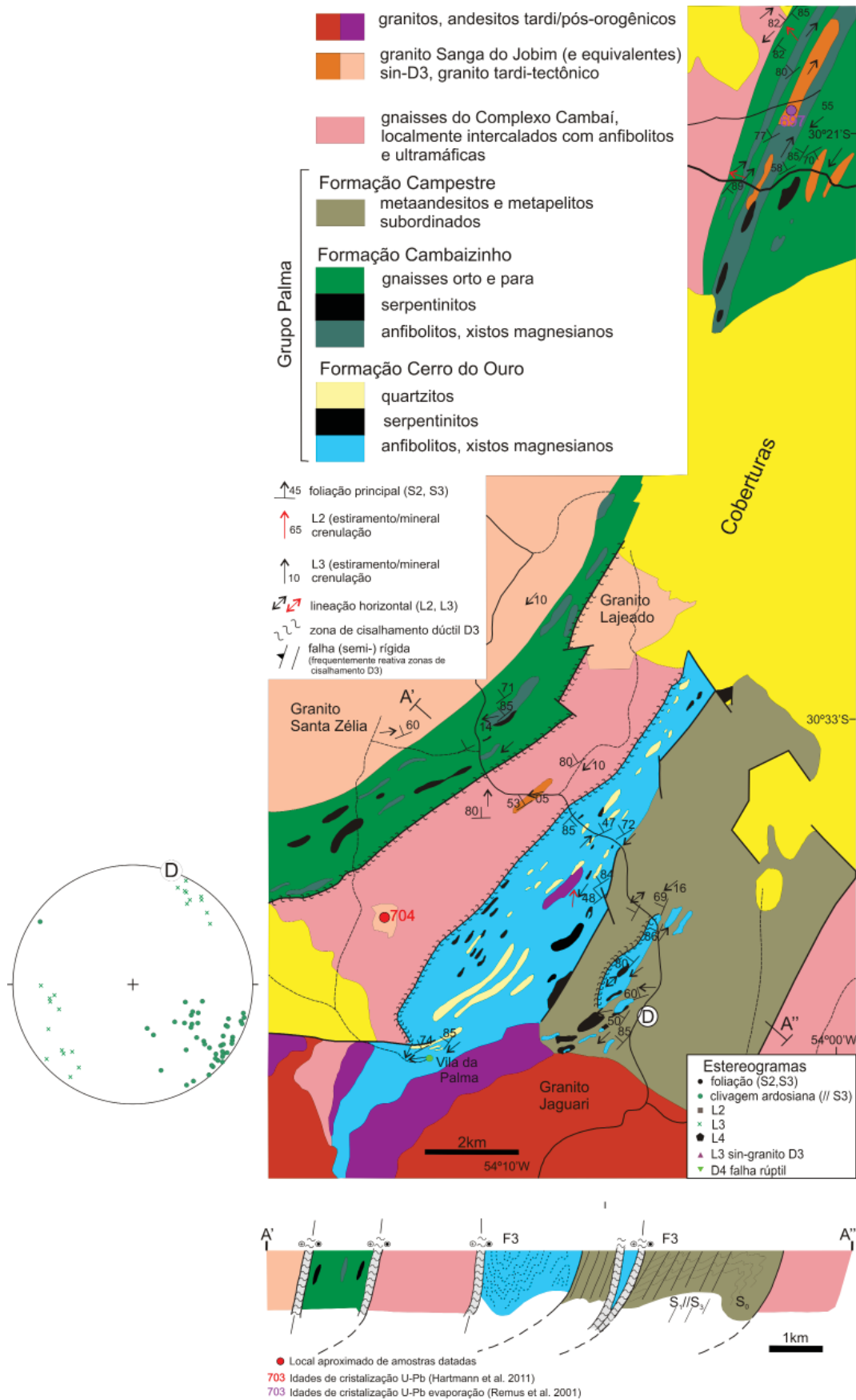


Figura 71 - Mapa geológico e estereogramas (projeção do hemisfério inferior) com dados estruturais da área da Vila da Palma, a partir de UFRGS (1996). Figura de Saalman et al. (2006).

proposto pela UFRGS (1996) (Suíte Intrusiva Lagoa da Meia Lua), visto tratar-se de uma associação de rochas ígneas, mas abdicou-se do termo “Intrusivo”, pois o contato com os termos tidos como “antigos”, são na grande maioria das vezes tectônicos. Para onde foi possível fazer uma diferenciação usou-se uma Unidade Granítica (NP2γimg), com predomínio de rochas com composição granítica e granodiorítica e uma Unidade Diorítica-tonalítica (NP2γlmd), com dioritos e tonalitos e subordinadamente trondjemitos. Estas duas unidades haviam sido denominada de Granodioritos Santa Luzia por Chemale Júnior (1982) e englobadas na Suíte Intrusiva Lagoa da Meia Lua pela UFRGS (1996), ou no Metatonalitos Rufino Farias, uma unidade de metatonalitos com monzogranitos, caracterizados como cogenéticos (UFRGS, 1996).

Colocou-se no domínio do “Cambaí” o Granito Passo da Areia (NP2γpa) e o Granito Santa Zélia (NP2γsz), por apresentarem idades compatíveis com a Suíte Lagoa da Meia Lua. Os dois corpos foram definidos pela UNISINOS (1981) e Chemale Júnior (1982), sendo que o Granito Passo da Areia foi renomeado como Granito Panorama pela UFRGS (1996), termo que não será empregado neste trabalho. Os corpos gabroicos, individualizados neste trabalho, não receberam denominação específica.

As características das rochas presentes na Suíte Lagoa da Meia Lua (NP2γim), Unidade Granítica (NP2γimg), Unidade Diorítica-tonalítica (NP2γlmd) são semelhantes e suas características serão descritas em conjunto, ou serão individualizadas quando necessário. Apresentam contato tectônico a norte com os granitos Lajeado, Camaquã Pelado e São Manoel, o contato a sul está recoberto por sedimentos da Bacia do Paraná ou intrusivo pelos granitos Santa Rita e Jaguarí e tectônico com as Faixas Passo do Ivo e Palma ou com a Formação Pontas do Salso.

Constitui uma sequência plutônica, deformada e metamorfisada localmente, representada por dioritos, quartzo dioritos e, subordinadamente, tonalitos, trondjemitos, granodioritos e monzogranitos. A presença de gabros é comum, sendo dois corpos individualizados, um na parte centro norte, com parte do corpo intrusivo na Faixa Passo do Ivo (Figura 56) e outro no extremo sul, sem uma relação direta com a Suíte Lagoa da Meia Lua. Há um predomínio de rochas dioríticas a tonalíticas na parte norte da Folha e granítica a granodiorítica na parte sul.

O relevo é arrasado e os afloramentos são principalmente na forma de lajedos (Figura 72) ao longo das drenagens, para os dioritos, a blocos e matacões para os granitos (Figura 73).

Os gnaisses dioríticos são de coloração cinza-escura, de granulação média e apresentam frequen-

temente um bandamento marcado por finos níveis quartzo-feldspáticos. São constituídos predominantemente de plagioclásio, biotita e/ou hornblenda e quartzo. Texturas de misturas de magmas são muito comuns.

Os tonalitos e granodioritos são de coloração cinza clara, com bandamento definido pela alternância biotita e bandas leucocráticas. A mineralogia principal está representada por plagioclásio, quartzo, feldspato potássico e biotita, como minerais acessórios ocorrem almandina, zircão, apatita e opacos (Figuras 74 e 75). Os gabros e granitos ocorrem como corpos tabulares concordantes e discordantes ao bandamento gnáissico, ou como corpos de formas e dimensões variadas, desde rochas com uma foliação bem desenvolvida até não deformados (Figuras 73 e 76).

Quando esta associação é submetida às zonas de alta deformação podem ocorrer faixas protomiloníticas e miloníticas (Figura 72E).

O Granito Passo da Areia é caracterizado como um corpo de grandes dimensões, estendendo-se a oeste da faixa Passo do Ivo/Cambaizinho. O contato com esta faixa é tectônico, a exposição é restrita a zonas de alta deformação ou em lajedos esparsos (Figura 77). Está recoberto pela rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

Apresenta coloração vermelho-rosada, predominando textura equigranular a inequigranular grossa com composição sienogranítica, podendo ter biotita, epidoto, titanita e zircão. Muscovita foi encontrado ao longo do contato com a Faixa Passo do Ivo devido a injeção de pegmatitos. Foi erroneamente denominado de Granito Santa Zélia por Saalman *et al.* (2005b, 2006).

O Granito Santa Zélia ocorre na parte sul da Suíte Lagoa da Meia Lua e suas relações de contato são por falhamento com esta suíte, aflorando sob a forma de matacões e/ou lajeados nas drenagens.

Possui coloração rosada, com textura equigranular média e composição basicamente representada por sienogranitos.

6.2.1. Estruturas

A estruturação principal destas unidades é NE onde localizam-se as principais zonas de transcorrência que limitam esta unidade com as outras da região.

Para as rochas da região da Palma são descritos dois eventos deformacionais um dúctil e um dúctil-rúptil, os eventos D3 e D4 de Salmann (2004) e Salmann *et al.* (2007), e podem ser visualizados na figura 71 e seu evolução na figura 78. O evento mais novo gerou uma deformação tangencial, com uma foliação de baixo ângulo e uma lineação de estira-



Figura 72 - Típicos afloramentos dos dioritos da folha Lagoa da Meia Lua em forma de blocos e lajeados com diques de trondhjemitos (A), estrutura de fluxo magmático preservada (B), com porções máficas (C) e gabróicas (D) e em zonas de alta deformação (E). A e B- Afloramento EB310, C e D- Afloramento EB334, E - Afloramento EB304.



Figura 73 - Típico afloramento em forma de blocos dos granitoides da Suíte Lagoa da Meia Lua. Afloramento EB 319.



Figura 74 - Típico afloramentos em forma de blocos dos tonalitos da Folha Lagoa da Meia Lua. Afloramento EB306.



Figura 75 - Típico afloramento em forma de lajeado dos granodioritos da Folha Lagoa da Meia Lua. Afloramento EB302.



Figura 76 - Típico afloramento em forma de lajeado e blocos dos gabros da Folha Lagoa da Meia Lua. Afloramento EB381.



Figura 77 - Típico afloramento em forma de lajeado do granito Passo da Areia da Folha Lagoa da Meia Lua, localmente em zona de alta deformação (foto detalhe). Afloramento EB329.

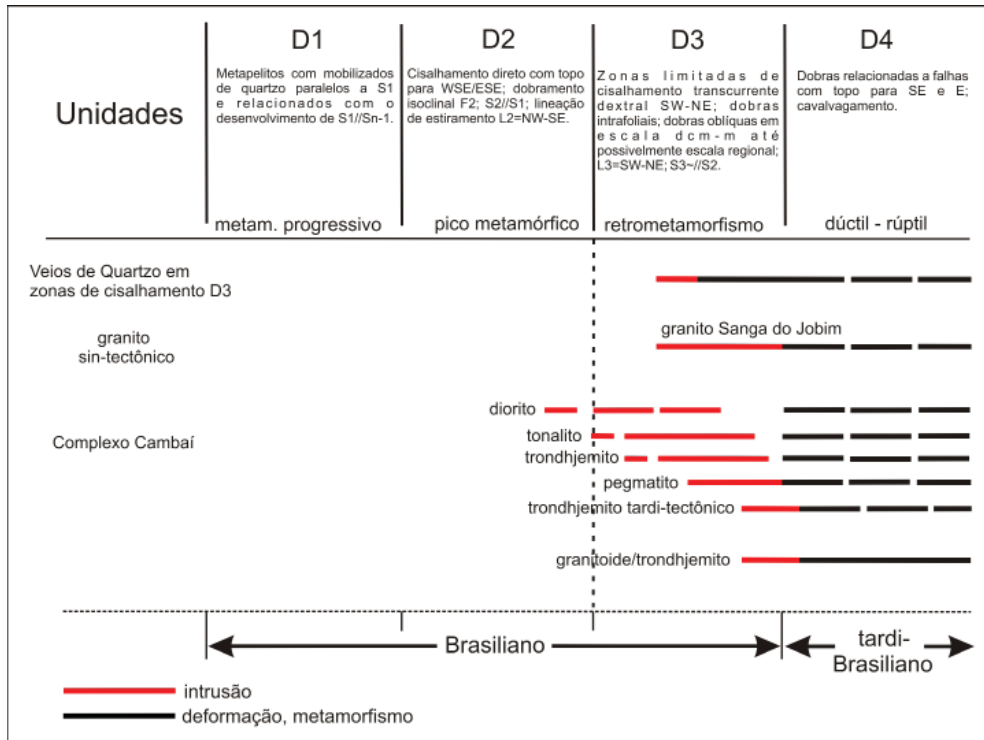


Figura 78 - Evolução estrutural das rochas gnáissicas do Arco de São Gabriel (Saalman et al., 2006).

mento subhorizontal, representada pelo bandamento gnáissico, o segundo evento está relacionado a zonas de cisalhamento transcorrente, com uma foliação de alto ângulo.

6.2.2. Petrografia

Os tonalitos têm granulação fina a média com textura granoblástica poligonal entre plagioclásio, hornblenda, e quartzo. A mineralogia está representada por oligoclásio, quartzo, ortoclásio, biotita e hornblenda. Porém, a maioria dos cristais de anfibólio encontra-se sob a forma de agregados com textura granoblástica. Subordinadamente minerais opacos, apatita, zircão, titanita e epidoto, além de hornblenda metamórfica. Texturas ígneas, como intercrescimentos mirmequíticos e granofíricos, podem estar preservadas. É possível também, identificar uma foliação magmática de baixo ângulo, juntamente com orientação mineral de oligoclásio e ortoclásio.

Os dioritos variam de entre dioritos e quartzo dioritos, com textura inequigranular. Os plagioclásios são cristais subidiomórficos a xenomórficos, zonados com núcleo alterados para sericita. O quartzo ocorre como agregados com textura granoblástica até poligonal, dependendo da deformação. A hornblenda é o máfico predominante, que pode estar substituída por clorita e epidoto, podem apresentar textu-

ra nematoblástica, granoblástica a poligonal. Biotita ocorre de maneira pouco significativa, substituída por clorita e titanita. Podem ocorrer ainda opacos e zircão.

Os trondjemitos apresentam textura inequigranular média a grossa com quartzo, plagioclásio, biotita, além de titanita, opacos, epidoto e zircão.

Os granodioritos apresentam textura inequigranular média a grossa com quartzo, microclínio, ortoclásio.

6.2.3. Geoquímica

Trabalhos que apresentam caracterizações geoquímicas das rochas granito-gnáissica tidas como Cambaí, podem ser encontradas em Silva Filho (1984) Silva Filho e Soliani Júnior (1987), Garavaglia et al. (2002) e Saalman et al. (2005b).

Todas as amostras desta unidade serão tratadas de forma conjunta, portanto dioritos de uma unidade serão, necessariamente, semelhantes a dioritos de outras unidades, não há, na escala de mapeamento, como separar, pela geoquímica, amostras que possuem idades diferentes. Também não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada, há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro das

restrições de boas exposições de afloramentos. Para este trabalho foram analisadas 22 amostras (Tabelas 14, 15, 16, 17) no contexto dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 - 640Ma), sendo 7 genericamente chamados de granitos, 6 dioritos e 9 gabros.

Geoquimicamente as rochas variam de sienogranitos a olivina gabros, no diagrama de De La Roche *et al.* (1980) ou granitos a gabros no diagrama de Cox *et al.* (1979)(Figura 79).

Nos diagramas de correlação tipo Harker (Figura 80), no caso usando SiO_2 como elemento de diferenciação, a correlação dos elementos maiores é muito boa, e negativa, com ferro total (calculado como Fe_2O_3), MnO , TiO_2 , MgO e CaO ; boa e positiva com K_2O . Nos elementos traços há boa correlação com o Th (positiva) e V (negativa). Apesar de a maioria destas correlações serem esperadas para seqüências bimodais, não é possível dizer que estas boas correlações sejam o resultado de diferenciação, pois o intervalo de idades admitido para as amostras é muito grande e pela falta de trabalho sistemático na área (não é o objetivo deste trabalho).

Como foi feita uma separação basicamente por conteúdo de sílica, o grupo dos granitos apresenta SiO_2 acima ou próximo de 70%, os dioritos com SiO_2 entre 55 e 65% e os gabros com teor de SiO_2 abaixo de 50%. A maioria dos elementos maiores tem o comportamento normal de cristalização, como mostrado nos diagramas do tipo Harker. Nos elementos traços também há um comportamento dependente do teor de SiO_2 , sendo que o Ba, Rb, Sr, Th e U tem correlação positiva com o aumento geral de SiO_2 , enquanto o Ni, Co, Nb, V e Y tem correlação negativa com o aumento geral de SiO_2 . Cs, Ga, Hf, Ta e Zr apre-

sentam um comportamento aleatório, podendo em algumas amostras de "gabro" apresentar teores de Zr de até 448 ppm.

As rochas desta unidade mostram um padrão achatado e um leve enriquecimento nos elementos de raio iônico grande, principalmente nos termos mais evoluídos, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementares (Figura 81). Utilizou-se o OIB pois esta mostrou-se a melhor fonte para as rochas estudadas. Apresentam também anomalia negativa de Nb, Ta, P e Ti e positiva de Pb, os gabros apresentam também anomalia negativa de Zr e Hf.

Este é o típico padrão de elementos traços para rochas de arcos de ilhas oceânicas em diagramas multielementares, mostrando enriquecimento em elementos LILE (Large Ion Lithophile Element) tais como Ba, Rb, Cs, Pb, K e U e depleção em HFSE (High Field Strength Element) como em Ti, Zr, Hf, Nb e Ta (Green e Ringwood, 1968, Pearce e Cann, 1973).

No diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 81), normalizadas para rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989), o padrão de achatamento é bem marcado, principalmente para os dioritos e gabros, rochas menos evoluídas, com razão $(\text{La}/\text{Lu})_n$ próximo a um para os dioritos e levemente negativa (razão $(\text{La}/\text{Lu})_n$ menor que 0,5) para os gabros e com anomalia de Eu pouco significativa. Os granitos formam dois grupos distintos, podendo ser separados de acordo com a razão $(\text{La}/\text{Lu})_n$, um com valores ao acima de 2,5 e o segundo com valores abaixo de 1,5, com anomalia positiva de Eu no primeiro grupo (Eu/Eu^* até 1,75) e negativa no segundo (Eu/Eu^* até 0,23). O primeiro grupo representa, principalmente, os tonalitos, e o segundo os granitos mais evoluídos

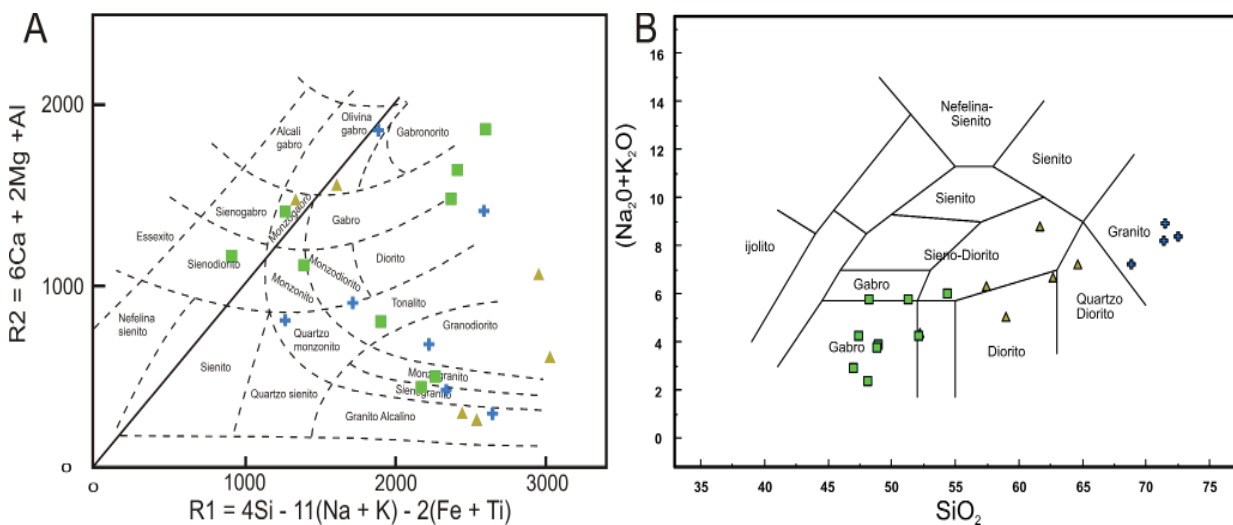


Figura 79 - Diagramas classificação de rochas plutônicas. A) usando os parâmetros de variação multicatiônica R1 e R2 (De La Roche *et al.*, 1980), B) TAS álcalis versus sílica de Cox *et al.* (1979). Simbologia: cruces – granitos e sienogranitos, triângulos – dioritos e tonalitos, quadrados – gabros.

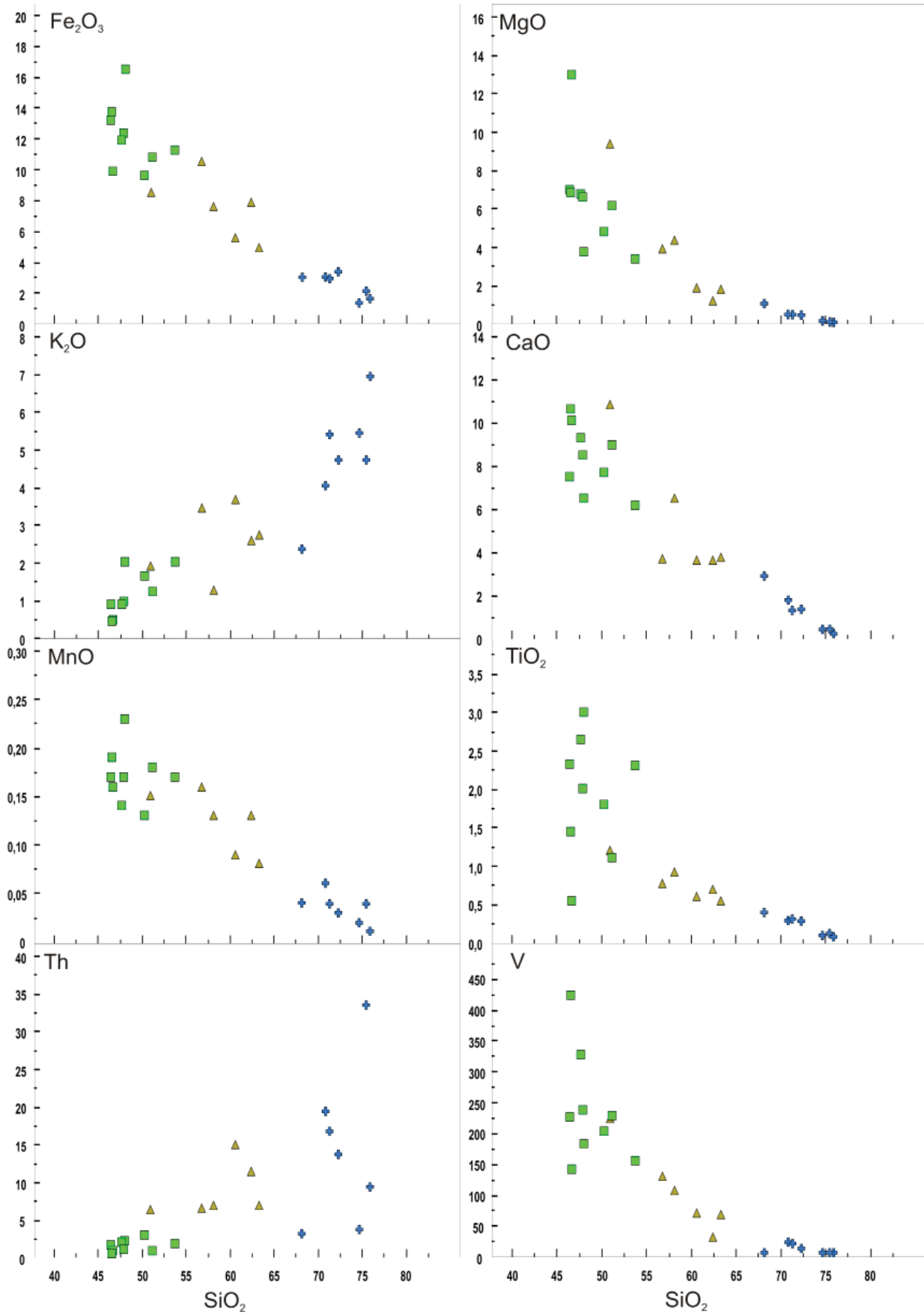


Figura 80 - Diagramas de correlação do tipo Harker. Simbologia é a mesma da figura 83.

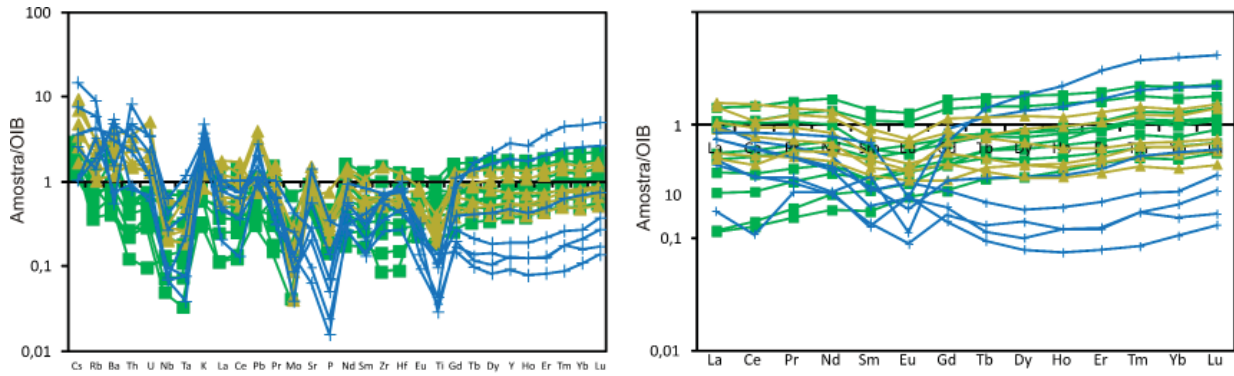


Figura 81 - Diagrama multielementar e de Elementos Terras Raras, da unidade de Granitoides relacionados ao regime de Arco (760-640 Ma), normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989).

do tipo Santa Zélia.

No diagrama de afinidade geoquímica, usando os parâmetro $K_2O \times SiO_2$ (Peccerillo e Taylor, 1976) (Figura 82B) as rochas desta unidade distribuem-se nos campos de rochas cálcico-alcálicas a shoshoníticas, com alguns gabros com assinatura toleítica, mostrando uma tendência de evolução, isto também é confirmado no diagrama triangular AFM de Irvine e Baragar (1971) (Figura 82D) e no diagrama de Pearce (1982) (Figura 82E).

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos, as rochas da se distribuem melhor nos campos Arco de Ilha e em arcos vulcânicos (Figuras 82C, E e F) (Pearce e Cann, 1973; Pearce *et al.*, 1984, Pearce, 1982) e em ambiente de manto fracionado, com magmatismo pré ou sin-colisional no diagrama de Batchelor e Bowden (1985)(Figura 82A).

6.2.4. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Poucos são os resultados geocronológicos e de geoquímica isotópica, sobre o assunto, na Folha Lagoa da Meia Lua. Hartmann *et al.* (2011) obtiveram uma idade de 704 ± 3 Ma para o Granito Santa Zélia, e Saalman *et al.* (2005a) apresentaram resultados de Sm-Nd, com T_{DM} 0,8 Ga para tonalitos e 1,3 Ga para granitos (tipo Santa Zélia).

No entanto, rochas tidas como semelhantes, na região de Vila Nova, obtiveram idades U/Pb em zircão em torno de 704 ± 13 Ma (Babinski *et al.*, 1996) para gnaisses dioríticos. Esses valores são consistentes com as datações Rb/Sr disponíveis (Silva Filho e Soliani Júnior, 1987), que registraram idades de 703 ± 41 Ma para gnaisses dioríticos ($R_o = 0,7038$), 673 ± 65 Ma para tonalitos e trondhjemitos ($R_o = 0,7040$) e 643 ± 28 Ma para granodioritos e adamelitos ($R_o = 0,7040$). Análises Sm-Nd, apresentadas por Babinski *et al.* (1996) para rochas gnáissicas e metagraníticas, mostraram valores $\Sigma Nd_{(t)}$ variando entre +2,8 e +4,5

a 700 Ma e T_{DM} entre 0,8 e 1,0 Ga, resultados que identificariam o Complexo Cambaí como uma crosta juvenil. Trabalhos mais recentes de Hartmann *et al.* (2011) apresentaram duas idades para os Gnaisses Vila Nova de 735 ± 7 Ma e 718 ± 2 Ma, e três idades dos gnaisses da Suíte Lagoa da Meia Lua, dois tonalitos de idades 703 ± 7 Ma e 690 ± 2 Ma, e de um trondhjemitos com 694 ± 5 Ma. Estes autores também acrescentaram uma nova suíte para um grupo de rochas mais nova, chamado de Sanga do Jobim, provavelmente por apresentar idades semelhantes ao Granito Sanga do Jobim de Remus *et al.* (2001), com idades de 682 ± 1 Ma e 680 ± 2 Ma, para um tonalito e um granodiorito, respectivamente. Saalman *et al.* (2011) também apresentam uma nova idade para os gnaisses da região, um trondhjemitos, de 701 ± 10 Ma, idade semelhante a apresentada pelos autores anteriores. Novos dados isotópicos foram apresentados por Garavaglia *et al.* (2006) que confirmam uma fonte juvenil para as rochas do arco a partir de uma fonte OIB, basaltos de ilhas oceânicas, usando arranjos de $\epsilon_{Nd} \times \epsilon_{Sr}$ e Pb/Pb.

A localização aproximada das amostras com resultados U-Pb, quando possível, foram colocadas nas Figuras 69, 70 e 71.

Para a Folha Lagoa da Meia Lua foram feitas datações U-Pb em duas amostras, uma de um diorito, localizado da Suíte Lagoa da Meia Lua (Figura 84, Tabela 18) e uma do Granito Santa Zélia (Figura 86, Tabela 19).

Os cristais de zircão das duas amostras são homogêneos com apenas uma população e com características de rochas ígneas (Figuras 83 e 85), indicando que as idades são de cristalização.

A amostra de diorito (EB66) apresenta uma idade de 722 ± 32 Ma, semelhantes as encontradas para os Gnaisses Vila Nova, presentes da região de Vila Nova do Sul, enquanto que a idade do Granito Santa Zélia

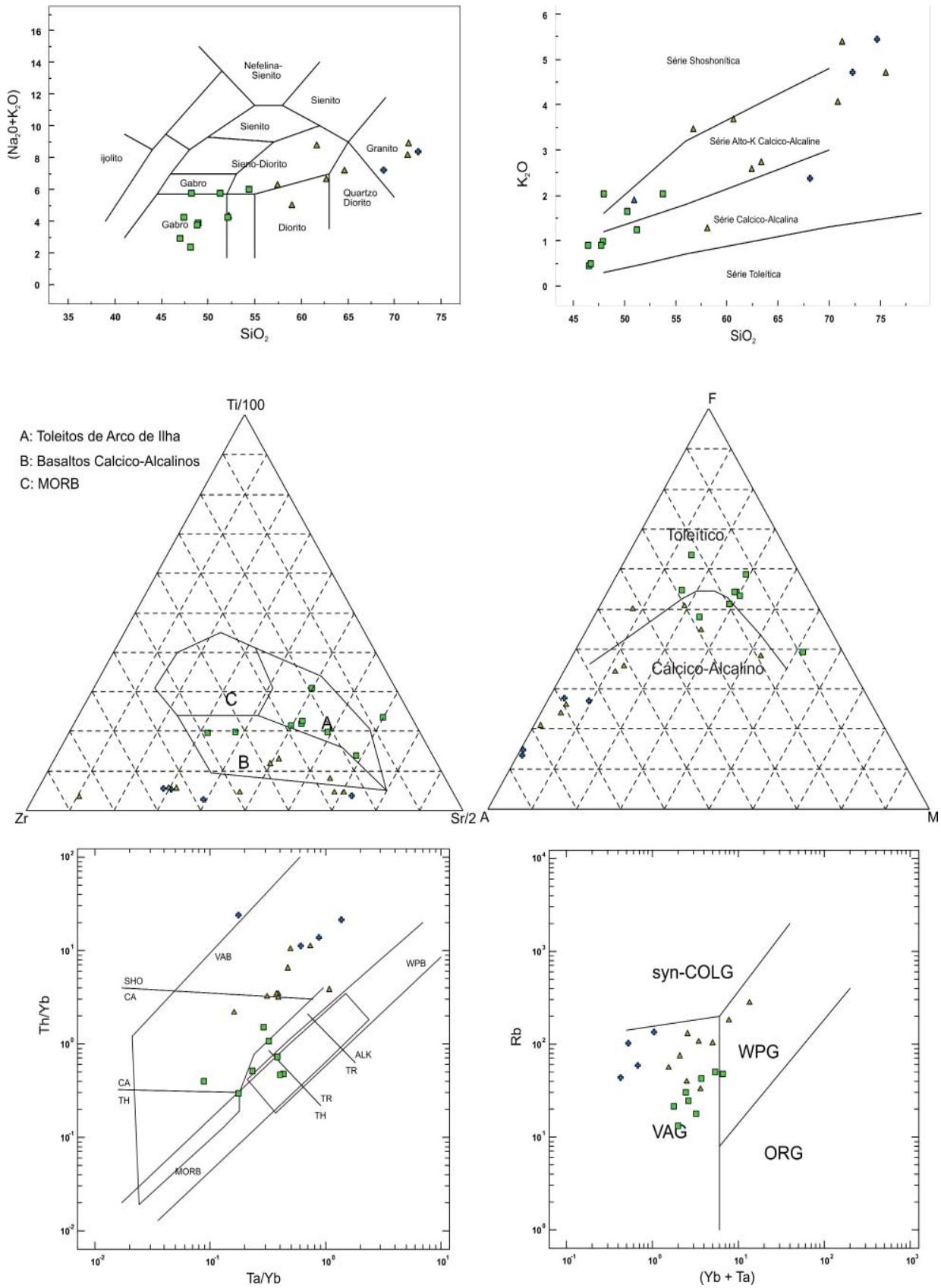


Figura 82 - Diagramas de classificação para as rochas granitoides situadas a Norte do Granito Lavras. A- Diagrama de posicionamento tectônico de Batchelor e Bowden (1985) usando os parâmetros de variação multicatiónica R1 e R2 (De La Roche et al., 1980); B- Diagrama das séries basálticas K₂O x SiO₂ (Peccerillo e Taylor, 1976); C- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Pearce e Cann, 1973); D- Diagrama AFM das séries basálticas (Irvine e Baragar, 1971); E- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Pearce, 1982); F- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas graníticas de Pearce et al. (1984). Simbologia é a mesma da figura 83.

729±30 Ma é um pouco mais velha do que a apresentada por Hartmann *et al.* (2011) e semelhante ao do diorito deste trabalho.

Laux *et al.* (dados inéditos) apresentam cinco novas idades U-Pb, sendo uma do Granito Passo da Areia, com idade de 714±19 Ma, três de gabros, sendo dois da Suíte Intrusiva Lagoa da Meia Lua, lo-

calizados a norte da unidade, sendo um intrusivo na Faixa Passo do Ivo, com idade de 719±11 Ma e outro intrusivo na Faixa Palma, com idade de 723±30 Ma e o terceiro intrusivo no domínio de Dioritos e Tonalitos, com idade de 693±18 Ma. A quinta idade amostra é um granito do Domínio de Granitos com idade de 720±48 Ma.

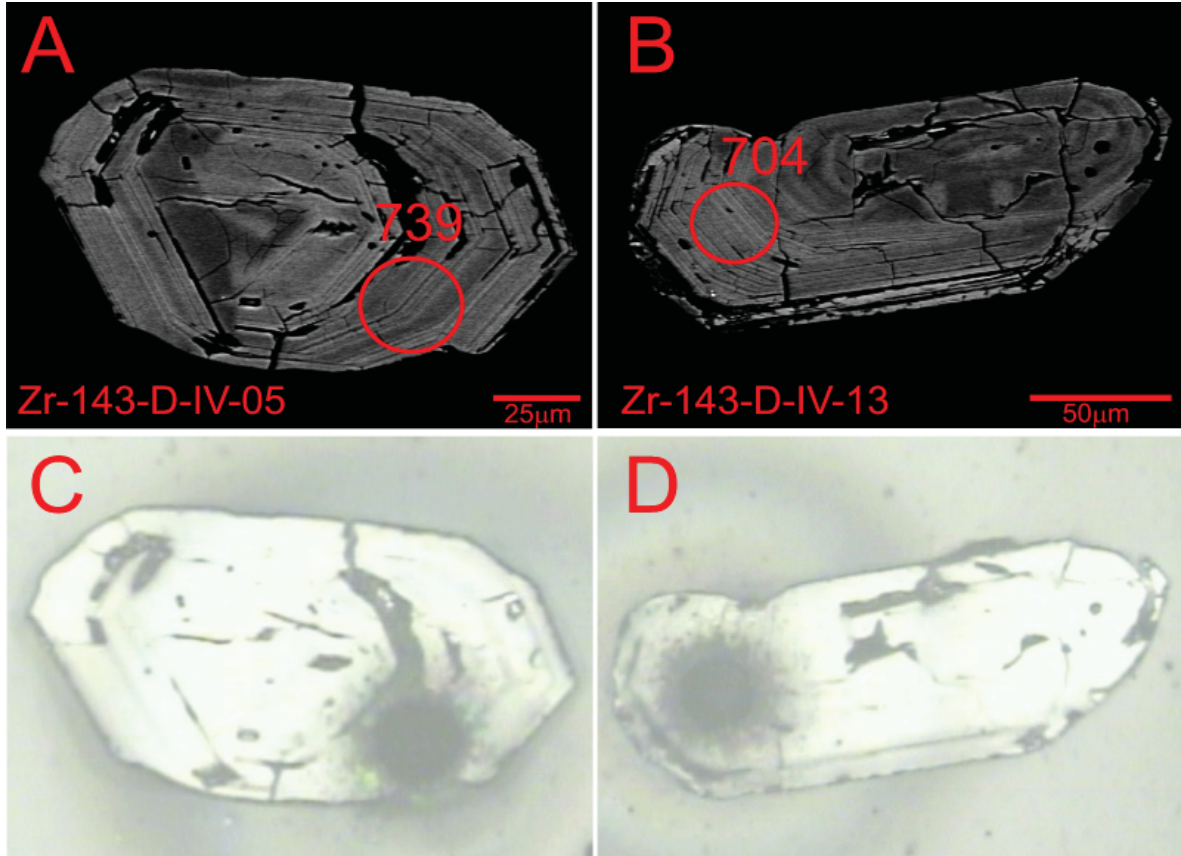


Figura 83 - Imagem de Scanning Electron Microscope (MEV) mostrando a estrutura interna de cristais de zircão representativos da amostra EB 66, o local da análise, número do ponto e a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

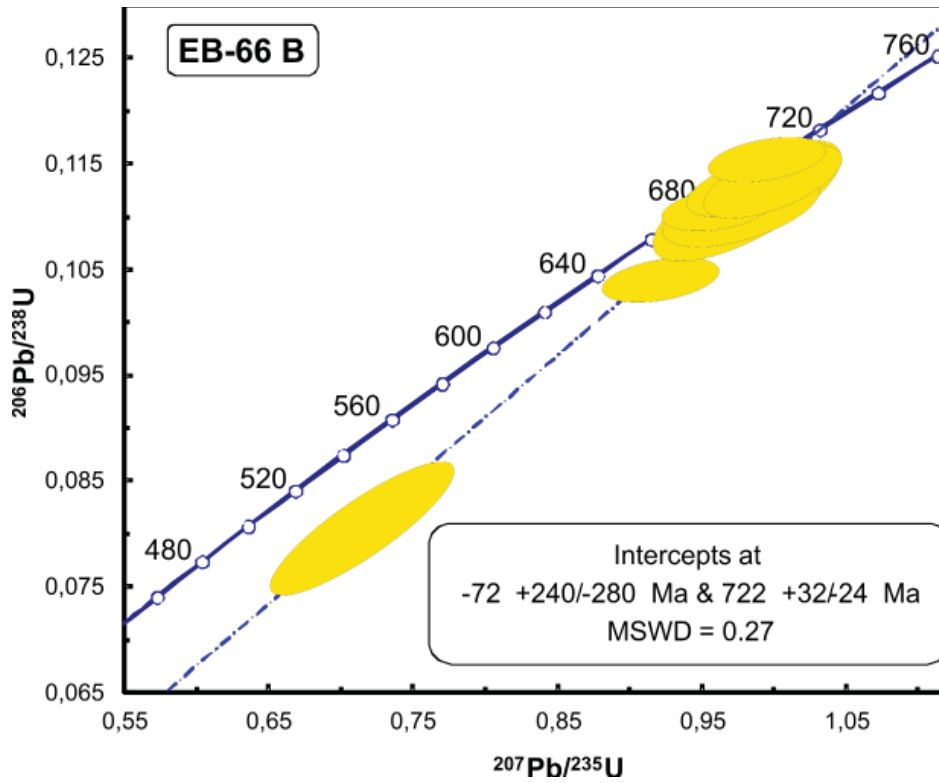


Figura 84 - Diagrama da concórdia com as idades U-Pb em zircão em LA-ICP-MS da amostra EB066.

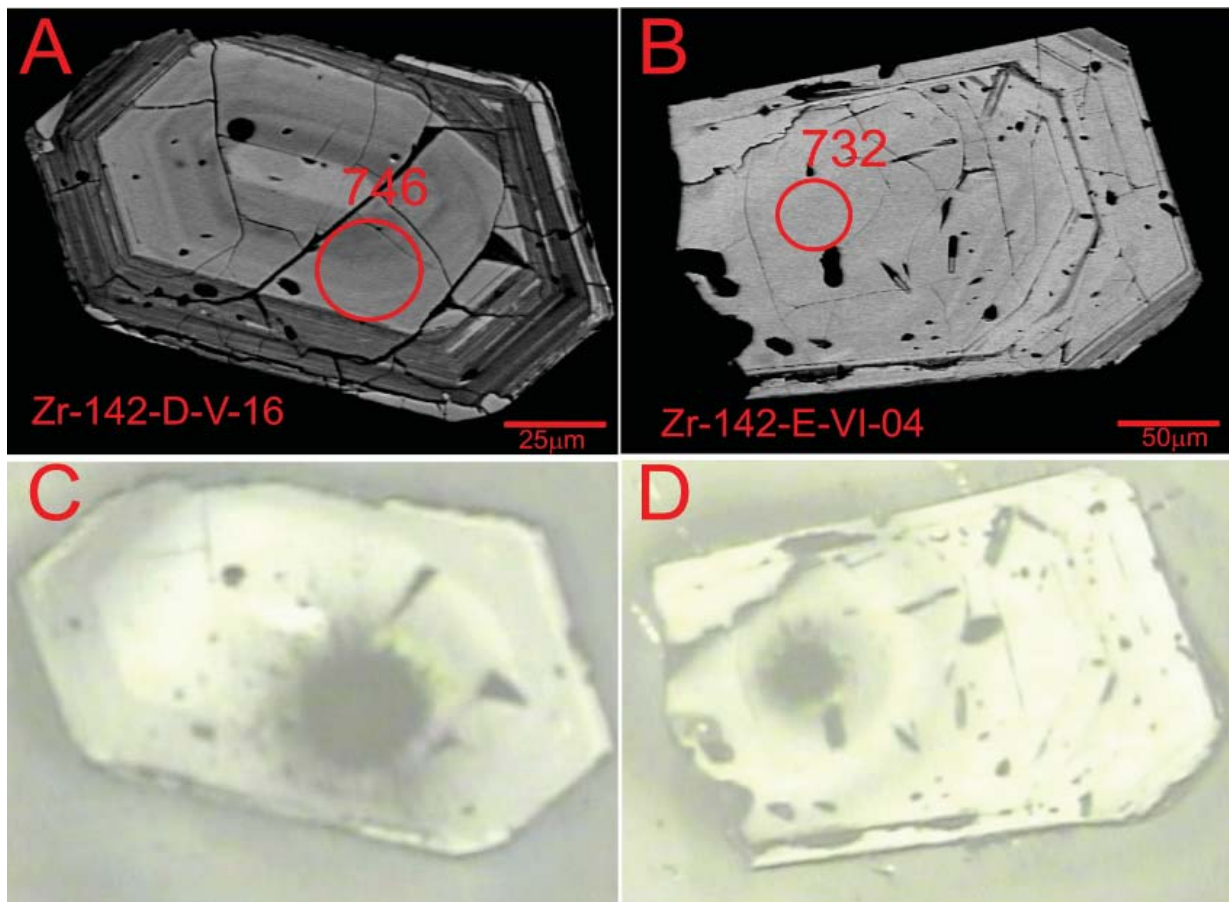


Figura 85 - Imagem de Scanning Electron Microscope (MEV) mostrando a estrutura interna de cristais de zircão representativos da amostra EB 328, o local da análise, número do ponto e a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$

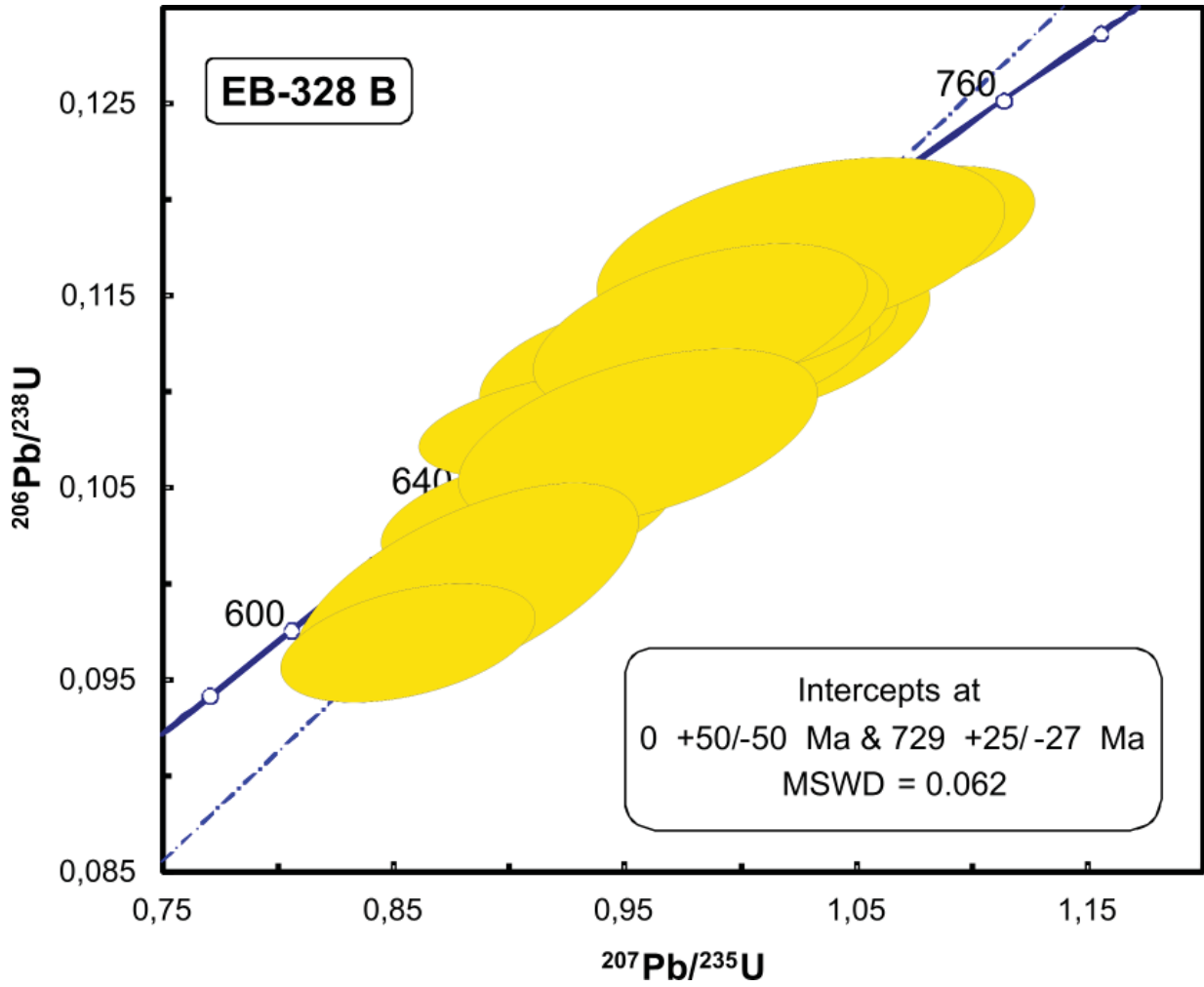


Figura 86 - Diagrama da concórdia com as idades U-Pb em zircão em LA-ICP-MS da amostra EB328B.

Tabela 10. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (890 – 700Ma).

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Sum %
Metadiorito Passinho													
EB-027A	75,38	14,34	1,19	0,13	0,39	5,09	2,65	0,03	0,03	0,02	<0,002	0,60	99,83
EB-027A2	75,62	14,02	1,60	0,08	0,44	5,24	1,94	<0,01	0,03	0,05	<0,002	0,90	99,88
EB-029A	63,54	12,14	10,45	2,83	5,96	2,86	0,70	0,98	0,14	0,14	0,01	0,10	99,84
EB-100	62,31	16,08	5,53	2,25	5,27	3,44	1,87	0,48	0,11	0,09	0,003	2,40	99,83
EB-105C	58,16	17,31	6,22	4,12	5,75	4,22	0,89	0,71	0,16	0,10	0,02	2,10	99,75
Granodiorito Fazenda do Posto													
EB-022A	70,11	15,73	2,90	0,90	3,44	4,57	0,58	0,19	0,08	0,08	0,002	1,30	99,88
EB-023A	66,64	14,77	4,81	2,61	4,33	3,48	1,01	0,35	0,21	0,06	0,01	1,50	99,78
EB-113A	71,51	14,84	2,84	0,45	1,34	4,54	3,27	0,17	0,05	0,05	<0,002	0,60	99,68
EB-128	71,35	16,44	1,38	0,24	2,08	5,85	1,79	0,10	0,03	0,02	<0,002	0,50	99,79
Metagranitoides Sanga da Cachoeira													
EB-008B	48,78	18,39	11,18	5,17	6,86	3,49	1,72	0,91	0,25	0,18	0,003	2,80	99,73
EB-020B	41,77	16,68	13,08	10,34	10,77	2,35	0,53	1,88	0,05	0,13	0,003	2,00	99,64
EB-126A	54,16	15,89	13,60	4,04	4,32	5,26	0,36	1,25	0,21	0,21	0,003	0,50	99,81
EB-135	68,38	12,96	5,80	2,20	4,50	3,12	0,70	0,46	0,11	0,09	0,01	1,50	99,86
EB-137G	47,65	16,50	10,01	7,21	8,57	3,57	0,23	1,12	0,18	0,17	0,03	4,50	99,78
EB-142A	57,88	4,90	10,31	13,67	9,85	0,56	0,23	0,26	0,01	0,29	0,05	1,70	99,72
EB-143A	70,86	12,83	4,75	1,14	2,82	3,25	1,64	0,33	0,08	0,10	<0,002	2,10	99,86
EB-144A	49,41	15,29	12,51	7,26	8,86	3,27	0,90	0,77	0,14	0,20	0,01	1,10	99,73
EB-173A	49,52	13,51	16,69	6,30	10,03	2,34	0,16	1,01	0,15	0,23	0,02	-0,20	99,79

< - Abaixo do limite de detecção; LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.

Tabela 11. Resultados das análises de elementos traços dos Granitoídes relacionados ao regime de Arco (890 – 700Ma).

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Metadiorito Passinho																			
EB-027A	2,20	<1	1520	<1	0,60	0,30	11,60	0,80	1,40	34,20	<1	237,40	0,10	0,60	<0,1	15,00	<0,5	24,80	2,60
EB-027A2	2,10	<1	964	<1	0,70	0,20	10,80	0,70	1,30	26,20	<1	255,00	<0,1	0,40	<0,1	9,00	<0,5	26,10	3,30
EB-029A	17,00	26	274	<1	19,90	0,10	13,90	4,40	11,10	11,80	1,00	241,70	0,80	4,70	1,10	184,00	1,50	161,20	35,10
EB-100	8,30	14	696	<1	14,00	0,40	13,70	3,00	4,00	33,50	<1	327,00	0,20	1,30	0,30	91,00	<0,5	115,00	13,00
EB-105C	51,10	16	486	<1	21,80	0,50	18,50	2,90	3,40	11,20	<1	748,80	0,20	0,80	0,30	148,00	<0,5	110,30	15,50
Granodiorito Fazenda do Posto																			
EB-022A	3,30	3	383	3	3,00	0,40	14,90	2,10	7,80	9,00	<1	607,60	0,50	1,70	0,40	36,00	<0,5	69,00	5,30
EB-023A	44,40	7	179	1	11,70	0,50	18,50	2,40	3,90	15,90	<1	1093,00	0,30	2,50	0,60	76,00	<0,5	84,00	5,20
EB-113A	2,60	2	2374	1	1,80	0,50	20,70	2,40	3,60	38,40	1,00	427,40	0,20	0,50	0,50	28,00	3,80	62,10	4,90
EB-128	0,80	1	1112	<1	0,80	0,90	17,80	2,40	1,00	32,50	<1	830,30	<0,1	0,30	0,30	20,00	<0,5	67,90	3,20
Metagranitoídes Sanga da Cachoeira																			
EB-008B	12,40	33	412	1	28,70	0,50	18,00	2,40	7,40	32,20	<1	603,30	0,40	1,60	0,60	262,00	<0,5	86,80	22,70
EB-020B	60,50	50	176	<1	71,60	0,20	19,00	0,90	1,10	7,50	<1	574,40	<0,1	<0,2	<0,1	503,00	<0,5	19,50	15,70
EB-126A	13,70	30	242	<1	25,00	1,20	18,10	2,70	2,50	7,70	<1	296,30	<0,1	0,50	0,20	279,00	<0,5	84,40	20,10
EB-135	11,50	18	375	<1	12,50	0,40	12,00	3,90	6,10	14,90	1,00	244,00	0,30	4,30	0,80	113,00	<0,5	126,80	19,70
EB-137G	70,50	36	113	<1	39,10	0,50	16,30	2,10	1,20	3,20	<1	189,30	<0,1	1,00	0,30	249,00	<0,5	89,40	23,10
EB-142A	27,60	59	78	<1	46,40	<0,1	6,60	1,10	2,40	2,30	<1	31,00	0,10	1,50	0,40	175,00	<0,5	37,30	16,00
EB-143A	2,40	15	666	<1	6,90	0,50	11,60	3,50	4,70	30,40	<1	272,80	0,30	2,80	0,80	40,00	<0,5	107,30	21,40
EB-144A	15,70	43	269	<1	43,20	0,30	15,40	0,60	3,30	9,80	<1	397,90	0,20	0,50	0,30	348,00	<0,5	22,00	12,00
EB-173A	15,80	51	75	<1	34,10	<0,1	15,00	2,20	2,90	3,00	<1	52,60	<0,1	0,80	0,10	398,00	<0,5	52,40	27,10

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 12. Resultados das análises dos elementos terras raras dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (890 – 700Ma).

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ ETR	Eu/Eu*	(La/Lu) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Lu) _N
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
Metadiorito Passinho																			
EB-027A	3,60	6,40	0,90	3,50	0,54	0,17	0,58	0,07	0,41	0,08	0,27	0,04	0,29	0,05	16,9	0,93	4,04	2,75	1,38
EB-027A2	3,50	6,70	0,91	3,70	0,62	0,18	0,56	0,10	0,51	0,11	0,29	0,06	0,39	0,08	17,71	0,93	2,46	2,33	0,83
EB-029A	13,70	37,00	4,17	17,10	4,13	1,20	4,80	0,89	5,25	1,18	3,45	0,55	3,61	0,57	97,6	0,82	1,35	1,37	1,00
EB-100	11,00	18,00	2,42	8,80	1,94	0,68	2,02	0,36	2,02	0,42	1,24	0,20	1,22	0,20	50,52	1,05	3,09	2,34	1,20
EB-105C	10,40	23,20	3,20	13,70	3,20	0,86	3,19	0,48	2,85	0,50	1,49	0,21	1,41	0,20	64,89	0,82	2,92	1,34	1,90
Granodiorito Fazenda do Posto																			
EB-022A	13,50	25,60	2,98	11,10	1,88	0,48	1,33	0,19	0,92	0,14	0,44	0,07	0,48	0,08	59,19	0,93	9,48	2,96	1,98
EB-023A	16,20	32,30	3,86	16,30	2,34	0,73	1,64	0,23	0,99	0,20	0,46	0,08	0,41	0,06	75,80	1,13	15,17	2,85	3,25
EB-113A	2,80	6,90	0,93	4,30	0,95	0,36	0,96	0,15	0,90	0,15	0,39	0,06	0,49	0,08	19,42	1,15	1,96	1,21	1,43
EB-128	1,20	2,40	0,33	1,40	0,50	0,20	0,53	0,09	0,57	0,10	0,33	0,05	0,32	0,05	8,07	1,18	1,35	0,99	1,26
Metagranitoides Sanga da Cachoeira																			
EB-008B	14,30	29,90	3,94	18,20	3,87	1,19	3,69	0,63	3,79	0,80	2,32	0,38	2,37	0,37	85,75	0,96	2,17	1,52	1,19
EB-020B	2,50	5,80	1,17	6,50	2,27	0,90	3,05	0,51	2,93	0,57	1,55	0,21	1,18	0,17	29,31	1,04	0,82	0,45	2,14
EB-126A	6,60	16,70	2,44	13,00	3,07	1,18	3,47	0,58	3,44	0,69	1,97	0,32	2,05	0,32	55,83	1,10	1,16	0,88	1,29
EB-135	15,30	29,90	4,21	17,30	3,37	0,80	3,11	0,53	3,17	0,69	2,10	0,33	2,06	0,35	83,22	0,75	2,45	1,87	1,06
EB-137G	4,90	13,00	2,02	10,30	2,86	1,12	3,62	0,65	3,80	0,84	2,40	0,37	2,47	0,35	48,70	1,06	0,78	0,71	1,23
EB-142A	4,90	11,10	1,80	8,30	2,27	0,50	2,54	0,47	2,67	0,59	1,59	0,24	1,60	0,25	38,82	0,63	1,10	0,89	1,21
EB-143A	11,30	24,50	3,23	13,20	3,02	0,70	3,11	0,58	3,16	0,78	2,23	0,36	2,31	0,38	68,86	0,69	1,67	1,54	0,97
EB-144A	4,50	9,20	1,28	5,80	1,45	0,58	1,81	0,32	2,06	0,46	1,39	0,22	1,37	0,22	30,66	1,09	1,15	1,28	0,98
EB-173A	5,70	13,60	1,98	9,10	2,79	0,85	3,22	0,64	3,83	0,97	2,96	0,46	2,90	0,43	49,43	0,86	0,74	0,84	0,89

Tabela 13. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (890 – 700Ma).

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
Metadiorito Passinho														
EB-027A	<0,1	1,50	3,30	2,00	2,20	0,90	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-027A2	0,20	3,80	4,40	4,00	2,10	0,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	6,30	<0,01	<0,1	<0,5
EB-029A	0,40	72,80	2,20	29,00	17,00	1,80	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	2,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-100	0,10	4,00	2,80	46,00	8,30	2,90	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-105C	0,30	54,50	2,50	49,00	51,10	2,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,70	<0,01	<0,1	0,90
Granodiorito Fazenda do Posto														
EB-022A	0,20	5,30	1,20	39,00	3,30	1,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-023A	0,10	5,10	1,30	38,00	44,40	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-113A	<0,1	4,10	1,70	75,00	2,60	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-128	<0,1	3,90	2,40	27,00	0,80	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	<0,1	<0,5
Metagranitoides Sanga da Cachoeira														
EB-008B	0,10	78,50	2,30	69,00	12,40	<0,5	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	0,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-020B	0,20	164,90	0,50	31,00	60,50	5,00	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-126A	0,50	51,40	1,30	44,00	13,70	5,20	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	2,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-135	0,30	5,00	2,00	42,00	11,50	0,80	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-137G	0,20	61,20	1,20	50,00	70,50	5,40	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-142A	0,10	45,90	0,40	19,00	27,60	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-143A	0,40	12,90	1,60	54,00	2,40	1,30	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	3,20	0,01	<0,1	<0,5
EB-144A	0,20	73,00	4,20	57,00	15,70	<0,5	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	1,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-173A	0,20	89,00	0,70	24,00	15,80	0,50	<0,1	0,30	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 14. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 – 640Ma).

Granitoides	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Sum %
EB-305A	75,93	12,15	1,64	0,06	0,21	2,39	6,95	0,08	0,02	0,01	<0,002	0,40	99,87
EB-329	75,54	12,45	2,21	0,14	0,49	3,45	4,71	0,12	0,08	0,04	<0,002	0,70	99,94
EB-328A	74,68	12,59	1,38	0,11	0,42	3,44	5,43	0,10	0,02	0,02	<0,002	0,00	98,20
EB-302A	72,31	13,54	3,34	0,41	1,35	3,62	4,71	0,27	0,05	0,03	<0,002	0,10	99,73
EB-327B	71,35	14,12	3,00	0,54	1,34	3,48	5,39	0,31	0,10	0,04	<0,002	0,10	99,79
EB-319B	70,90	14,33	3,07	0,53	1,85	4,00	4,07	0,30	0,07	0,06	<0,002	0,70	99,85
EB-066A	68,17	16,12	3,01	1,05	2,93	4,72	2,37	0,39	0,14	0,04	<0,002	0,70	99,65
Dioritos													
EB-318B	63,36	16,23	4,95	1,77	3,75	4,33	2,73	0,54	0,22	0,08	0,00	1,70	99,66
EB-337A	62,43	16,40	7,90	1,21	3,63	4,03	2,58	0,69	0,49	0,13	<0,002	0,20	99,70
EB-295A	60,67	17,02	5,53	1,84	3,63	4,94	3,67	0,59	0,27	0,09	<0,002	1,30	99,58
EB-067B	58,12	15,69	7,60	4,34	6,49	3,67	1,28	0,92	0,19	0,13	0,01	1,30	99,77
EB-303B	56,80	16,48	10,50	3,90	3,67	2,74	3,45	0,77	0,27	0,16	0,02	0,90	99,69
EB-334A	50,98	12,01	8,46	9,37	10,81	2,31	1,90	1,19	0,42	0,15	0,08	1,90	99,62
Gabros e máficas													
EB-309	53,83	14,75	11,21	3,37	6,16	3,87	2,03	2,30	1,27	0,17	<0,002	0,70	99,68
EB-344A	51,24	15,47	10,80	6,13	8,96	2,90	1,24	1,10	0,11	0,18	0,02	1,60	99,78
EB-297	50,29	17,78	9,60	4,77	7,72	3,96	1,64	1,79	0,32	0,13	0,01	1,60	99,64
EB-310A	47,99	14,49	16,50	3,75	6,51	3,70	2,03	3,00	1,21	0,23	<0,002	0,20	99,62
EB-296E	47,96	16,30	12,33	6,57	8,48	2,79	0,98	2,01	0,40	0,17	0,01	1,70	99,69
EB-302D	47,74	15,24	11,86	6,74	9,32	2,76	0,88	2,65	0,24	0,14	0,02	2,10	99,64
EB-381A	46,74	14,19	9,87	13,00	10,08	1,79	0,49	0,54	0,09	0,16	0,04	2,70	99,69
EB-370A	46,59	16,38	13,74	6,84	10,65	2,42	0,44	1,44	0,30	0,19	0,03	0,70	99,72
EB-310C	46,48	16,75	13,18	6,95	7,51	3,26	0,88	2,33	0,43	0,17	0,00	1,70	99,68

< - Abaixo do limite de detecção; LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.

Tabela 15. Resultados das análises de elementos traços dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 – 640Ma).

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Granitoides																			
EB-305A	<20	<1	1083	1	1,00	1,40	12,20	3,60	3,40	134,80	<1	131,30	0,60	9,30	1,20	<8	<0,5	97,20	3,70
EB-329	<20	2	191	8	1,00	5,80	21,00	7,80	30,00	282,50	14,00	40,40	3,20	33,50	3,50	<8	<0,5	170,00	82,50
EB-328A	<20	<1	261	<1	0,90	0,40	15,90	2,10	4,60	101,20	<1	62,00	0,20	3,70	0,60	<8	<0,5	71,20	3,50
EB-302A	<20	2	1699	<1	2,80	0,40	13,50	6,10	3,20	58,50	<1	186,60	0,10	13,70	1,20	14,00	<0,5	196,80	5,30
EB-327B	<20	2	1262	2	3,40	1,40	15,20	5,80	12,50	131,90	2,00	364,90	1,10	16,90	2,30	23,00	<0,5	191,30	13,40
EB-319B	<20	4	535	5	3,50	3,00	19,10	6,50	19,20	184,20	5,00	183,20	2,10	19,40	3,60	25,00	<0,5	198,70	53,80
EB-066A	<20	2	1924	2	6,80	1,00	15,30	3,30	3,20	43,60	<1	930,10	0,20	3,20	0,70	<8	<0,5	151,50	2,60
Dioritos																			
EB-318B	<20	8	1361	2	10,40	2,10	20,40	4,80	9,60	56,80	<1	925,40	0,50	7,00	1,60	69,00	0,60	183,50	12,70
EB-337A	<20	14	1036	4	10,20	4,20	24,00	10,10	31,10	104,60	3,00	448,30	1,40	11,40	2,50	32,00	<0,5	448,00	42,40
EB-295A	<20	7	1586	2	10,70	1,50	22,10	5,80	11,00	75,80	1,00	1072,00	0,70	15,00	5,90	71,00	0,90	189,30	16,20
EB-067B	32	26	442	2	24,10	1,10	16,00	4,30	9,90	33,40	2,00	456,80	0,50	6,90	2,20	107,00	0,70	175,50	35,10
EB-303B	56	16	858	2	23,50	3,10	20,20	4,20	14,30	107,70	2,00	740,40	1,80	6,50	1,40	130,00	<0,5	148,90	16,20
EB-334A	112	48	611	1	35,40	0,70	15,90	5,90	13,50	40,40	1,00	555,00	0,70	6,30	1,40	225,00	1,00	192,80	22,30
Gabros																			
EB-309	<20	18	836	3	27,50	1,00	21,40	6,80	24,10	50,30	3,00	527,40	1,60	1,80	0,80	156,00	<0,5	293,50	43,70
EB-344A	60	37	182	<1	39,60	0,70	16,10	2,20	3,50	30,20	<1	391,30	0,20	0,90	0,40	228,00	<0,5	70,00	20,90
EB-297	25	18	941	2	31,40	1,00	19,90	3,90	16,60	42,80	2,00	490,40	0,90	3,00	0,50	204,00	0,70	120,30	27,40
EB-310A	<20	22	840	3	37,60	0,70	23,70	10,50	33,90	47,50	3,00	583,30	1,90	2,20	0,80	183,00	<0,5	448,20	54,70
EB-296E	68	26	286	1	44,10	1,10	18,70	3,80	11,40	24,80	1,00	567,50	0,50	1,10	0,30	237,00	0,50	142,40	24,20
EB-302D	52	32	612	<1	44,90	0,60	16,50	2,50	6,50	21,50	<1	511,90	0,40	2,10	0,60	328,00	1,70	98,50	15,10
EB-381A	131	33	147	<1	63,60	1,00	12,50	1,20	2,40	11,50	<1	321,90	<0,1	0,90	0,30	142,00	<0,5	41,10	11,30
EB-370A	83	36	222	<1	45,90	1,20	19,30	0,70	5,90	13,10	<1	511,50	0,30	0,50	0,10	423,00	<0,5	24,40	20,10
EB-310C	104	20	355	1	57,90	0,50	19,10	4,50	16,00	17,60	2,00	646,10	0,90	1,70	0,50	227,00	<0,5	186,60	26,60

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 16. Resultados das análises dos elementos terras raras dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 – 640Ma).

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ TR	Eu/Eu*	(La/Lu) ^N	(La/Sm) ^N	(Gd/Lu) ^N
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
Granitoides																			
EB-305A	28,50	50,10	5,11	15,70	1,96	0,68	1,47	0,12	0,57	0,13	0,33	0,06	0,44	0,08	105,25	1,17	2,89	3,93	0,72
EB-329	7,50	10,20	2,95	11,60	4,15	0,40	6,43	1,77	12,22	2,81	9,42	1,58	10,28	1,51	82,82	0,23	0,04	0,49	0,17
EB-328A	16,90	28,90	3,03	9,50	1,39	0,27	1,25	0,14	0,79	0,13	0,32	0,06	0,33	0,05	63,06	0,60	2,74	3,29	0,98
EB-327B	32,70	60,00	6,07	20,00	3,32	0,64	2,93	0,42	2,31	0,45	1,28	0,22	1,48	0,22	132,04	0,60	1,21	2,66	0,52
EB-319B	37,60	81,80	9,72	35,90	8,29	0,81	8,41	1,46	8,97	1,86	5,37	0,86	5,58	0,80	207,43	0,28	0,38	1,23	0,41
EB-302A	38,50	58,80	6,38	21,40	2,70	0,95	2,03	0,22	1,02	0,20	0,56	0,09	0,57	0,11	133,53	1,18	2,84	3,85	0,73
EB-066A	18,60	28,40	3,43	10,00	1,28	0,71	1,09	0,10	0,45	0,08	0,21	0,03	0,23	0,04	64,65	1,75	3,77	3,93	1,07
Dioritos																			
EB-318B	40,50	75,80	8,56	31,40	5,02	1,38	4,07	0,48	2,29	0,43	1,17	0,18	1,06	0,16	172,50	0,89	2,05	2,18	1,00
EB-337A	69,90	145,10	16,35	61,10	11,14	2,70	10,41	1,47	8,05	1,49	4,07	0,61	3,58	0,55	336,52	0,73	1,03	1,70	0,75
EB-295A	46,40	90,00	10,90	39,80	6,46	1,63	5,16	0,63	2,98	0,53	1,46	0,22	1,41	0,21	207,79	0,82	1,79	1,94	0,97
EB-067B	22,00	42,60	6,77	26,70	5,79	1,43	6,43	1,02	6,12	1,22	3,34	0,52	3,09	0,50	127,53	0,68	0,36	1,03	0,51
EB-303B	24,80	51,20	6,03	21,70	4,30	1,16	2,95	0,52	2,93	0,57	1,63	0,27	1,67	0,25	119,98	0,95	0,80	1,56	0,46
EB-334A	64,10	103,30	14,50	53,80	9,39	2,46	7,75	0,96	4,68	0,79	1,96	0,29	1,81	0,27	266,06	0,84	1,92	1,84	1,13
Gabros e máficas																			
EB-309	35,00	88,70	12,18	51,60	11,01	3,20	10,60	1,53	8,27	1,62	4,23	0,64	3,73	0,54	232,85	0,86	0,53	0,86	0,77
EB-344A	4,30	11,10	1,78	9,30	2,63	0,91	3,34	0,63	3,67	0,78	2,43	0,36	2,28	0,33	43,84	0,89	0,11	0,44	0,40
EB-297	40,60	82,40	10,36	38,80	6,17	1,66	6,10	0,89	4,67	1,01	2,83	0,46	2,80	0,43	199,18	0,79	0,77	1,78	0,56
EB-310A	53,10	118,40	15,67	65,50	13,52	3,85	12,90	1,83	10,28	1,96	5,17	0,78	4,75	0,69	308,40	0,85	0,62	1,06	0,74
EB-296E	18,20	41,70	5,79	24,60	5,11	1,75	5,23	0,84	4,34	0,90	2,35	0,37	2,14	0,33	113,65	0,98	0,45	0,96	0,62
EB-302D	14,10	29,30	4,00	17,00	3,28	1,13	3,41	0,53	2,75	0,56	1,49	0,22	1,39	0,21	79,37	0,98	0,54	1,16	0,64
EB-381A	4,20	10,00	1,47	6,80	1,70	0,69	1,98	0,35	1,94	0,41	1,19	0,18	1,08	0,17	32,16	1,09	0,20	0,67	0,46
EB-370A	9,30	20,50	3,03	14,40	3,30	1,24	3,72	0,62	3,45	0,71	1,88	0,29	1,70	0,27	64,41	1,03	0,28	0,76	0,54
EB-310C	20,90	47,90	6,36	27,50	5,89	1,99	5,74	0,87	4,87	0,93	2,51	0,39	2,34	0,35	128,54	1,00	0,48	0,96	0,65

Tabela 17. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico dos Granitoides relacionados ao regime de Arco (760 – 640Ma).

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
Granitoides														
EB-305A	0,20	1,10	6,50	8,00	1,60	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	0,60
EB-329	0,30	3,00	3,60	58,00	1,50	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,50	<0,5
EB-328A	0,60	0,40	8,90	18,00	1,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,30	<0,01	<0,1	<0,5
EB-302A	0,20	1,80	3,60	31,00	3,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-327B	0,30	4,70	4,90	31,00	4,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	0,20	<0,5
EB-319B	1,00	9,70	3,40	47,00	3,60	<0,5	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	2,60	<0,01	0,40	<0,5
EB-066A	<0,1	3,90	2,90	39,00	7,60	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	<0,1	<0,5
Dioritos														
EB-318B	0,70	9,60	11,70	72,00	7,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-337A	<0,1	6,70	2,50	121,00	2,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,20	<0,01	0,40	<0,5
EB-295A	0,30	9,60	14,20	56,00	5,80	5,00	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-067B	0,40	43,10	2,60	31,00	19,30	3,30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-303B	0,20	56,50	3,90	80,00	60,80	1,30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,30	<0,01	0,40	<0,5
EB-334A	0,10	57,20	3,10	21,00	25,40	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,00	<0,01	<0,1	<0,5
Gabros e máficas														
EB-309	0,40	16,90	2,00	73,00	3,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-344A	0,30	66,10	2,50	31,00	35,60	<0,5	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	0,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-297	0,40	20,90	3,80	44,00	18,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-310A	1,70	42,70	2,30	101,00	15,30	0,60	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	0,70	<0,01	0,20	0,60
EB-296E	0,80	48,90	1,10	53,00	43,10	1,80	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-302D	0,30	60,50	1,50	35,00	28,50	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-381A	0,10	60,50	1,00	22,00	65,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-370A	0,30	26,40	1,30	27,00	29,10	0,90	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	6,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-310C	0,80	36,20	2,30	39,00	71,00	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	0,01	<0,1	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 18. Dados de U-Pb em zircão da amostra EB066B obtidos pelo método LA-MC-ICP-MS *in situ*.

Spot number	Concordia 1				Concordia 2				Age (Ma)		%	Disc	f206	Th ppm	U ppm	Pb ppm					
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	\pm	Rho	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	\pm	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$							\pm	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm
Zr-143-D-IV-01	0,9838	2,72	0,1116	1,97	0,73	8,9642	1,97	0,0640	1,87	682	13	696	19	740	14	0,65	8	0,0153	441,1	680,7	85,5
Zr-143-D-IV-02	0,9898	2,01	0,1127	0,69	0,34	8,8711	0,69	0,0637	1,89	689	5	699	14	731	14	0,81	6	0,0025	514,4	638,6	87,3
Zr-143-D-IV-03	0,7129	3,75	0,0809	3,33	0,89	12,3654	3,33	0,0639	1,72	501	17	546	20	739	13	1,63	32	0,0186	1079,3	667,7	97,5
Zr-143-D-IV-05	0,9735	2,18	0,1105	1,27	0,58	9,0516	1,27	0,0639	1,77	676	9	690	15	739	13	0,88	9	0,0017	589,6	678,5	95,7
Zr-143-D-IV-06	0,9736	1,83	0,1120	0,97	0,53	8,9253	0,97	0,0630	1,56	685	7	690	13	709	11	0,65	3	0,0005	313,7	487,1	68,8
Zr-143-D-IV-07	0,9608	1,65	0,1107	0,82	0,50	9,0374	0,82	0,0630	1,43	677	6	684	11	708	10	0,76	4	0,0032	396,0	527,4	75,6
Zr-143-D-IV-08	0,9216	1,78	0,1039	0,85	0,48	9,6261	0,85	0,0643	1,57	637	5	663	12	753	12	0,95	15	0,0518	405,9	429,2	66,5
Zr-143-D-IV-10	0,9884	2,06	0,1128	1,14	0,55	8,8657	1,14	0,0636	1,72	689	8	698	14	727	12	0,62	5	0,0001	247,9	400,2	59,2
Zr-143-D-IV-12	0,9976	2,03	0,1129	1,16	0,57	8,8575	1,16	0,0641	1,66	690	8	703	14	744	12	1,01	7	0,0033	346,2	344,9	54,9
Zr-143-D-IV-13	0,9974	1,61	0,1151	0,78	0,48	8,6915	0,78	0,0629	1,42	702	5	702	11	704	10	1,14	0	0,0009	1340,8	1184,5	172,4

1. Sample and standard corrected after Pb and Hg blanks

2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ corrected after common Pb. Common Pb is calculated after $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age

3. $^{235}\text{U} = 1/137,88 \cdot \text{total U}$

4. GJ-1 standard

5. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

Tabela 19. Dados de U-Pb em zircão da amostra EB328C obtidos pelo método LA-MC-ICP-MS *in situ*.

Spot number	Concordia 1		Rho	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Age (Ma)	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	error	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	error	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	% Disc.	f206	Th ppm	U ppm	Pb ppm
Zr-142-C-IV-17	0,9873	3,40	0,1130	1,47	0,43	0,0633	3,07	690	10	697	24	720	22	0,3	0,0022	60,4	187,0	22,6
Zr-142-D-V-01	0,9646	2,67	0,1099	0,96	0,36	0,0637	2,49	672	6	686	18	731	18	0,4	0,0052	116,0	300,9	37,1
Zr-142-D-V-02	0,9609	3,74	0,1088	2,48	0,66	0,0641	2,80	666	17	684	26	744	21	0,3	0,0012	62,2	228,6	26,1
Zr-142-D-V-04	0,9989	3,41	0,1137	1,10	0,32	0,0637	3,22	694	8	703	24	732	24	0,4	0,0024	76,7	178,4	23,1
Zr-142-D-V-05	1,0388	3,51	0,1182	1,37	0,39	0,0637	3,24	720	10	723	25	732	24	0,6	0,0032	118,2	188,1	28,5
Zr-142-D-V-06	0,9192	5,41	0,1040	1,17	0,22	0,0641	5,29	638	7	662	36	744	39	0,5	0,0055	59,9	120,8	14,9
Zr-142-D-V-13	0,9861	3,23	0,1120	1,03	0,32	0,0638	3,06	685	7	697	22	736	23	0,5	0,0080	110,0	233,5	30,3
Zr-142-D-V-14	0,9941	3,69	0,1127	1,79	0,48	0,0640	3,23	688	12	701	26	740	24	0,8	0,0014	119,2	155,2	23,7
Zr-142-D-V-18	0,9887	3,31	0,1133	1,34	0,41	0,0633	3,02	692	9	698	23	717	22	0,6	0,0013	116,3	180,3	26,1
Zr-142-E-VI-01	1,0077	2,93	0,1153	1,52	0,52	0,0634	2,51	703	11	708	21	722	18	0,6	0,0009	81,5	133,5	19,1
Zr-142-E-VI-04	1,0269	3,47	0,1176	1,66	0,48	0,0633	3,05	717	12	717	25	719	22	0,7	0,0013	80,6	119,1	16,9
Zr-142-E-VI-05	0,9737	3,62	0,1117	1,59	0,44	0,0632	3,25	683	11	690	25	715	23	0,5	0,0005	67,5	142,5	18,3
Zr-142-E-VI-08	0,9479	3,55	0,1081	1,22	0,34	0,0636	3,34	662	8	677	24	728	24	0,7	0,0015	78,1	113,0	14,5
Zr-142-E-VI-09	0,9907	3,12	0,1137	1,21	0,39	0,0632	2,88	694	8	699	22	714	21	0,6	0,0011	92,6	165,0	20,6
Zr-142-E-VI-10	0,9778	3,08	0,1134	1,54	0,50	0,0626	2,68	692	11	692	21	693	19	0,4	0,0004	90,7	225,4	22,8
Zr-142-E-VI-12	0,9099	2,90	0,1038	1,28	0,44	0,0636	2,61	637	8	657	19	728	19	0,5	0,0032	98,1	203,0	24,8
Zr-142-E-VI-15	0,9475	3,19	0,1072	1,72	0,54	0,0641	2,69	657	11	677	22	744	20	0,5	0,0016	136,3	277,9	34,0
Zr-142-E-VI-17	0,8836	3,46	0,0998	2,19	0,63	0,0642	2,67	613	13	643	22	749	20	0,6	0,0016	125,6	195,8	24,4
Zr-142-D-V-16	0,8575	2,55	0,0970	1,38	0,54	0,0641	2,15	597	8	629	16	746	16	0,5	0,0027	103,9	199,7	24,2

1. Sample and standard corrected after Pb and Hg blanks

2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ corrected after common Pb. Common Pb is calculated after $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age

3. $^{235}\text{U} = 1/137,88 \cdot \text{total U}$

4. GJ-1 standard

5. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios, absolute for ages)

7- COMPLEXOS OFIOLÍTICOS

Neste capítulo serão tratadas as associações máfico-ultramáficas relacionadas ao termo tradicional de “Cerro Mantiqueiras”, caracterizados, atualmente, como complexos ofiolíticos. A presença de ofiolitos nos registros geológicos do Neoproterozoico no Rio Grande do Sul, como fragmentos esparsos e incompletos, tornam-se importantes no entendimento da evolução dos processos geotectônicos que tiveram lugar nos estágios finais do Precambriano do sul do Brasil. Na Folha Lagoa da Meia Lua estes ofiolitos são remanescentes de crosta oceânica destruída durante a amalgamação ocorrida durante a formação do Supercontinente Gondwânico e estão restritos ao bloco São Gabriel, limitados pelas zonas de cisalhamentos Ibaré e Irapuã (Figura 68).

O termo “Cerro Mantiqueiras” foi empregado como hierarquias e significados geotectônicos

diferentes ao longo do tempo. Foi definido na região homônima e englobam as associações de rochas máfico-ultramáficas que ocorrem na forma de escamas nos terrenos TTG e sequências vulcano-sedimentares de arco. Foi definido por Goñi (1962) como Formação Cerro Mantiqueiras, localizada ao sul do Granito Lavras, fora da Folha em estudo, e foi posteriormente individualizada em diversos corpos de ultramáficas, como, por exemplo: Palmas (Garcia, 1980), Passo do Ivo (Oliveira, 1982), Ibaré – Sequência Corticeira (Naumann, 1985), presentes na Folha Lagoa da Meia Lua; Cerro Mantiqueiras (Leite, 1997), parcialmente na Folha; e Arroio Lageadinho (Wildner, 1990), Serrinha (Vieira, 1981), Mudador (Passo Feio - Macedo *et al.*, 1978, Bittencourt, 1983), Pedras Pretas (Rêgo, 1981), Complexo Bossoroca (Koppe *et al.*, 1985; Zarpelan, 1986), Complexo Cambaizinho (Remus, 1990), fora da Folha Lagoa da Meia Lua.

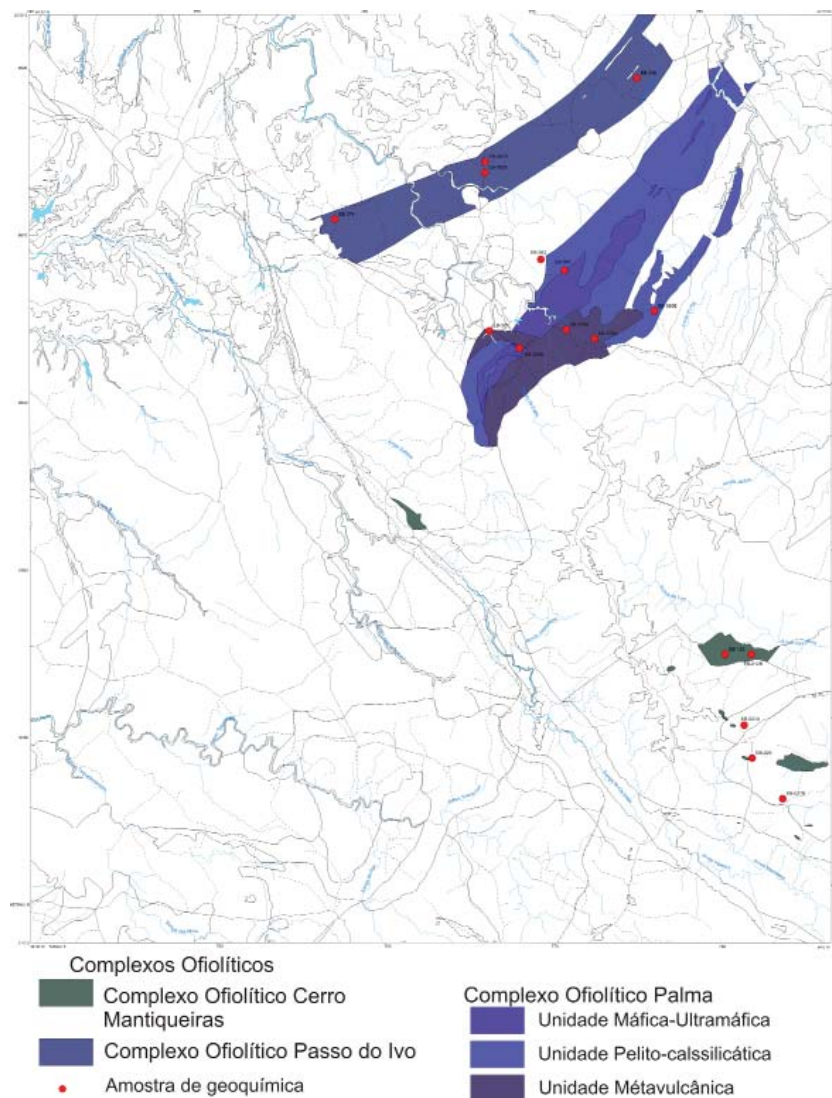


Figura 87 - Localização e distribuição das associações máfico-ultramáficas da Folha Lagoa da Meia Lua, com a localização de amostras de geoquímica.

Neste trabalho foram separadas em três grandes associações (Figura 87):

- o Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras, representado por corpos predominantemente ultramáficos, localizados de forma espalhada entre o terreno TTG ao sul dos granitos Lavras e Jaguari, mais o corpo individualizado por Naumann, na localidade de Ibaré;

- o Complexo Ofiolítico Passo do Ivo, uma faixa predominantemente composta por rochas ultramáficas, localizado ao norte do granito Jaguari e;

- o Complexo Ofiolítico Palma, localizado também ao norte do granito Jaguari, na vila da Palma, e composto por rochas ultramáficas e seus derivados, sedimentos químicos associados e um conjunto de rochas vulcânicas andesíticas e basálticas, com estratigrafia ainda não completamente definida.

7.1. Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras - NP2_{vc}m

Ocorre em três regiões principais na Folha Lagoa da Meia Lua:

- em continuidade com o “Cerro Mantiqueiras clássico”;

- em contato com o Granito Jaguari;

- em contato com o Monzogranito Santa Rita.

Aflora na forma de uma faixa alongada segundo

uma direção E-W. São rochas ultramáficas intensamente serpentinizadas,

Litologicamente o Complexo Ofiolítico Cerro da Mantiqueira constitui-se de corpos metaultramáficas, compostos predominantemente por harzburgitos, serpentinitos, xistos magnesianos e rochas a base de talco, clorita e tremolita.

Na região do Cerro Mantiqueiras as rochas ocorrem na forma de cristas alongadas na direção E-W (Figura 88), de 2 a 3 kms de comprimento por 500 metros de largura, corpos menores são comuns e alguns encontram-se encaixados na sequência vulcano-sedimentar.

No contato sul do Granito Jaguari ocorre um corpo com mais de 10 kms de comprimento e 8 de largura de rochas metaultramáficas, (Figura 89) já identificado pela UFRGS (2005). O relevo é arrasado, com afloramentos descontínuos, localmente com quartzitos. Há um predomínio de rochas ultramáficas com harzburgitos, serpentinitos, xistos magnesianos e talco xistos.

No contato com o Monzogranito Santa Rita (Figura 90), ocorrem dois corpos, um pouco significativo na escala de trabalho. São compostos por rochas ultramáficas e foram unidos na denominação de Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras, neste trabalho. Foi



Figura 88 - Afloramentos de rochas ultramáficas da unidade Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras encaixado em metadioritos e metatonalitos do “Cambai”. Detalhes da crista de ultramáficas e de um tremolítico (afloramento EB102).



Figura 89 - Afloramentos de rochas ultramáficas da unidade Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras no contato com o Granito Jaguari. Detalhe da crista de ultramáfica (afloramento EB017) e de um “acamadamento” ígneo (afloramento EB012).



Figura 90 - Afloramentos de rochas ultramáficas da unidade Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras no contato com o Monzogranito Santa Rita. Fonte: Góes (2012).

definido por Naumann (1985), como Sequência Corticeira. A Sequência Corticeira é representada por duas lentes de rochas ultramáficas, representados, principalmente, por xistos magnesianos e serpentinitos.

Metamorfismo de contato com as rochas monzograníticas formam cornubianitos, hornblenda hornfels e até albita e epidoto hornfels (Naumann, 1985). Metassomatismo sobre as lentes de rochas ultramáficas estão indicadas pela presença, de corpos métricos de rodingitos, turmalinitos e talco xistos (Naumann *et al.* 1984).

7.2. Complexo Ofiolítico Passo do Ivo - NP20cpi

Foi denominado de Maciço Máfico-Ultramáfico do Passo do Ivo por Oliveira (1982), localiza-se no norte da Folha, sendo composto por rochas ultramáficas serpentinizadas, xistos magnesianos, peridotitos, anfibolitos, hornblenda gabros e actinolita xistos como cristas alongadas de direção 70° NE (Figura 91). Foi considerado como um ofiolito parcial por Jost (1970), Szubert *et al.*



Figura 91 - Afloramentos de rochas ultramáficas da unidade Complexo Ofiolítico Passo do Ivo. Cristas de serpentinitos dispersas em um relevo arrasado (Afloramento EB373). Detalhe de uma destas cristas (afloramento EB373).

(1977) e Ribeiro e Fantinel (1978) ou como um Greenstone Belt por Oliveira (1982).

7.3. Complexo Ofiolítico Palma - NP2ucp

O Complexo já foi caracterizado como um *greenstone belt* por Garcia e Hartmann (1981) e como parte de um ofiolito por Szubert *et al.*, (1977). Constitui uma faixa nordeste-sudoeste que se estende para fora da Folha. Limita-se a sul com o Granito Jaguari, a leste com a Formação Pontas do Salso, a sudoeste com o Monzogranito Santa Rita e a oeste com a Suíte Lagoa da Meia Lua. Rochas da Bacia do Paraná podem recobri-la em diversas áreas. É formado por serpentinitos, xistos magnesianos variados, xistos básicos, anfibolitos de granulação fina, metagabros, metacherts, e BIF'S. Foi estudado por Jost (1966), Szubert *et al.* (1977), Garcia (1980), Chemale Júnior (1982), Santos *et al.* (1990), UFRGS (1996), Strieder *et al.* (2000) entre outros.

O complexo pode ser dividido em três unidades:

- uma unidade com predomínio de rochas meta-ultramáficas (Unidade Máfica-Ultramáfica - NP2μcpa);
- uma unidade metasedimentar (Unidade Pelito-calcissilicática - NP2cps);

- uma unidade de rochas metavulcânicas (Unidade Metavulcânica - NP2βcp).

A unidade de rochas metaultramáficas forma cristas de serpentinitos, principalmente no centro do complexo (Figura 92), com xistos magnesianos nas bordas, zonas mais arrasadas, mas podem ocorrer por toda a unidade (Figura 93). Também podem ocorrer rochas ricas em clastos de rochas ultramáficas, magnetita e componentes vulcanogênicos, formando zonas que lembram *melanges*(?) para alguns autores.

A unidade de rochas metasedimentares tem sua melhor exposição na região da Mina da Palma, onde ocorre uma mina de calcário. Os quartzitos (prováveis metacherts) ocorrem como corpos alongados, intercalados com as rochas metaultramáficas. Podem ocorrer ainda, localmente, formações ferríferas.

A unidade metavulcânica tem suas melhores exposições próximas a Mina da Palma. "Recobrem" os metacalcários e não apresentam a mesma deformação que as unidades anteriores. Variam de basaltos, a basalto-andesitos até andesitos. Boas descrições desta unidade podem ser encontradas em Lopes (2003) e Strieder *et al.* (2000). Por suas características possuem estratigrafia incerta.



Figura 92 - Afloramentos de rochas ultramáficas da unidade Complexo Ofiolítico Passo do Ivo. Cristas de serpentinitos dispersas em um relevo arrasado (Afloramento EB373). Detalhe de uma destas cristas (afloramento EB373).



Figura 93 - Afloramentos de rochas ultramáficas da unidade Complexo Ofiolítico Palma localizadas no norte área, ao fundo Platô da Ramada. Detalhe dos serpentinitos. (Afloramento EB 339).

7.4. Estrutura

A estruturação principal destas unidades é semelhante à encontrada para os “Gnaisses Cambaí”. Principalmente E-W para as rochas do Cerro Manti-queiras e NE para as presentes na região da Palma. São descritos pelo menos três eventos deformacionais (Fernandes *et al.*, 1995, Lopes, 2003, Strieder *et al.*, 2000, Saalman, 2004 e Saalman *et al.*, 2007), e podem ser visualizados nas (Figuras 94, 95 e 96).

7.5. Geoquímica

Trabalhos anteriores nesta unidade podem ser encontrados em Leite (1997), Palma (Garcia, 1980); Passo do Ivo (Oliveira, 1982) Ibaré – Sequência Corticeiro (Naumann, 1985).

Na região da Palma, principalmente sobre as rochas metavulcânicas, podem ser encontrados resultados geoquímicos em Lopes (2003), Strieder *et al.* (2000) e Hartmann (2003). As rochas básicas

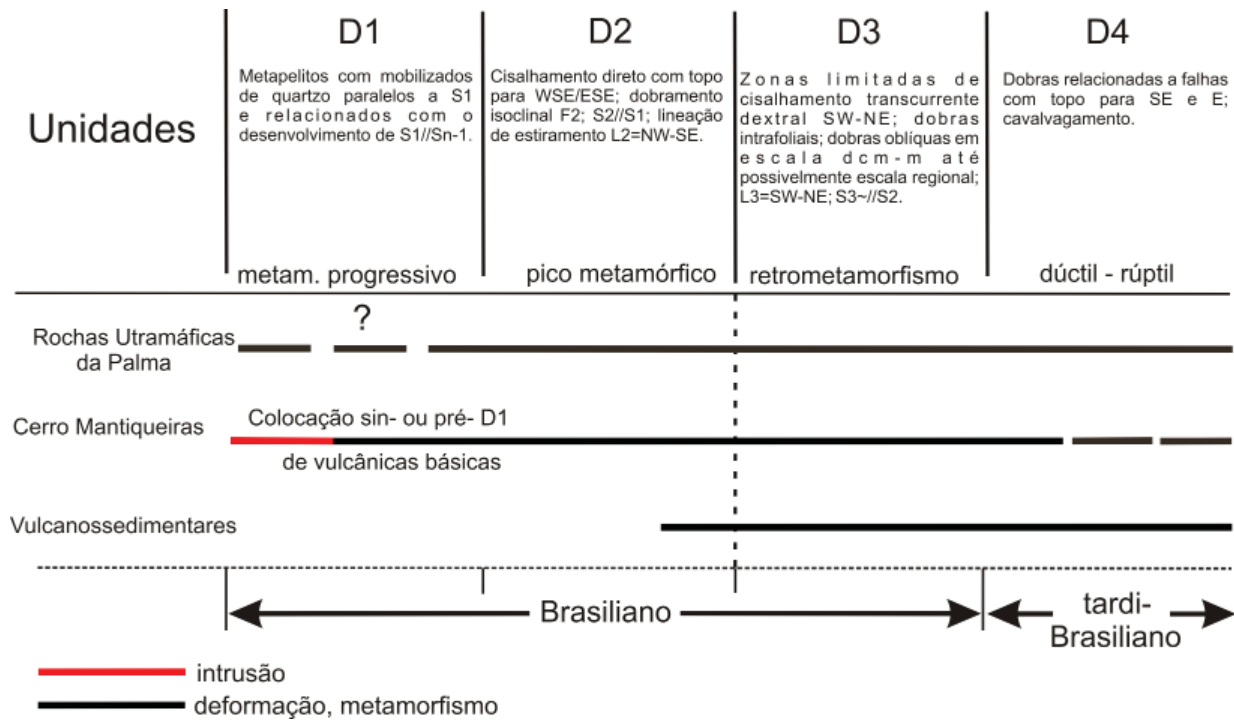


Figura 94 - Evolução estrutural das rochas do Arco de São Gabriel (Saalmann et al. 2006).

apresentam características de magmas cálcico-alcalinos de ambientes de arcos de ilha para Strieder *et al.* (2000) ou basaltos toleíticos a alcalinos intraplaca originados em um provável Platô Oceânico (Lopes 2003, Lopes e Hartmann 2003). Para Strieder *et al.* (2000) as rochas ultramáficas apresentam características semelhantes a komatiitos (dunitos).

Para este mapeamento foram analisadas 16 amostras no contexto máficas-ultramáficas (Tabelas 20, 21, 22, 23), sendo 06 do Cerro Mantiqueiras, com um quartzito; 06 da Faixa Palma e 04 da Faixa Passo do Ivo. Não há, na escala de mapeamento, como separar amostras por características geoquímicas, a separação é por domínio, portanto rochas máficas e/ou ultramáficas de unidades diferentes podem (e devem) ter características semelhantes. As separações são muitas vezes feitas sem o uso de um critério claro e definitivo, por isso os dados geoquímicos são, muitas vezes, tratados de forma conjunta. Também não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada e o grau de preservação das rochas ultramáficas (principalmente) há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro destas restrições e da pouca exposição dos afloramentos.

Geoquimicamente as rochas variam de alcalina-gabro a dioritos, no diagrama R1 versus R2 de De La Roche *et al.* (1980)(Figura 97). As amostras foram

separadas em cinco grupos, de acordo com as suas características químicas, quando usado digramas de elementos terras raras e diagrama de multi elementos. Um grupo com características condriticas, um grupo com características de manto primitivo, um grupo com característica MORB e dois grupos com características OIB.

Nos diagramas de correlação tipo Harker (Figura 98), no caso usando MgO como elemento de diferenciação, a correlação dos elementos maiores é boa, e negativa, com o SiO₂, ferro total (calculado como Fe₂O₃), Na₂O, K₂O, TiO₂ e MnO. Nos elementos traços também é boa e positiva para vários elementos metálicos relacionados a rochas máfico-ultramáficas como mostrado para o Cr₂O₃ o Ni e o Co e boa e negativa com o Ga.

As rochas das três unidades podem ser divididas em quatro grupos, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementares (Figura 99), com anomalia negativa de Nb, Ta e Ti e positiva em alguns elementos de alta carga como Cs. Estes comportamentos são compatíveis com rochas formadas em ambiente de subducção de crosta oceânica, com contaminação por sedimentos e/ou água do mar. Dentre os quatro grupos dois apresentam um padrão achatado, mas depletado em relação ao OIB, sendo mais semelhantes ao Condrito e ao Manto Primitivo, respectivamente. Um terceiro grupo apresenta um padrão inclinado, com achatamento das terras raras, sendo mais bem caracterizado com um padrão

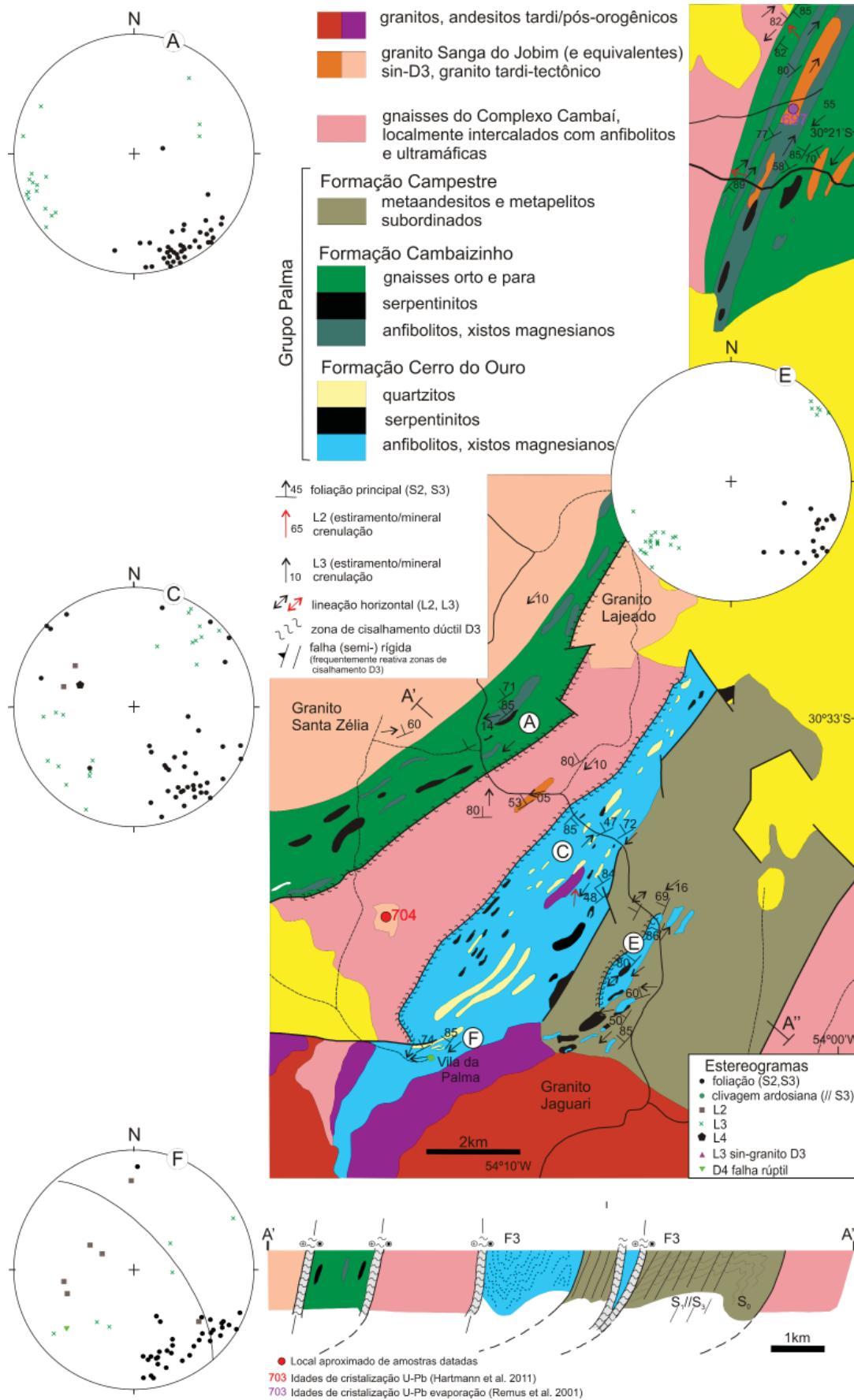


Figura 95 - Mapa geológico e estereogramas (projeção do hemisfério inferior) com dados estruturais da área da Vila da Palma, a partir de UFRGS (1995). Figura de Saalman et al. (2006).

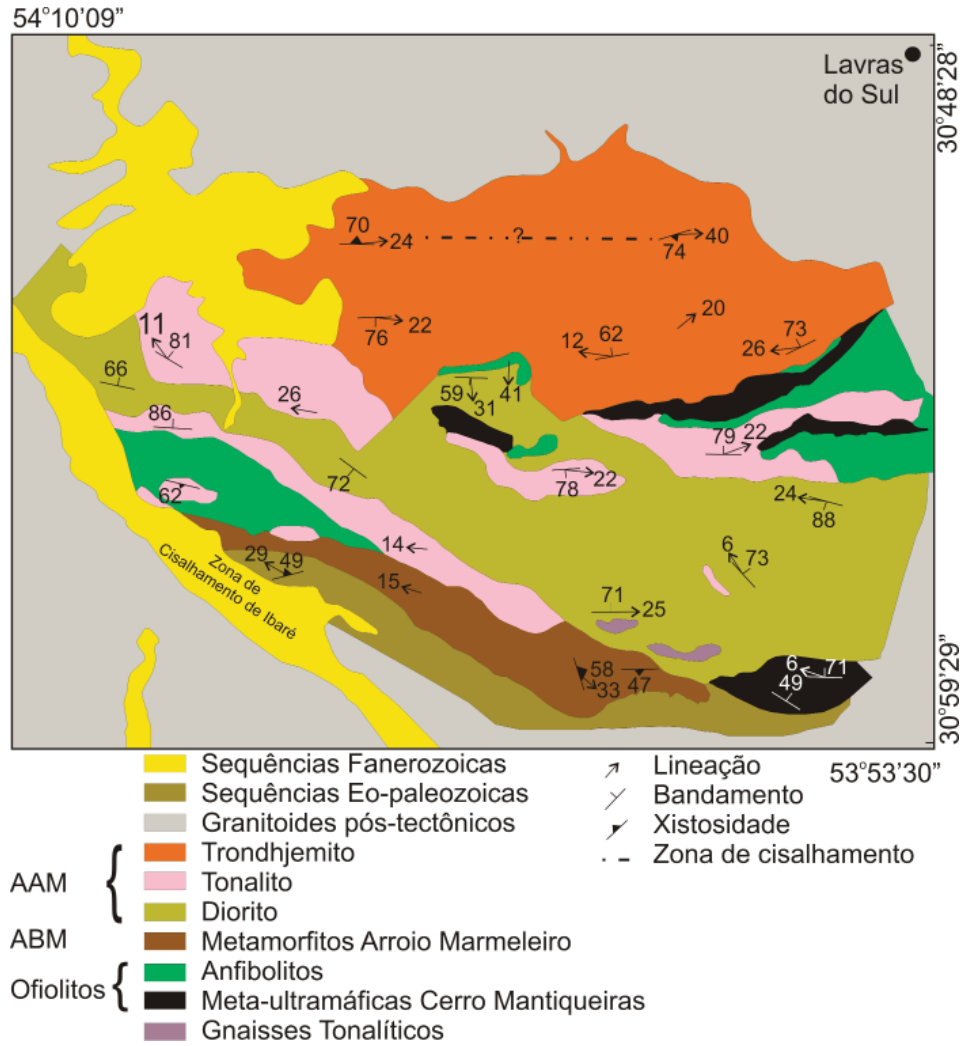


Figura 96 - Mapa simplificado com as unidades e esboço estrutural das rochas da região do Cerro Mantiqueiras (Fernades et al., 1995).

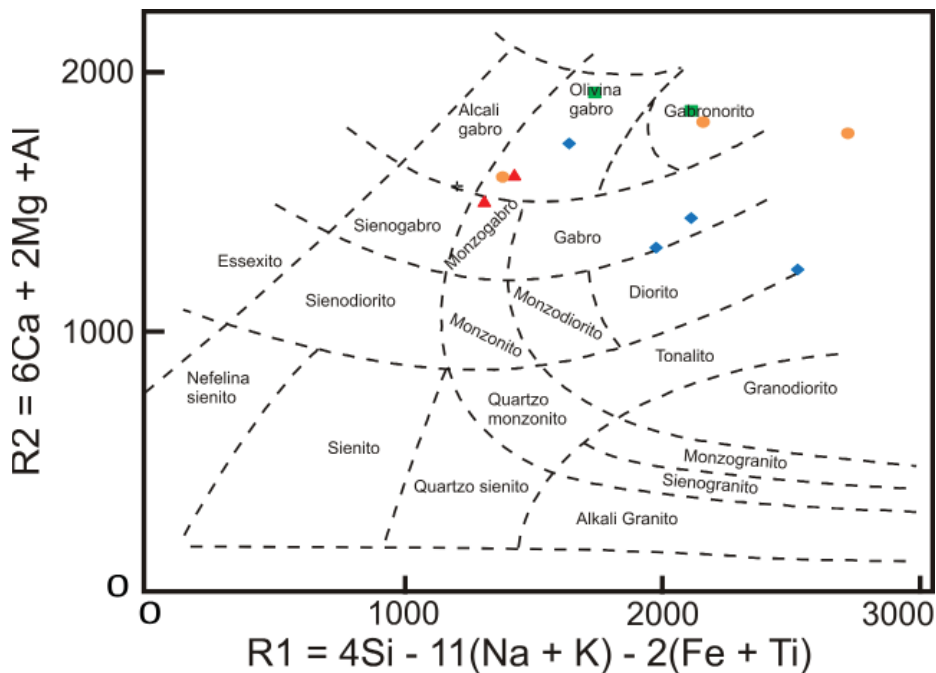


Figura 97 - Diagrama classificação de rochas plutônicas usando os parâmetros de variação multicatiônica R1 e R2 (De La Roche et al., 1980). Simbologia: circunferências - rochas ultramáficas magnesianas, quadrados - rochas ultramáficas ricas em ferro, cruces - rochas com características MORB, losângulos - rochas máficas com características cálcico-alcálicas, triângulos - rochas máficas com características toleíticas.

do tipo MORB. O quarto grupo esta representado, principalmente, pelas rochas vulcânicas, possui uma assinatura semelhante ao OIB.

No diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 100) o achatamento é bem marcado para o grupo das rochas vulcânicas básicas, e os outros três grupos tem um comportamento semelhante ao descrito no diagrama de multi elementos. A anomalia de Eu/Eu^* é pouco significativa em todos os grupos. E as rochas mais fracionadas nos elementos terras raras leves, quando comparadas com o OIB, marcado pela

razão $(La/Sm)_N$ variando entre 0,1 e 0,3 são as amostras caracterizadas como MORB.

No diagrama para rochas máficas e ultramáficas de Jensen (1976)(Figura 101), as rochas analisadas se distribuem desde o campo dos komatitos (dunitos) até toleitos e rochas cálcico-alcálicas.

No diagrama de posicionamento tectônico de Batchelor e Bowden (1985), as rochas desta unidade caem no campo das rochas derivadas do manto ou pré- colisionais (Figura 102).

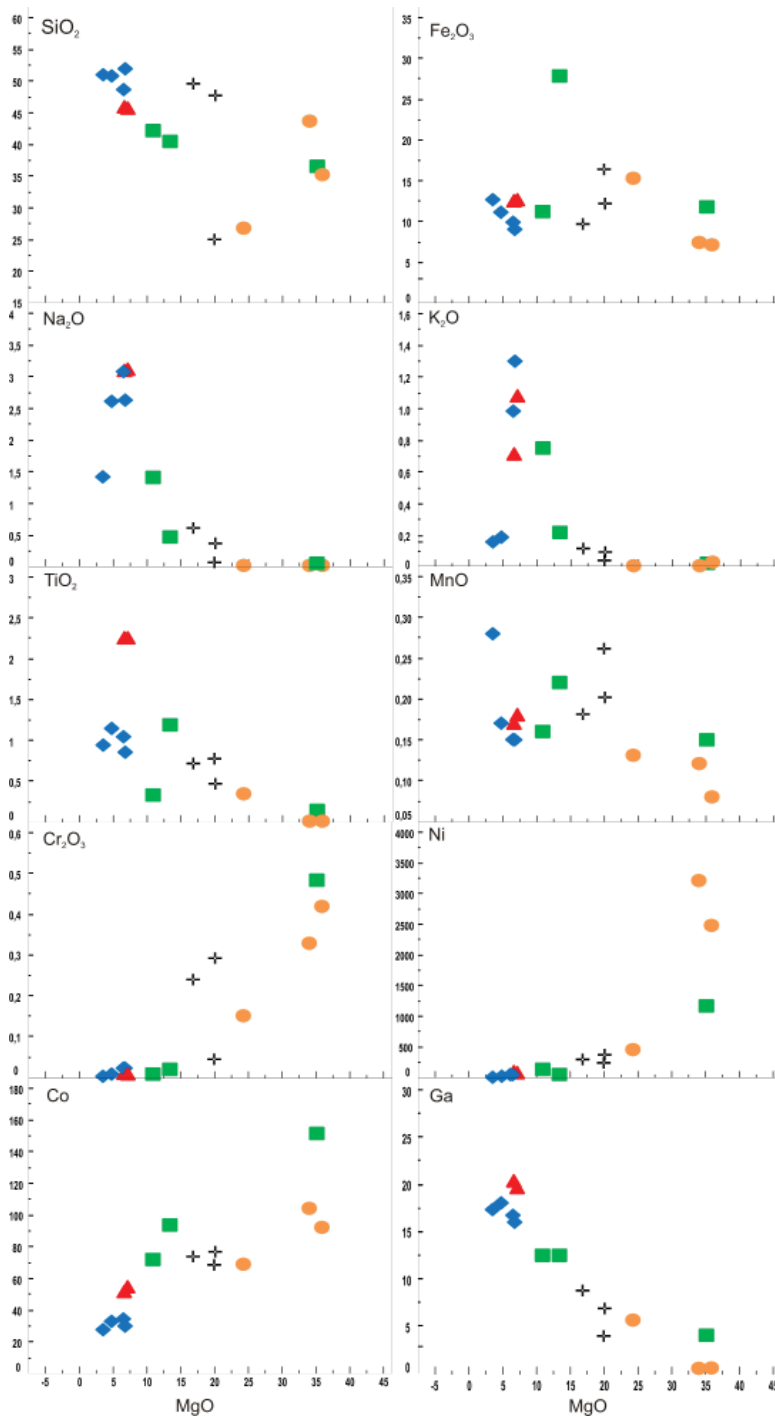


Figura 98 - Diagramas de correlação do tipo Harker, simbologia é a mesma da figura 97.

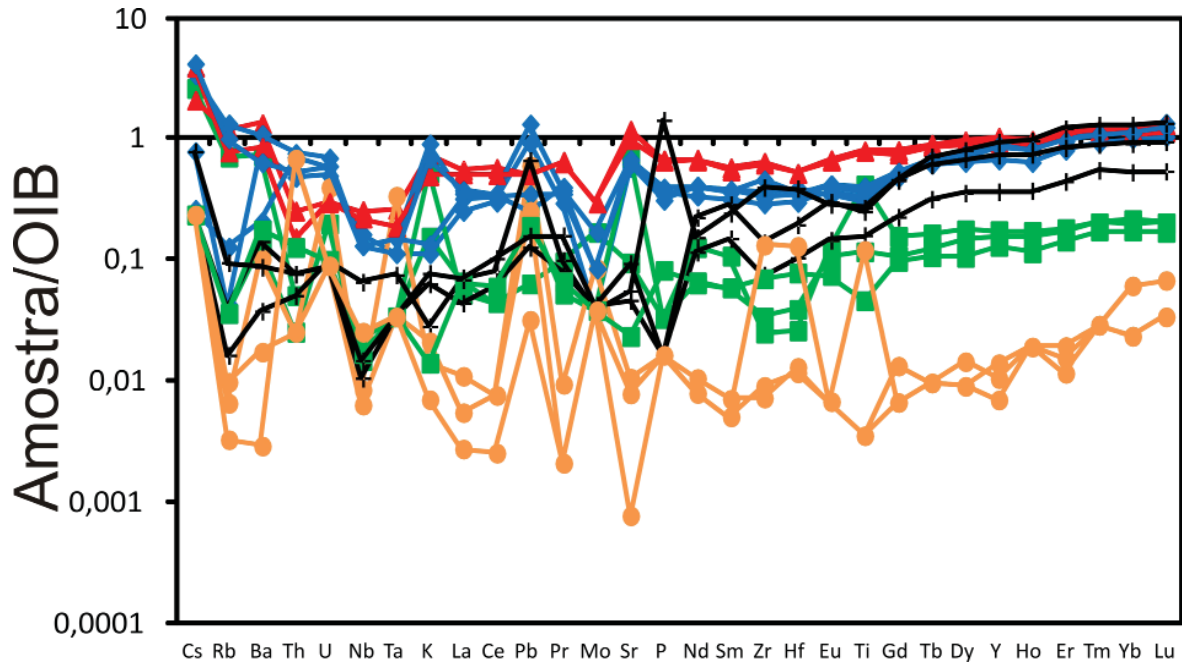


Figura 99 - Diagrama multielementar para as rochas máfica-ultramáficas normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia é a mesma da figura 97.

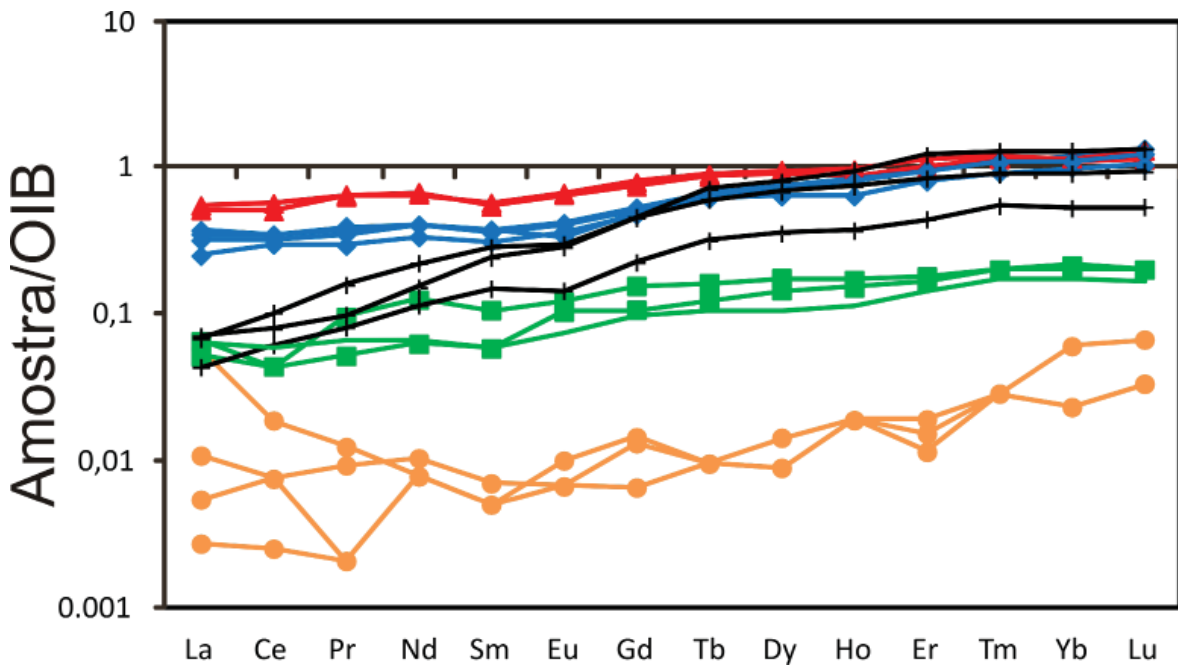


Figura 100 - Diagrama de Elementos Terras Raras (ETR) para as rochas máfica-ultramáficas normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia é a mesma da figura 97.

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos, as rochas desta unidade se distribuem melhor nos campos dos basaltos de tipo MORB e cálcico-alcálicos nos diagramas de Pearce e Cann (1973), Meschede (1986) e Pearce *et al.* (1984) (Figura 103).

7.6. Geocronologia

Leite *et al.* (1998) apresentam a idade de uma amostra de metabasalto, interpretado como

correlacionado com o Cerro Mantiqueiras, de idade de cristalização de 733 ± 10 Ma. A idade do magmatismo basáltico da Mina da Palma foi obtida por comparação com a datação U-Pb, de cristais de zircão extraídos de uma amostra de chert, com idade de 705 ± 2 Ma (Hartmann *et al.*, 2003).

Saalmann *et al.* (2005a) apresentam resultados Sm-Nd destas rochas, com T_{DM} próximas a 1,0 Ga e ϵ_{Nd} positivo, para a época de cristalização, indicando um magmatismo juvenil para a região.

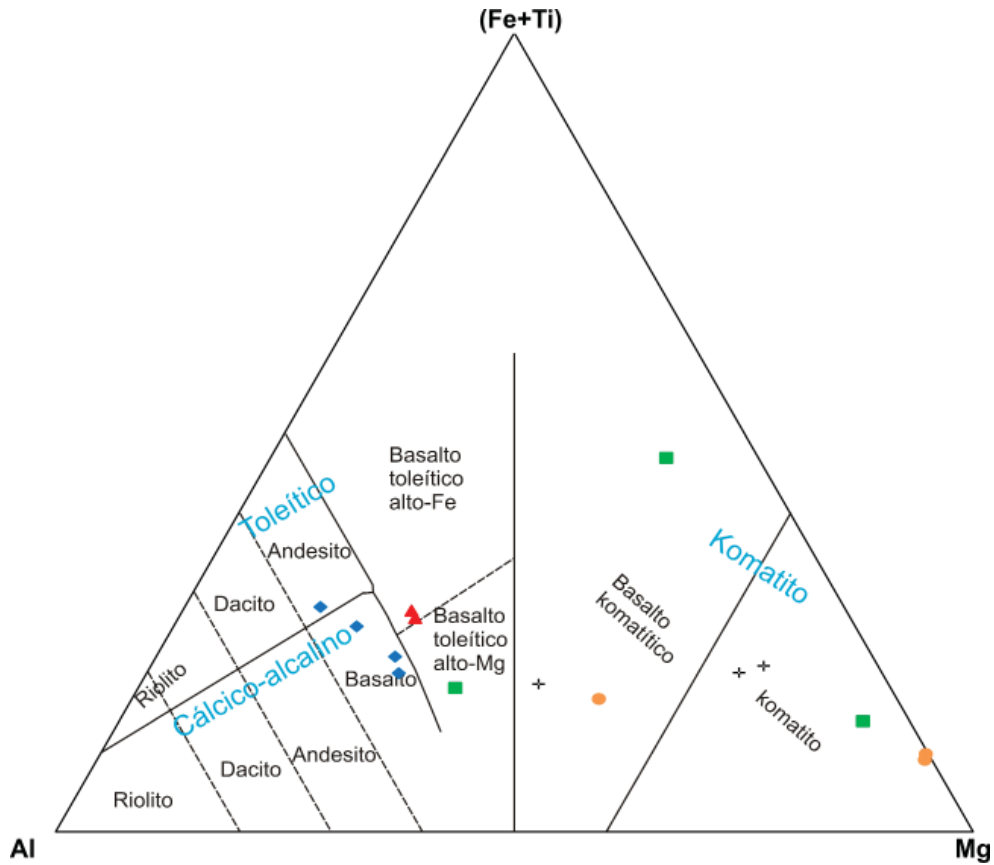


Figura 101 - Diagrama de classificação de rochas máfico-ultramáficas normalizados, com percentagem catiônica de Jensen (1976). Simbologia é a mesma da figura 97.

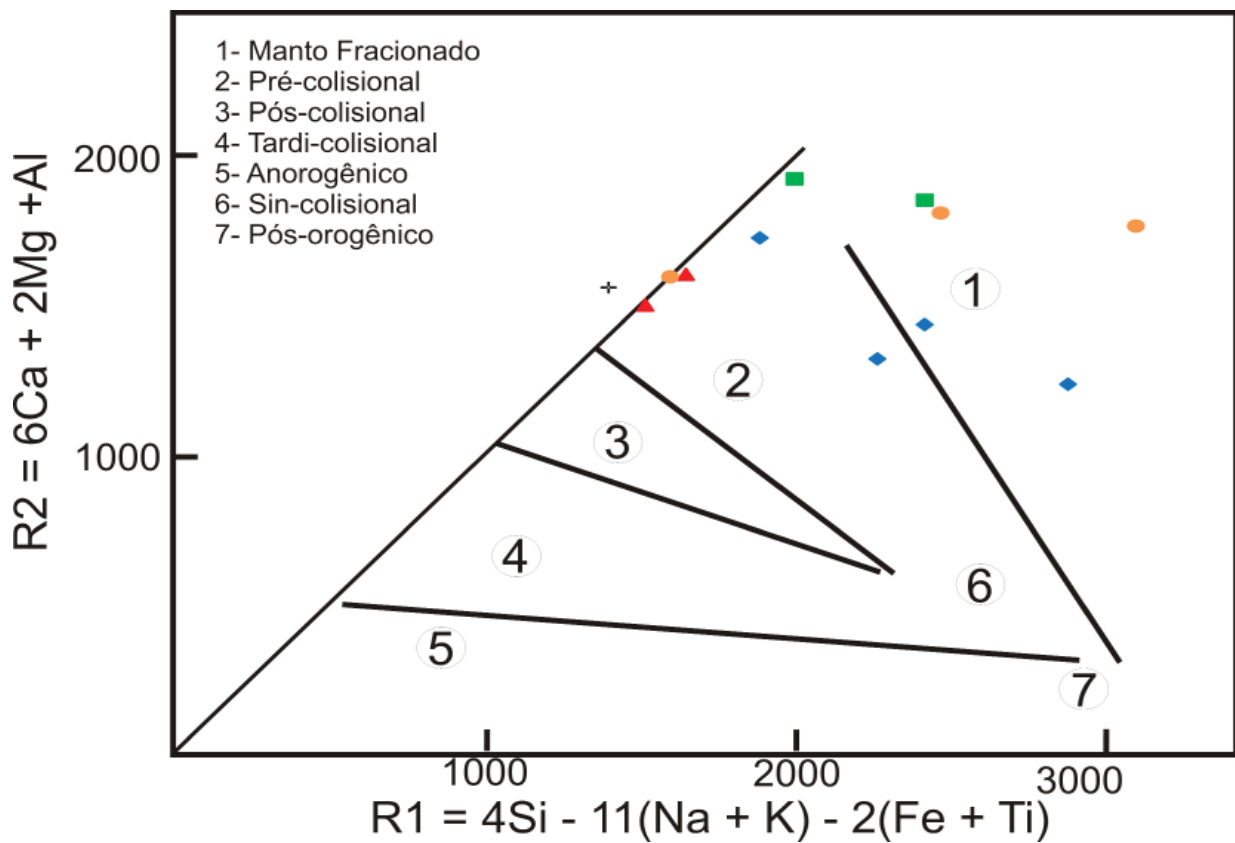


Figura 102 - Diagrama de posicionamento tectônico de Batchelor e Bowden (1985) usando os parâmetros de variação multicatiônica R1 e R2 (La Roche et al., 1980), para as rochas máfico-ultramáficas. Simbologia é a mesma da figura 97.

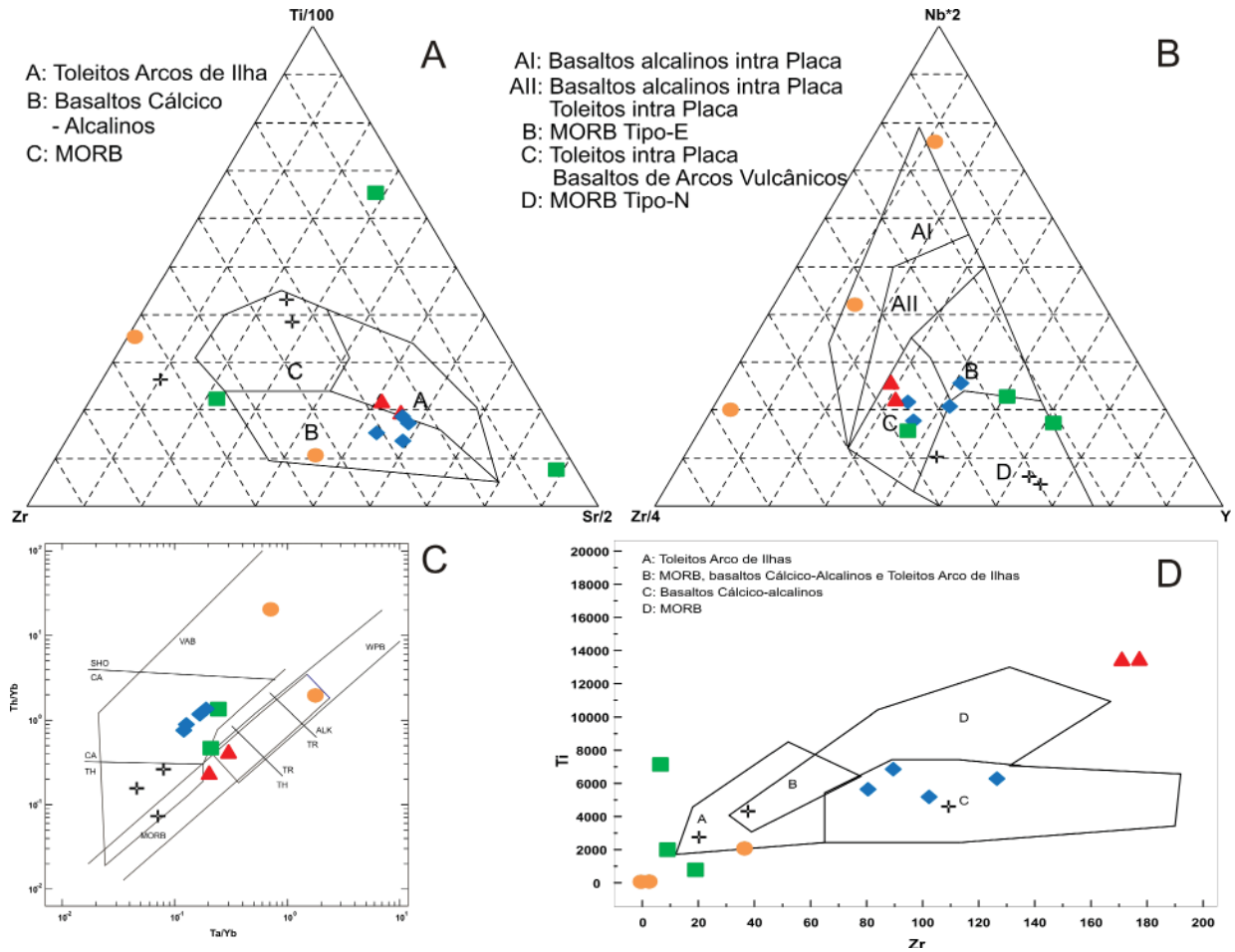


Figura 103 - Diagramas de classificação para as rochas máfico-ultramáficas. A - Diagrama de discriminação de basaltos (Pearce and Cann, 1973); B - Diagramas de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Meschede 1986); C - Diagramas de ambientes tectônicos para rochas graníticas de Pearce et al. (1984); D - Diagramas de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Pearce and Cann, 1973). Simbologia é a mesma da figura 97.

Tabela 20. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores do Complexo Orolítico Cerro Mantiqueiras.

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Total %
Cerro Mantiqueiras													
EB-012B	43,55	0,16	7,32	34,01	0,67	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,12	0,33	12,90	99,43
EB-025	40,36	3,96	27,83	13,44	10,99	0,49	0,22	1,18	0,02	0,22	0,02	0,80	99,57
EB-021A	50,97	17,53	12,58	3,60	6,69	1,41	0,16	0,94	0,22	0,28	<0,002	5,40	99,80
EB-027B	42,12	19,11	11,09	10,98	10,40	1,41	0,75	0,33	0,02	0,16	0,01	3,30	99,70
EB-363	45,59	16,68	12,56	7,19	7,59	3,11	1,08	2,24	0,41	0,18	0,01	3,00	99,64
EB-122*	93,39	0,37	4,50	0,16	0,06	0,03	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,002	1,50	100,04
Palma													
EB-326G	50,81	16,47	11,03	4,75	8,20	2,61	0,19	1,14	0,19	0,17	0,01	4,20	99,79
EB-371	51,82	16,63	8,93	6,83	6,15	2,62	1,30	0,85	0,24	0,15	0,02	4,20	99,75
EB-375A	45,92	16,18	12,51	6,69	8,92	3,09	0,71	2,25	0,40	0,17	0,01	2,80	99,68
EB-376A	48,52	16,55	9,82	6,54	10,05	3,08	0,98	1,04	0,21	0,15	0,02	2,80	99,76
EB-360E	24,87	22,16	16,20	20,04	1,22	0,05	0,04	0,76	0,87	0,26	0,04	13,00	99,58
EB-364	35,20	0,43	7,07	35,99	0,12	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,08	0,02	19,80	99,40
Passo do Ivo													
EB-346	47,58	4,82	11,97	20,21	8,67	0,35	0,09	0,45	<0,01	0,20	0,29	4,90	99,62
EB-361A	36,53	2,74	11,81	35,23	0,45	0,06	0,02	0,13	0,05	0,15	0,48	11,60	99,37
EB-362A	49,40	5,15	9,55	16,89	15,84	0,60	0,11	0,71	0,01	0,18	0,24	0,90	99,62
EB-374	26,70	19,69	15,31	24,34	0,01	<0,01	<0,01	0,34	<0,01	0,13	0,15	12,80	99,53

< - Abaixo do limite de detecção; LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.
* - Amostra de quartzito.

Tabela 21. Resultados das análises de elementos traços do Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras.

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Cerro Mantiqueiras																				
EB-012B	2815	4	17	<1	103,60	0,10	<0,5	<0,1	0,30	0,60	<1	19,10	<0,1	<0,2	0,30	34,00	<0,5	0,40	<0,3	<0,5
EB-025	121	86	45	<1	93,20	<0,1	12,40	0,20	0,70	1,10	<1	61,40	<0,1	<0,2	0,20	1160,00	<0,5	6,90	5,0	5,0
EB-021A	<20	33	264	<1	27,60	0,30	17,30	2,30	7,70	1,30	1,00	378,40	0,30	1,90	0,50	272,00	<0,5	80,50	24,8	24,8
EB-027B	247	19	252	<1	71,50	1,00	12,40	0,30	1,00	21,70	<1	464,80	<0,1	0,20	0,10	173,00	<0,5	9,30	4,4	4,4
EB-363	111	28	462	2	54,50	0,80	19,70	4,00	12,10	35,80	2,00	768,50	0,70	1,00	0,30	271,00	<0,5	171,30	26,8	26,8
EB-122	<20	<1	35	<1	1,10	<0,1	1,30	0,10	0,40	0,20	<1	6,90	<0,1	<0,2	0,40	22,00	<0,5	2,00	0,3	0,3
Palma																				
EB-326G	22	41	72	<1	32,40	0,10	17,90	2,70	6,20	3,90	1,00	403,90	0,40	2,80	0,60	314,00	0,90	89,60	24,7	24,7
EB-371	37	29	377	<1	29,70	1,30	16,00	3,00	6,20	40,80	<1	440,20	0,40	3,00	0,70	172,00	<0,5	102,00	19,2	19,2
EB-375A	102	28	294	1	51,70	1,50	20,30	4,00	10,50	23,90	1,00	644,20	0,50	0,60	0,30	271,00	<0,5	177,40	29,6	29,6
EB-376A	49	33	220	<1	34,50	1,60	16,70	2,80	6,20	30,70	1,00	434,50	0,30	2,10	0,60	213,00	<0,5	126,70	25,3	25,3
EB-360E	199	75	13	<1	67,80	<0,1	3,80	3,00	3,10	0,50	<1	35,90	0,20	0,20	0,10	249,00	<0,5	109,60	27,1	27,1
EB-364	2155	5	6	<1	92,00	<0,1	0,50	<0,1	0,30	0,30	<1	5,10	<0,1	<0,2	<0,1	<8	0,80	2,50	0,2	0,2
Passo do Ivo																				
EB-346	541	45	49	<1	76,00	<0,1	6,80	0,80	0,50	1,20	<1	30,10	<0,1	0,30	<0,1	189,00	<0,5	20,70	10,5	10,5
EB-361A	1253	9	61	<1	151,00	<0,1	3,90	0,60	0,80	1,10	<1	15,20	<0,1	0,50	0,10	57,00	16,60	19,30	3,7	3,7
EB-362A	409	72	30	<1	72,80	0,30	8,70	1,50	0,70	2,90	<1	60,80	<0,1	0,30	<0,1	292,00	<0,5	38,30	21,0	21,0
EB-374	438	67	<1	<1	68,50	<0,1	5,60	1,00	1,20	<0,1	<1	0,50	<0,1	2,70	<0,1	336,00	<0,5	36,60	0,4	0,4

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 22. Resultados das análises dos elementos terras raras do Complexo Oritolítico Cerro Matiquieras.

	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Σ ETR ppm	Eu/Eu*	(La/Lu) ^N	(La/Sm) ^N	(Gd/Lu) ^N
Cerro Matiquieras																			
EB-012B	2,10	1,50	0,12	0,30	0,05	0,03	0,11	0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	4,39	1,18	1,70	11,35	0,43
EB-025	2,40	3,50	0,92	4,80	1,06	0,36	1,18	0,17	0,98	0,18	0,47	0,07	0,46	0,06	16,61	0,94	0,32	0,61	0,77
EB-021A	9,20	23,70	2,82	12,80	3,09	1,09	3,61	0,66	3,99	0,87	2,63	0,39	2,51	0,40	67,76	0,95	0,19	0,80	0,36
EB-027B	1,90	3,50	0,50	2,40	0,58	0,31	0,81	0,13	0,81	0,16	0,44	0,07	0,43	0,06	12,10	1,32	0,26	0,89	0,53
EB-363	20,20	45,10	6,27	25,90	5,38	1,94	5,64	0,90	5,03	0,93	2,61	0,40	2,34	0,34	122,98	1,02	0,48	1,01	0,65
EB-122	0,40	0,60	0,09	0,40	0,07	0,02	0,10	0,01	0,08	0,02	0,04	0,01	0,05	0,01	1,90	0,70	0,32	1,54	0,39
Palma																			
EB-326G	11,70	25,60	3,36	15,50	3,72	1,24	4,01	0,70	4,13	0,87	2,49	0,39	2,38	0,37	76,46	0,93	0,26	0,85	0,43
EB-371	12,90	27,50	3,59	15,40	3,73	1,01	3,66	0,64	3,54	0,67	2,09	0,32	2,14	0,31	77,50	0,80	0,34	0,93	0,46
EB-375A	18,80	40,10	6,07	25,00	5,69	1,99	6,01	0,94	5,34	1,02	2,93	0,41	2,49	0,39	117,18	0,99	0,39	0,89	0,61
EB-376A	13,70	27,70	3,82	15,50	3,58	1,21	3,92	0,69	4,16	0,85	2,48	0,38	2,36	0,37	80,72	0,94	0,30	1,03	0,42
EB-360E	2,60	6,30	0,95	5,80	2,40	0,85	3,47	0,74	4,46	1,01	3,16	0,45	2,79	0,40	35,38	0,86	0,05	0,29	0,34
EB-364	0,20	0,60	0,02	0,30	0,05	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,03	0,01	0,05	0,01	1,42	1,16	0,16	1,08	0,20
Passo do Ivo																			
EB-346	1,60	4,90	0,78	4,40	1,48	0,43	1,70	0,33	1,97	0,39	1,15	0,19	1,13	0,16	20,61	0,79	1,04	0,08	0,29
EB-361A	2,30	4,70	0,63	2,50	0,58	0,22	0,73	0,11	0,58	0,12	0,37	0,06	0,37	0,05	13,32	0,98	0,92	0,37	1,07
EB-362A	2,50	8,10	1,52	8,50	2,83	0,89	3,42	0,63	3,80	0,78	2,19	0,31	1,95	0,28	37,70	0,83	0,98	0,07	0,24
EB-374	0,10	0,20	0,02	0,30	0,05	0,02	0,05	0,01	0,05	0,02	0,05	0,01	0,13	0,02	1,03	1,16	1,06	0,04	0,54

Tabela 23. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico do Complexo Ofiolítico Cerro Matiqueiras.

	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Ag ppm	Au ppb	Hg ppm	Tl ppm	Se ppm
Metassedimentos e vulcanoclásticas														
EB-012B	1,50	11,50	5,10	24,00	3203,00	927,00	<0,1	1,20	0,30	<0,1	3,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-025	<0,1	12,10	2,90	27,00	5,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,30	<0,01	<0,1	<0,5
EB-021A	<0,1	81,00	0,80	25,00	114,40	1,00	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-027B	0,40	43,10	2,60	31,00	19,30	3,30	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-363	0,70	52,10	1,60	73,00	71,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-122	0,20	26,60	1,90	4,00	4,40	30,60	0,20	0,20	<0,1	<0,1	6,60	<0,01	<0,1	0,70
Vulcânicas														
EB-326G	0,20	24,00	1,10	78,00	19,90	1,00	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	1,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-371	0,40	20,90	4,20	55,00	36,90	2,80	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	3,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-375A	0,70	55,90	1,60	61,00	72,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-376A	0,20	21,50	0,80	44,00	32,50	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-360E	<0,1	1,90	2,10	123,00	216,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,10	<0,01	<0,1	<0,5
EB-364	<0,1	3,40	0,80	10,00	2468,00	1253,00	<0,1	1,40	0,30	<0,1	23,50	<0,01	<0,1	<0,5
Granitoide														
EB-346	0,10	33,70	0,40	34,00	346,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-361A	<0,1	92,80	0,60	49,00	1153,00	2,90	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	1,80	<0,01	<0,1	0,70
EB-362A	0,10	288,50	0,50	6,00	276,50	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	7,70	<0,01	<0,1	1,30
EB-374	<0,1	1,70	0,10	67,00	448,60	15,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,80	<0,01	<0,1	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção.

8- CINTURÃO METAMÓRFICO VACACAÍ

A denominação Vacacaí foi introduzida por Goñi *et al.* (1962), para designar associações de filitos, quartzitos, mármore, anfibólio xistos e clorita xistos, que juntamente com associações magnesianas haviam sido agrupadas no Grupo Porongos. Frago Cesar (1980) restringiu o termo Vacacaí às sequências metamórficas de baixo a médio grau da porção oeste do escudo, reunindo metamorfitos vulcano-sedimentares e rochas básico-ultrabásicas. Na década de 80, em face da descontinuidade física de exposição desses metamorfitos, passaram a ser utilizadas as seguintes denominações estratigráficas locais: Complexo Bossoroca, Complexo Passo Feio, Metamorfitos Arroio da Porteira, Complexo Marmeleiro, Maciço Máfico-Ultramáfico Cerro da Mantiqueira, Complexo Palma, Complexo Batovi e Complexo Ibaré. Chemale Júnior *et al.* (1995a) retornam à utilização do termo Vacacaí, com hierarquia de supergrupo, no qual reúnem unidades máfico-ultramáficas justapostas a sequências de rochas supracrustais metamorfizadas. O Cinturão Metamórfico Vacacaí consiste de uma sequência vulcano-sedimentar metamorfizada no fácies xisto verde a anfíbolito inferior, composta por vulcânicas e vulcanoclásticas de composição andesítica a dacítica, tufos intermediários e rochas tufticas, além de xistos pelíticos, psamíticos, calcissilicáticos e margas. A sucessão de unidades deste cinturão tem sido interpretada como a evolução de um

arco vulcânico que se inicia em uma margem do tipo rift, e que gradaciona a uma margem passiva (Koppe, 1990, Frago Cesar, 1991). Trabalho de revisão sobre estas sequências pode ser encontrado em Santos *et al.* (1990).

Neste relatório considera-se que, na área abrangida pela Folha Lagoa da Meia Lua, o Cinturão Metamórfico Vacacaí é constituído por três sequências vulcano-sedimentares associadas ao Terreno de São Gabriel (Figuras 104 e 105):

- Formação Pontas do Salso;
- Formação Ibaré e;
- Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro

8.1. Formação Pontas do Salso - NP2 δ vp

É definida como uma sequência de tufos, tufos lapilíticos e de cristal, aglomerados, brechas, localmente derrames, de composições predominantemente intermediárias, além de conglomerados e arenitos conglomeráticos submetida a fácies xisto verde, localmente anfíbolítica. Foi definida na região da Vila da Palma, onde recebeu o nome de Sequência Pontas do Salso (UNISINOS, 1981, Chemale Júnior, 1982) sendo trabalhada ainda por Santos *et al.* (1990), UFRGS (1996). Na região de Bossoroca foi definida como Sequência Campestre por Koppe *et al.*

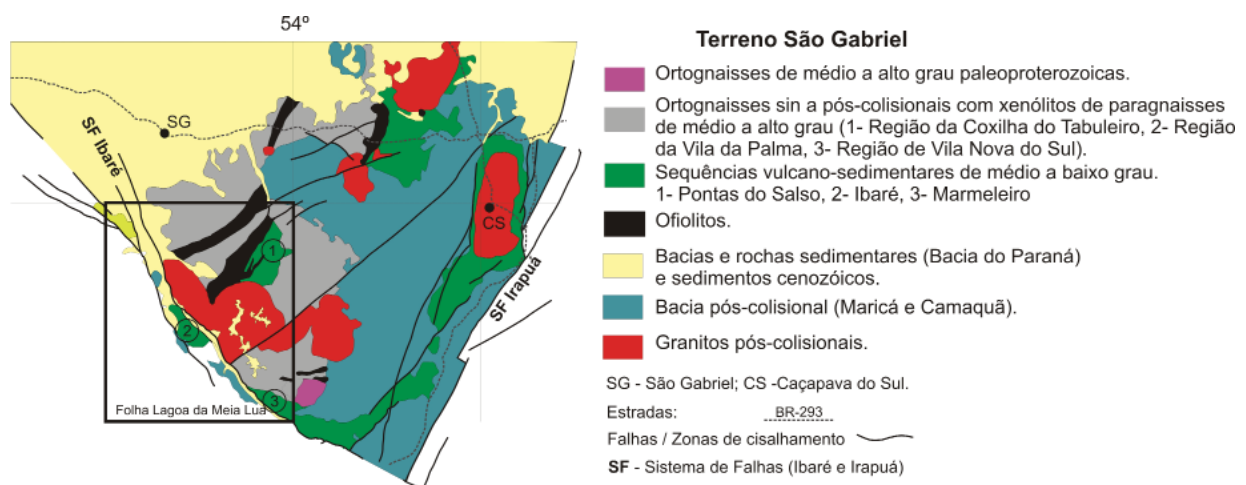
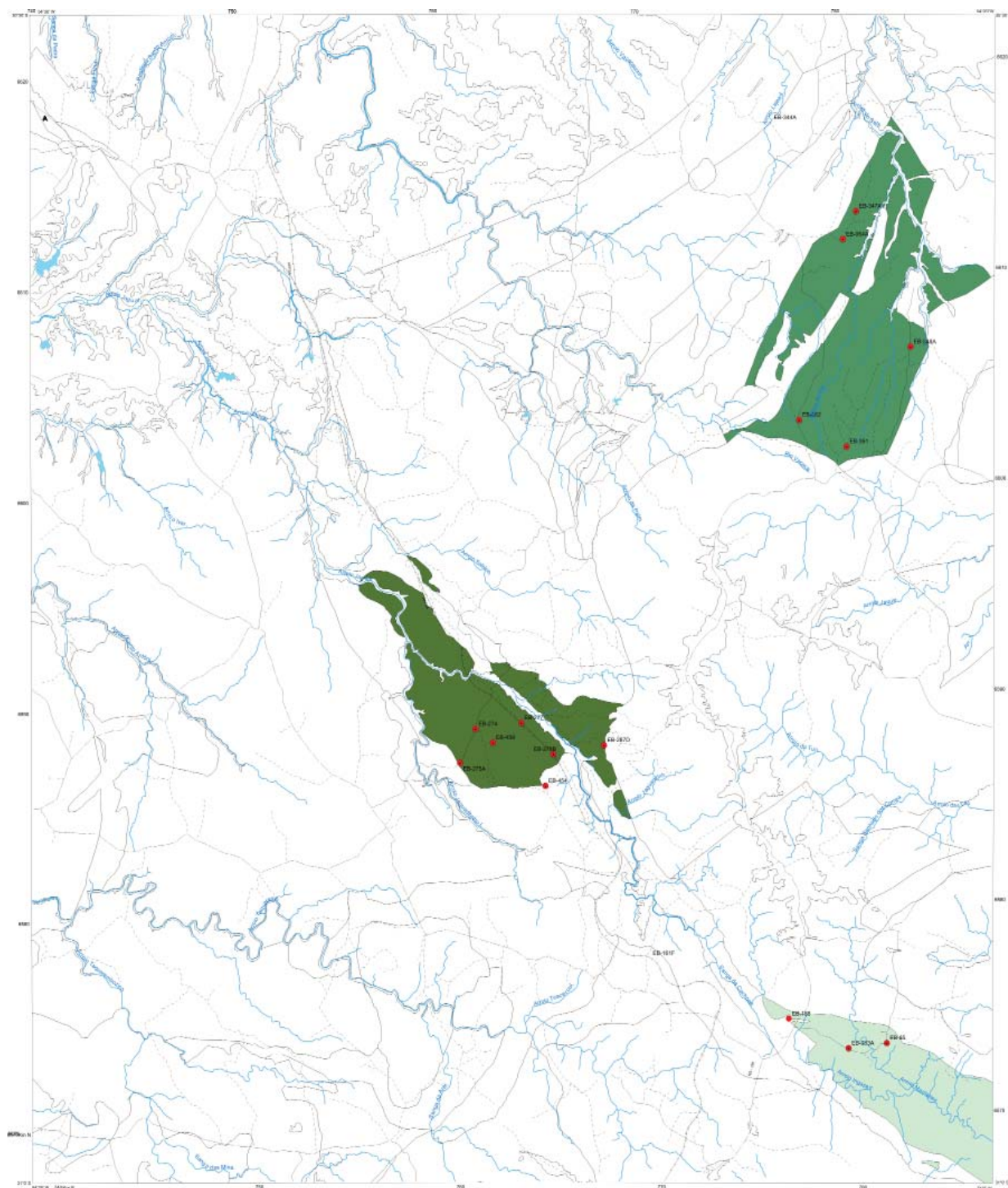


Figura 104 - Localização e distribuição das sequências vulcano-sedimentares do Terreno São Gabriel na Folha Lagoa da Meia Lua.



Cinturão Metamórfico Vacacaí

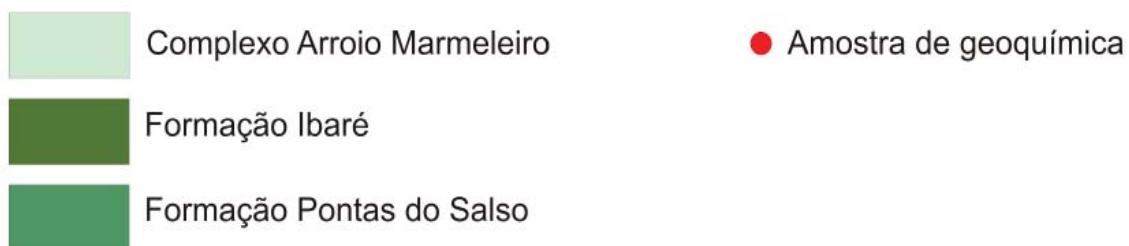


Figura 105 - Localização e distribuição das rochas vulcano-sedimentares relacionadas ao Cinturão Metamórfico Vacacaí, no Terreno São Gabriel, na Folha Lagoa da Meia Lua, com os pontos de coletas de amostras para geoquímica.

(1985) e depois detalhada por Zarpelon (1986), Wildner (1990), Kope (1990).

Os componentes vulcanogênicos são classificados como metandesitos e metadacitos e Wildner (1990) determinou uma composição variável entre andesitos basálticos, andesitos e dacitos de afinidade cálcico-alcálica para a associação metavulcânica, através de dados geoquímicos.

Na Folha Lagoa da Meia Lua esta unidade limita-se a oeste com o Complexo Palma, através de contato tectônico, a leste com as unidades Granítica e Diorítica-Tonalítica, a sul é cortado pelo Granito Jaguari.

As melhores exposições são observadas ao longo das drenagens, apresentam coloração cinza-esverdeada. A granulação varia de muito fina a média, com a espessura do bandamento variando desde milimétrica até métrica, geralmente representando o acamamento (S0)(Figura 105). De uma maneira restrita, ocorrem também metaconglomerados e metarenitos conglomeráticos, com clastos geralmente subarredondados a subangulosos, de composição semelhante à matriz ou de litologias variadas. Ocorrem ainda metapelitos e filitos.

A rocha é composta por plagioclásio e quartzo, além de epidoto, clorita, biotita, granada, zircão, óxidos e sulfetos disseminados. Próximo ao Granito Jaguari são comuns níveis com porfiroblastos de hornblenda aciculares e subordinadamente de biotita.

8.2. Formação Ibaré - NP2vib

Acompanha o lineamento Ibaré, entre o Monzogranito Santa Rita, do Granito Jaguari, lascas do Complexo Máfico-ultramáfico Cerro Mantiqueiras e o Terreno Taquarembó. Esta formação está recoberta, nos limites norte e sul, pelos sedimentos da Formação Rio Bonito e do Grupo Maricá. Para alguns autores seria continuação da Faixa Palma.

As primeiras citações a área se devem a Carvalho (1932), seguido por Jost e Villwock (1966) e UNISINOS (1981). Naumann e Hartmann (1984) e Naumann (1985) descrevem e detalham a área, sendo a base de todos os estudos posteriores.

Neste trabalho a Formação Ibaré corresponde à Sequência Bela Vista de Naumann e Hartmann (1984) e Naumann (1985) e compreende uma sucessão de metaarcósios, metagrauvacas, metarritimitos, metapelitos, localmente com porções conglomeráticas. Formações ferríferas e metavulcânicas possuem localização restrita. Todas as rochas apresentam metamorfismo no fácies xisto verde.

As rochas desta unidade formam relevos suaves (Figura 107A), cujas melhores exposições encontram-se na estrada de ferro Bagé-São Gabriel, na atual e na abandonada, e ao longo das drenagens (Figura 107B). De maneira geral as litologias mais finas ocorrem na parte leste da área, que podem estar endurecidas devido a intrusão de corpos graníticos (Figura 107C). No centro da área predominam porções de granulometria tamanho areia a, localmente conglomerática (Figura 107D e E). Em direção ao Complexo Metamórfico Santa Maria Chico aumentam as contribuições vulcânicas, com componentes vulcanoclásticos (Figura 107F). O acamamento original é bem marcado, representado por alternância na granulometria, formas de leito e organização dos estratos. Em média sua orientação está a N65°E/45°NW.

8.3. Complexo Arroio Marmeleiro - NP2vam

O Complexo Arroio Marmeleiro aflora na porção sudeste da Folha Lagoa da Meia Lua. Na sua porção sul o complexo se estende até a Zona de Cisalhamento Ibaré, que limita os terrenos Taquarembó e São Gabriel. A porção leste do complexo inflete e se estende para nordeste (para além do limite da folha),



Figura 106 - Afloramentos da Formação Pontas do Salso com nível de rocha vulcânica (A - Afloramento EB064) e rocha finamente acamadadas representando o S0 (B - Afloramento EB059).



Figura 107 - Afloramentos da Formação Ibaré. A- Vista geral da exposição da unidade (Afloramento EB454), B- Típico afloramento em drenagens (Afloramento EB273), C- Sedimentação fina, com metamorfismo de contato pelo Granito Jaguarí (Afloramento EB287), D- Afloramento com seixos de granitos, em zona de cisalhamento (Afloramento EB272), E- Afloramento com granulometria tamanho areia, acamadadas representando o S0 (Afloramento EB455), F- Típico afloramento com contribuição vulcânica (Afloramento JL081).

no norte está em contato com as rochas TTG de arco, a sul esta o Granito Saibro, com contatos recobertos por sedimentos da Bacia do Paraná, para oeste temos o Terreno Taquarembó, com contato ou por falha ou por recobrimento por sedimentos da Formação São Rafael (Grupo Maricá, Bacia do Camaquã) ou da Bacia do Paraná.

Ribeiro *et al.* (1966) e Tessari e Giffoni (1970) registram a presença de filitos, xistos e quartzitos de baixo grau na região. Iglesias *et al.* (1980) denominou de Metamorfitos Arroio da Porteira uma parcela destas unidades aflorante no sul da Folha Lavras do Sul (1:50.000) caracterizando-as como ardósias, filitos e, subordinadamente, quartzitos e metagrau-

vacas, constituindo uma sucessão de estratos (meta) pelíticos e areno-pelíticos intercalados.

A denominação Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro foi introduzida por Silva e Camozzato (1982) em mapa geológico de serviço (mapa preliminar), 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, extremo oeste do complexo, até o Rio Camaquã, no limite entre os rincões dos Moura e do Tigre, extremo nordeste da unidade (Figura 108).

Camozzato e Lopes (2012) e Laux *et al.* (2012) retomam, nas cartas geológicas preliminares das folhas Hulha Negra e Lagoa da Meia Lua na escala 1:100.000, a denominação Complexo Arroio Marmeleiro e referem para a unidade ardósias, filitos, filitos carbonosos, xistos, metarenitos e metarenitos conglomeráticos, com mármore, granitoides protomiloníticos e corpos ultramáficos subordinados (Figura 109), pois os dados levantados mostram que o Complexo Arroio Marmeleiro está estruturalmente

contínuo aos metamorfitos da Sequência Arroio da Porteira, motivo pelo qual ambas unidades foram incluídas sob uma mesma denominação utilizando-se a precedência de nomenclatura, apenas separados por uma zona de descontinuidade, marcada por um calçamento do “Arroio Marmeleiro” sobre o “Arroio da Porteira”, enquanto que no primeiro predomina o fácies xisto verde no segundo pode chegar a anquimetaformismo. Trabalhos na região, que podem ser citados ainda, são os de Horbach *et al.* (1986) Santos *et al.* (1990) Siviero (2001) e Oliveira *et al.* (2003), além de outros.

8.4. Estruturas

As três unidades vulcano-sedimentares abrangidas no Cinturão Metamórfico Vacacaí, na Folha Lagoa da Meia Lua, apresentam condicionamentos tectônicos distintos. A Formação Pontas do Salso tem estruturação geral semelhante ao presente na parte norte do Terreno São Gabriel, com direção NE, enquanto que a Formação Ibaré e o Complexo Arroio Marmeleiro estão condicionados pelo Lineamento Ibaré, com direção NW no primeiro e infletindo para leste-oeste no segundo.

A Formação Pontas do Salso encontra-se limitada por uma grande zona de cisalhamento transcorrente que gera protomilonitos. Há a formação de

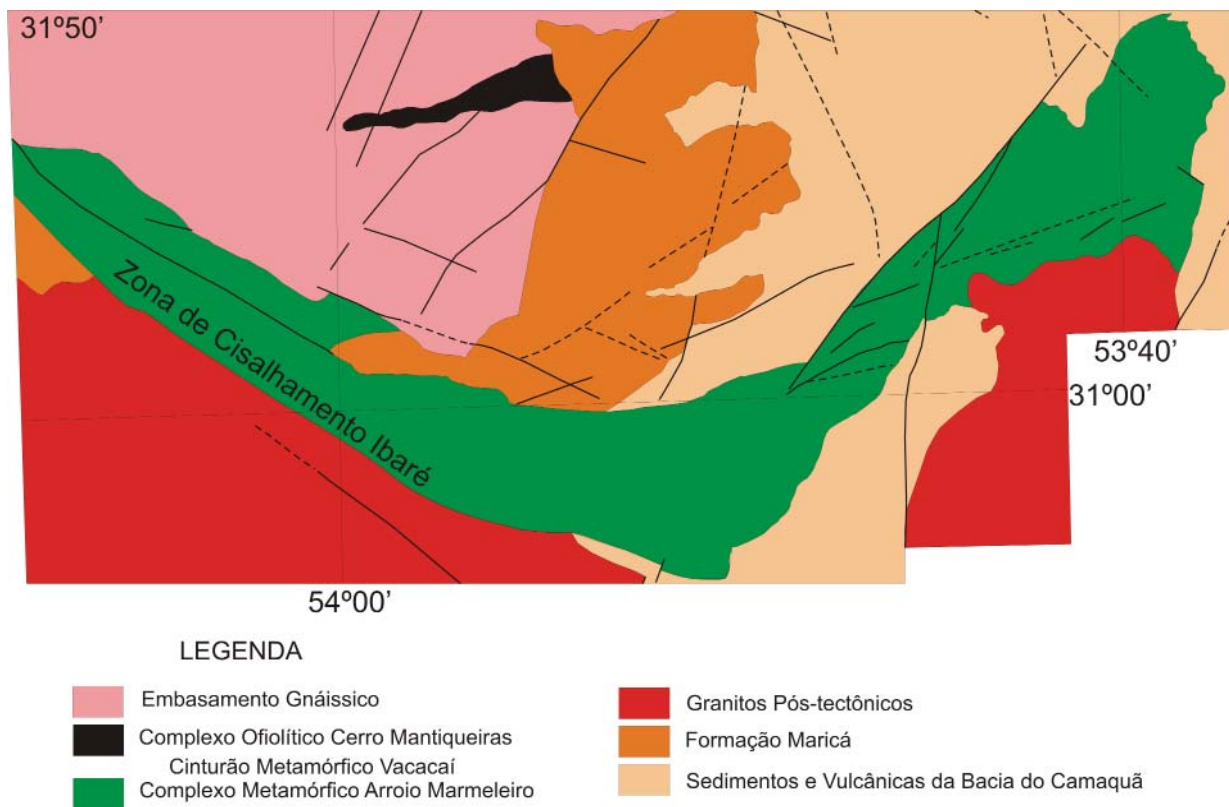


Figura 108 - Distribuição da unidade Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro. Compilado por Ruppel (2010).

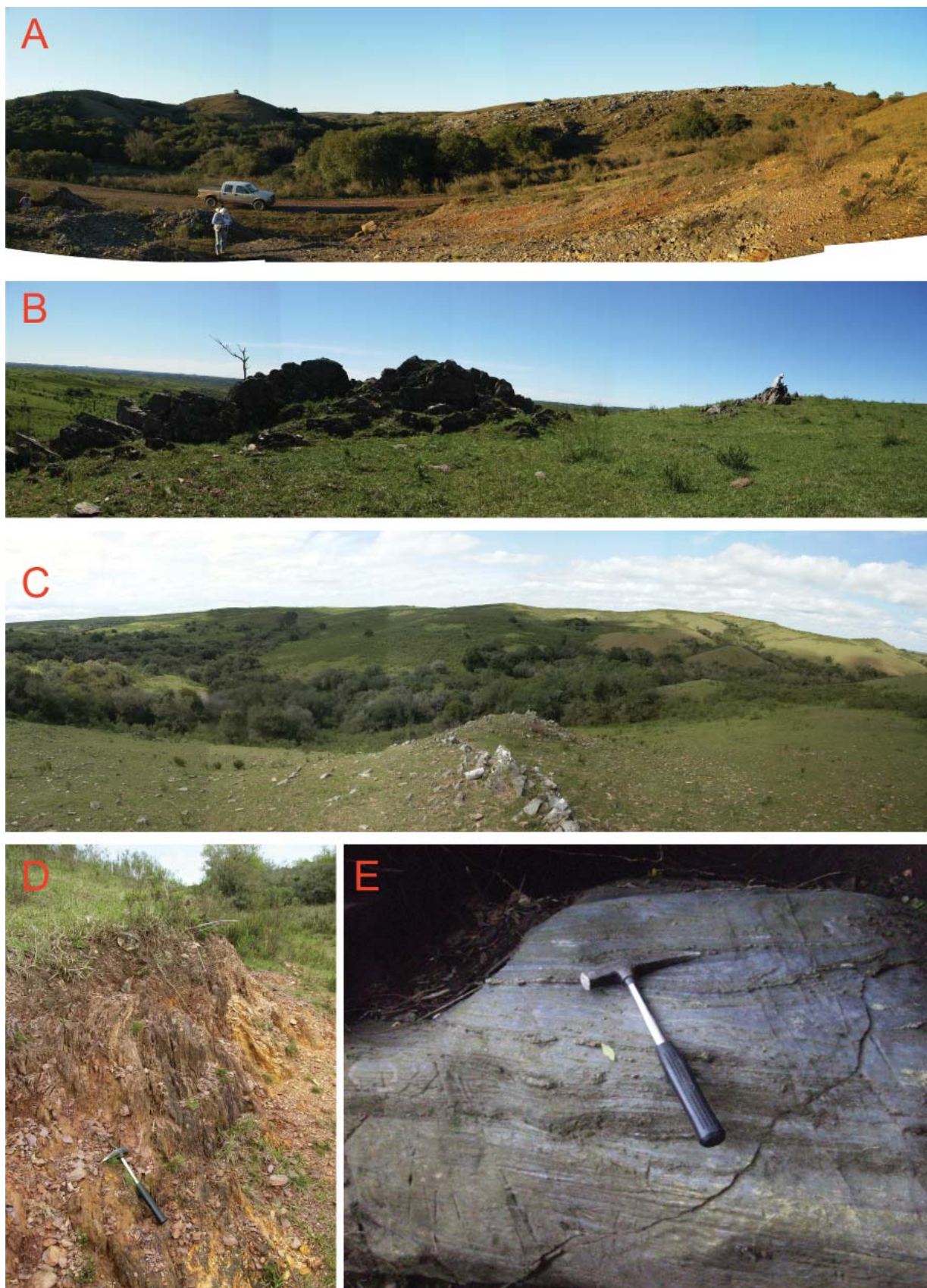


Figura 109 - Afloramentos do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro. A- Vista geral da exposição da unidade de xistos carbonosos (Afloramento EB084), B- Crista da unidade metapelítica de baixo grau (Afloramento EB166), C- Crista da unidade de sericita-clorita xisto, localmente com lentes de metapiroxenitos, em relevo ondulado (Afloramento EB172), D- Detalhe dos afloramentos da unidade pelítica (Afloramento EB178), E- Afloramento de metacalcários finamente laminados (Afloramento EB176).

uma superfície S_1 paralela a S_0 , não muito marcante, uma foliação de baixo ângulo e lineação leste-oeste e mergulho em torno de 30° . Não há evidência de uma lineação de estiramento da fase D_2 . Resumo da geologia estrutural desta unidade é apresentada por Santos *et al.* (1990), Saalman (2004) e Saalman *et al.* (2006) (Figuras 110 e 111).

As rochas do Complexo Ibaré estão condicionadas pela estruturação nordeste do Lineamento Ibaré e segundo Naumann (1985) apresentam três fases de deformação com a formação 3 superfícies planares. S_1 caracterizada por uma clivagem ardosiana, paralela a S_0 . S_2 ocorre de maneira incipiente e é caracterizada como clivagem de fratura. S_3 é caracterizado por dobramentos suaves das fases anteriores.

As principais estruturas do Complexo Arroio Mar-meiro podem ser encontradas em Philipp *et al.* (2012) e serão transcritas a seguir:

Foi identificada uma primeira fase de deformação que gerou nos metamorfitos uma clivagem ardosiana, seguida de três distintas fases de dobramentos (F_2, F_3, F_4), resultando nas foliações metamórficas S_1 (clivagem ardosiana) e S_2 (clivagem de crenulação), sucedidas por dois eventos caracterizados pela formação de clivagem de fratura associada com dobras das fases F_3 e F_4 . O baixo ângulo observado entre a lineação mineral e atitude média da clivagem ardosiana é indicativo de que a estruturação da área é o resultado de deformação transcorrente.

1) Clivagem ardosiana S_1 , tanto em escala microscópica quanto em escala macroscópica, com caráter penetrativo e caracterizada pelo crescimento metamórfico de muscovita e clorita orientadas segundo uma textura lepidoblástica. O espaçamento é sub-

milimétrico e marcado pela orientação de minerais micáceos, estando paralelizada com o acamamento primário. A foliação S_1 representa a principal foliação metamórfica do complexo, visto que a ocorrência de zonas com transposição desta foliação é restrita.

2) Clivagem de crenulação S_2 , observada tanto em escala microscópica quanto em escala macroscópica, com espaçamento milimétrico. As dobras desta fase se caracterizam por formas isoclinais a fechadas e ocorrência restrita, associada a zonas de mais alta deformação onde a transposição foi efetiva. A superfície axial desta fase está caracterizada pelo crescimento de minerais metamórficos, principalmente muscovita e clorita. A atitude geral das superfícies axiais de S_2 aponta para valores médios em torno de E-W, com mergulhos subverticais, com pequena variação para os azimutes 280° e 300° . Os eixos das dobras isoclinais apresentam direção principal entre os azimutes 240° - 260° e 110° , com caimentos entre 7° e 35° . Em lâminas delgadas, a relação angular S_2/S_1 é bem marcada, com a S_2 em ângulo aproximado de 30° com a S_1 .

Associada ao desenvolvimento de S_1 e S_2 ocorre uma lineação mineral de baixo ângulo caracterizada por uma orientação dominante para 280° - 290° e 110° - 120° , com caimentos inferiores a 10° . A relação entre a lineação mineral e a atitude média da clivagem ardosiana é caracterizada por um baixo ângulo (*rake* positivo, entre 10° e 15°), sugerindo que a estruturação da área é o resultado da atuação de uma deformação transcorrente.

3) A superfície S_3 , gerada por deformação compressiva, ocorre em escala macroscópica com a formação de dobras aproximadamente normais, abertas

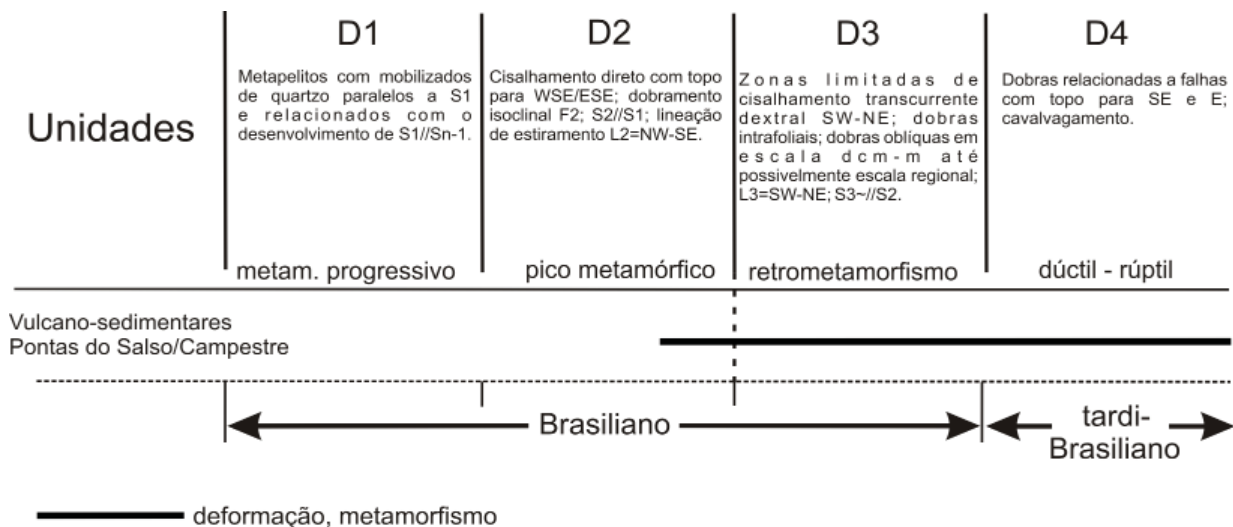


Figura 110 - Evolução estrutural das rochas vulcano-sedimentares (Formação Pontas do Salso) do Terreno São Gabriel (Saalman *et al.*, 2006).

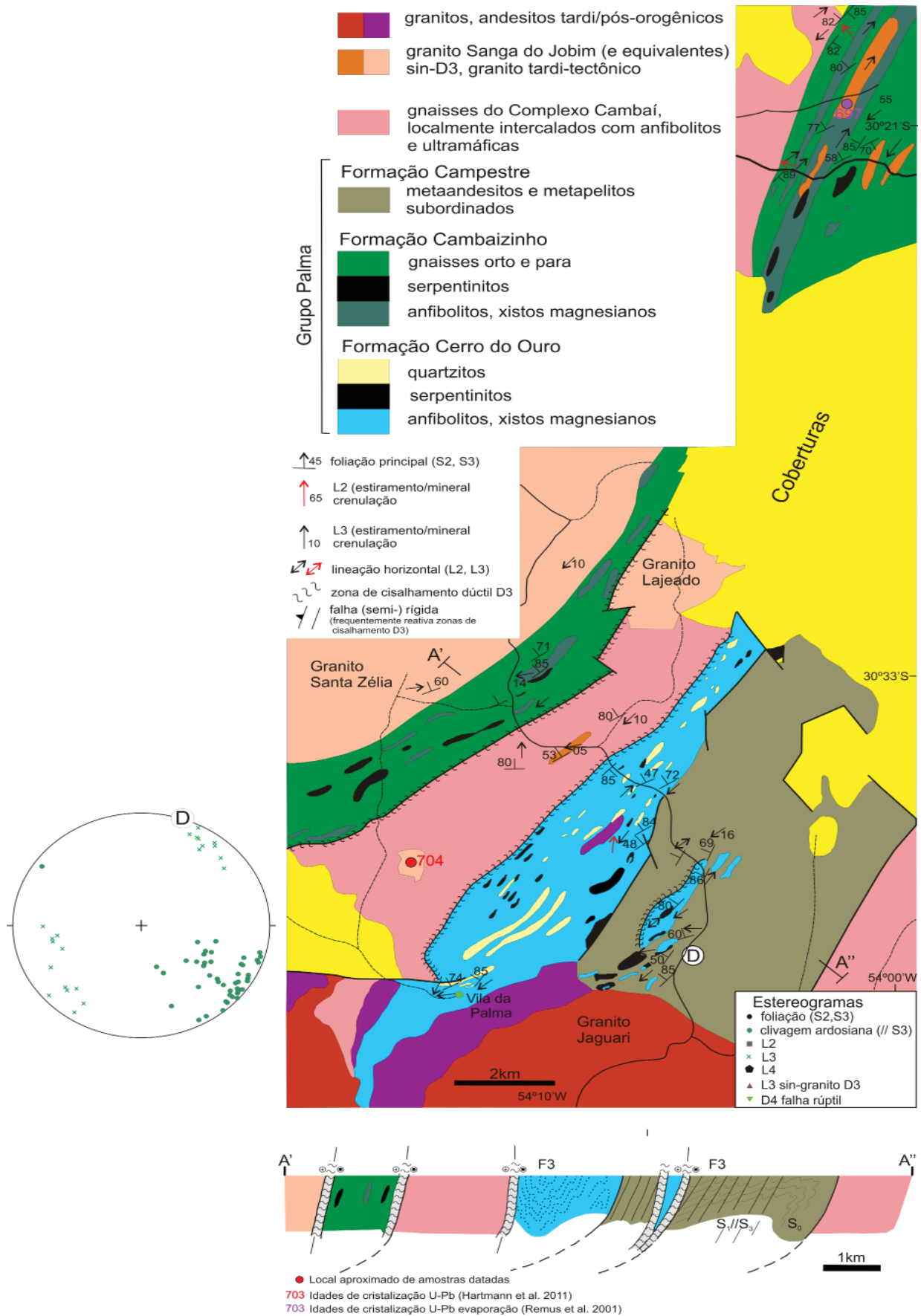


Figura 111 - Mapa geológico esquemático e estereograma (projeção do hemisfério inferior) da Formação Ponta do Salso, com dados estruturais da área da Vila da Palma, a partir de UFRGS (1995). Figura de Saalman et al. (2006).

a apertadas, com eixos direcionados para 260°-270° com caimentos de 5° a 30°, e para 045°-065° com caimento entre 20° e 50°. A superfície axial destas dobras é constituída por uma clivagem de fratura com espaçamento entre 10 e 30cm. A atuação deste padrão de dobramentos resulta em ondulações e mudanças de direção da foliação principal (S_1 - S_2), de eixos de dobras F_2 e da lineação mineral.

4) A superfície S_4 foi gerada por deformação compressiva com σ_1 perpendicular ao σ_1 característico da S_3 . Esta superfície ocorre em escala megascópica através de dobras abertas, e em escala de afloramento como uma clivagem de fratura associada ao plano axial das dobras F_4 . A clivagem de fratura S_4 tem atitude variável entre 015° e 030°, com mergulhos subverticais, enquanto os eixos das dobras F_4 têm atitudes entre 280° e 320°, com caimento em torno de 10°.

8.5. Geoquímica

Foram analisadas 15 amostras no contexto Cinturão Metamórfico Vacacaí (Tabelas 24, 25, 26 e 27), sendo 05 da Formação Pontas do Salso; 07 da Formação Ibaré e 03 do Complexo Arroio Marmeleiro. Como se trata de rochas sedimentares, o objetivo principal é a caracterização de uma possível fonte, ou de comportamento dos elementos, como nos diagramas do tipo Harker. Não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada, há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro destas restrições e da pouca exposição dos afloramentos.

As rochas das três unidades, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementares (Figura 112), apresentam anomalia negativa de Nb, Ta e Ti e positiva em alguns elementos de alta carga como Cs. Este comportamento é compatível com rochas formadas em ambiente de subducção de crosta oceânica, com contaminação por sedimentos e/ou água do mar, o que pode indicar que a fonte das rochas destas unidades possuem uma assinatura OIB, principalmente nas formações Pontas do Salso e Ibaré. Padrão que também é mostrado no diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 113).

Nos diagramas de correlação tipo Harker (Figura 114), no caso usando SiO_2 como elemento de correlação, a correlação dos elementos maiores é boa, e negativa, com o MgO, ferro total (calculado como Fe_2O_3), K_2O , e negativa com o Na_2O . Nos elementos traços e menores também é boa e negativa para vários elementos como mostrado para o Nb, Ta, U, V, Cs, Eu.

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos para as fontes das rochas meta-sedimentares, as análises se distribuem melhor nos campos dos basaltos de cálcico-alcálicos de arcos vulcânicos nos diagramas de Pearce e Cann (1973), Meschede (1986) e Pearce *et al.* (1984)(Figura 115).

8.6. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Até o início do mapeamento da Folha Lagoa da Meia Lua existiam apenas dados isotópicos para a área, que indicavam uma fonte T_{DM} com idade de ao redor de 1 Ga, para a Formação Pontas do Salso

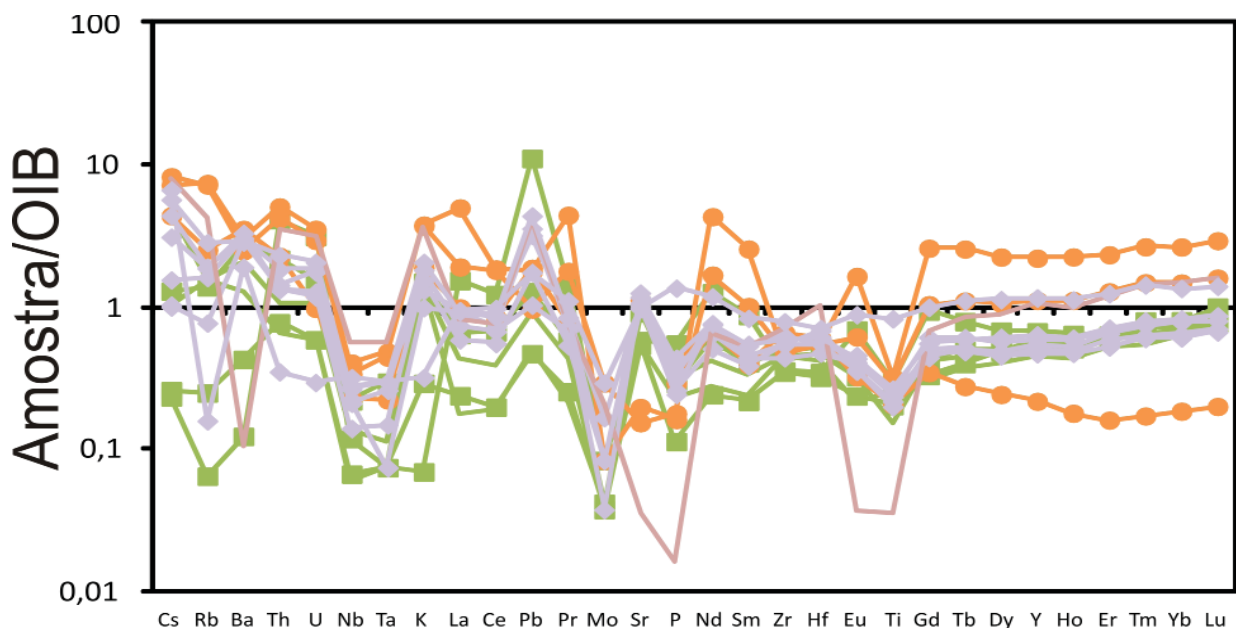


Figura 112 - Diagrama multielementar para as rochas metasedimentares do Cinturão Metamórfico Vacacaí normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia: circunferência- rochas do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro; quadrado- rochas da Formação Pontas do Salso, losângulo- rochas da Formação Ibaré.

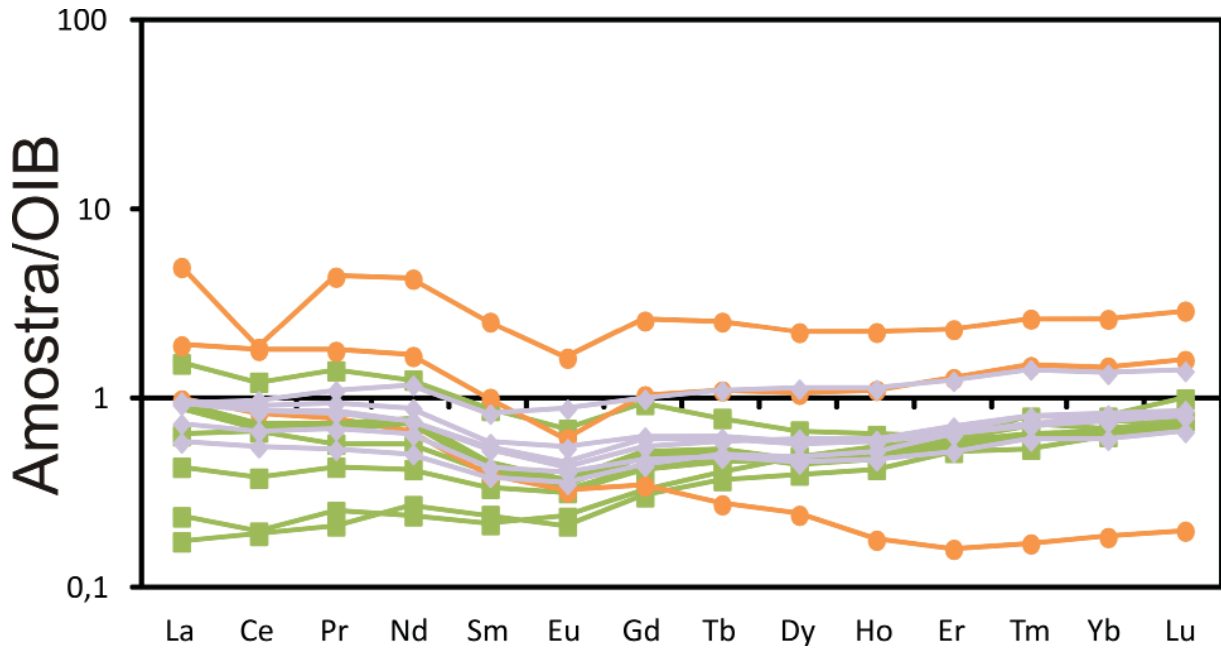


Figura 113 - Diagrama de Elementos Terras Raras (ETR) para as rochas metasedimentares do Cinturão Metamórfico Vacacaí normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia é a mesma da figura 112.

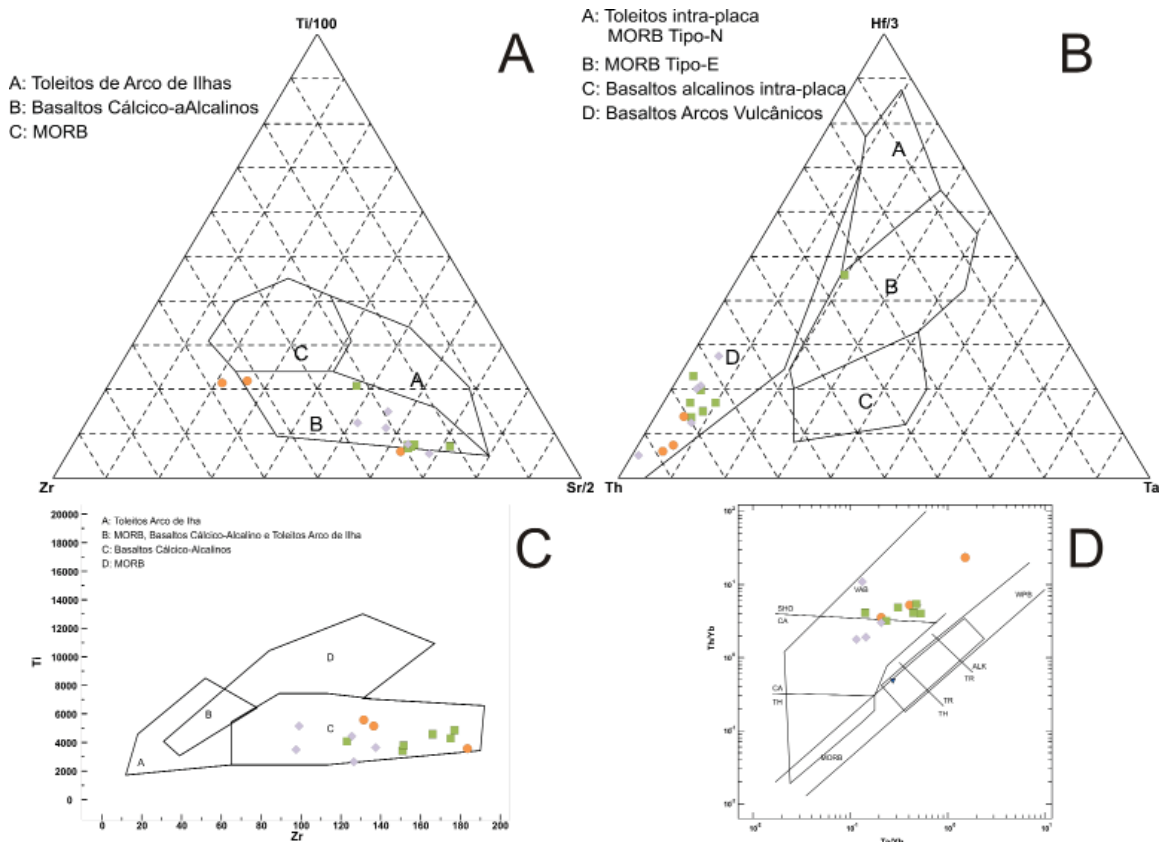


Figura 115 - Diagramas de classificação de ambientes para as fontes das rochas do Cinturão Metamórfico Vacacaí. A- Diagrama de discriminação de basaltos (Pearce e Cann, 1973); B- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Wood, 1980); C- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Pearce e Cann, 1973); D- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas (Pearce, 1982). Simbologia é a mesma da figura 112.

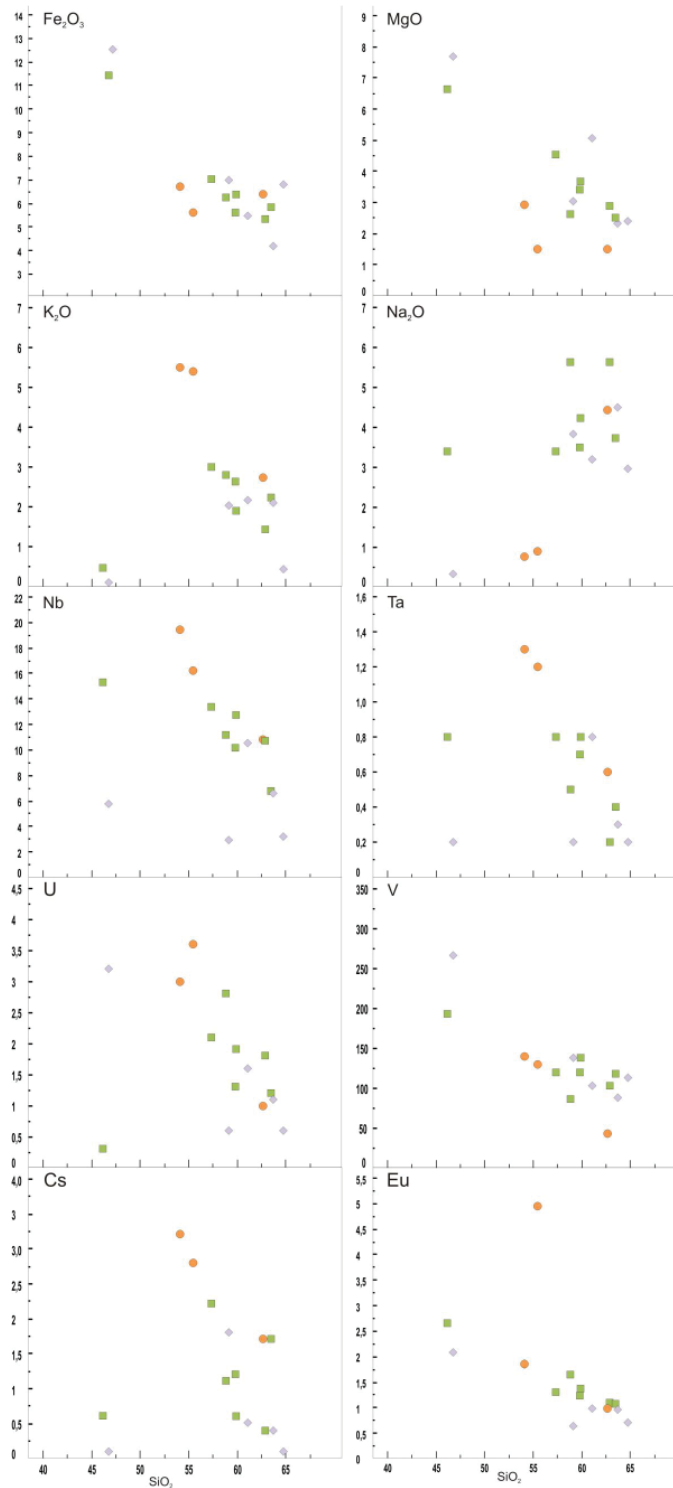


Figura 114 - Diagramas de correlação do tipo Harker para as rochas metasedimentares do Cinturão Metamórfico Vacacai, simbologia é a mesma da figura 112.

(Saalmann *et al.*, 2005b). Características semelhantes à apresentada pela Formação Campestre, continuidade desta unidade para nordeste, fora da folha, apresentadas por Babinski *et al.* (1996).

Resultados de datação de zircão, para a Formação Campestre, foram apresentados por Machado *et al.*

(1990) e Remus *et al.* (1999), a amostra do primeiro caracterizada como um riolito, com idade de 753 ± 2 Ma, e a segunda de tufos dacíticos com idade de 757 ± 17 Ma.

Mais recentemente Laux *et al.* (2010c e d) apresentam as primeiras idades das sequências vulcano-

-sedimentares, localizadas na Folha Lagoa da Meia Lua. Sendo duas amostras da Formação Pontas do Salso, cujas idades *ca.* 755 e *ca.* 745 Ma, representando uma amostra de metavulcânica básica e vulcanoclástica, respectivamente (Laux *et al.*, 2010c), idades semelhantes a encontradas para a continuidade da sequência na Formação Campestre. Laux *et al.* (2010d) apresentam a primeira idade da Formação

Ibaré, com dados U-Pb em zircão de metassedimentos vulcanogênicos, cuja idade de 733 ± 13 Ma (Figuras 116 e 117), é mais jovem do que apresentada na Formação Pontas do Salso.

Não há nenhuma informação geocronológica ou de geoquímica isotópica sobre o Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro.

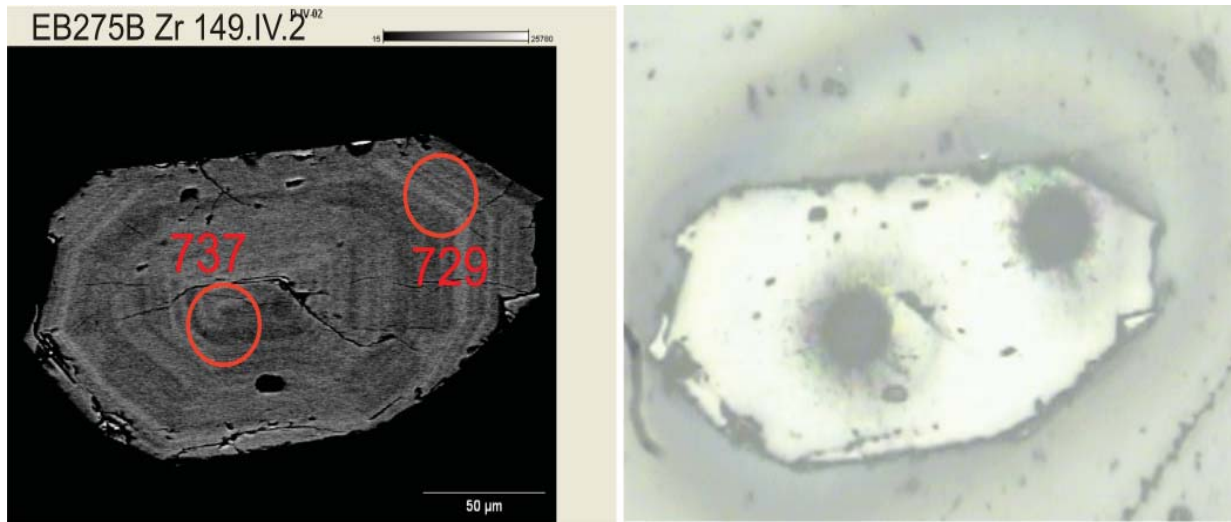


Figura 116 - Imagem SEMP (Scanning Electron Microscope) mostrando a estrutura interna do zircão e o local da análise (Laux *et al.*, 2010d).

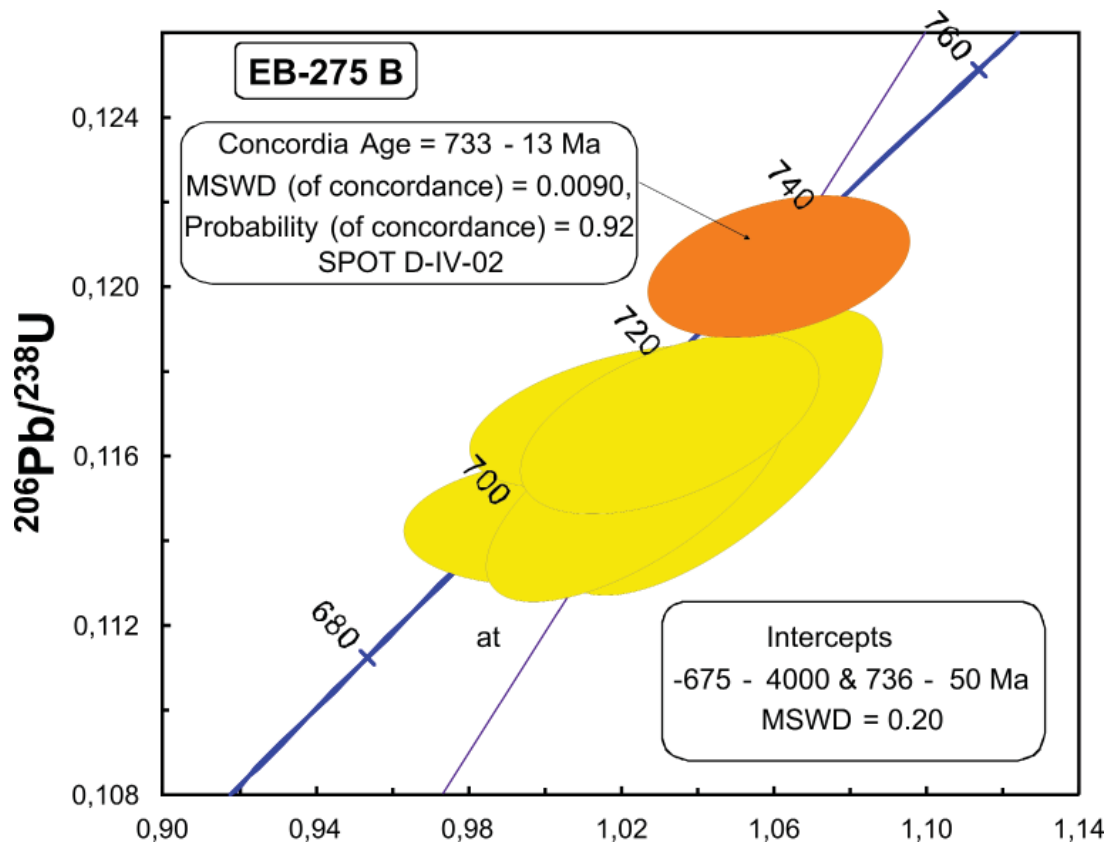


Figura 117 - Diagrama com a isócrona da amostra de metavulcanoclástica da Formação Ibaré (Laux *et al.*, 2010d).

Tabela 24. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores do Cinturão Metamórfico Vacacai.

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Sum %
Pontas do Salso													
EB-062	46,81	14,69	11,43	7,67	14,26	0,31	0,10	0,85	0,34	0,17	0,03	3,00	99,70
EB-064A	64,81	13,99	6,79	2,38	6,24	2,96	0,42	0,58	0,07	0,15	0,01	1,50	99,89
EB-347A	59,17	17,95	6,97	3,02	4,07	3,82	2,03	0,73	0,14	0,16	0,01	1,70	99,81
EB-348A	63,77	15,65	4,18	2,31	5,40	4,47	2,09	0,44	0,19	0,09	0,01	1,20	99,78
EB-351	61,11	13,59	5,45	5,06	6,96	3,17	2,16	0,60	0,18	0,11	0,05	1,30	99,70
Arroio Marmeleiro													
EB-083A	62,68	16,80	6,39	1,48	3,55	4,41	2,73	0,59	0,18	0,05	0,00	0,90	99,71
EB-85	55,47	24,30	5,58	1,50	0,06	0,90	5,38	0,92	0,10	0,01	0,02	5,50	99,72
EB-158	54,11	22,99	6,70	2,89	0,53	0,74	5,47	0,85	0,11	0,06	0,02	5,30	99,75
Ibare													
EB-274	62,92	16,22	5,32	2,87	2,23	5,62	1,43	0,62	0,20	0,09	0,01	2,10	99,65
EB-275A	63,53	15,54	5,83	2,48	3,55	3,72	2,22	0,57	0,16	0,09	0,01	2,00	99,74
EB-277	59,92	15,83	6,34	3,67	4,73	4,23	1,89	0,71	0,15	0,10	0,01	2,10	99,68
EB-278B	59,81	16,27	5,59	3,41	4,97	3,47	2,63	0,67	0,22	0,08	0,01	2,50	99,67
EB-287D	58,88	16,91	6,21	2,61	3,80	5,61	2,78	0,80	0,33	0,10	<0,002	1,70	99,71
EB-454	46,16	15,24	12,49	6,61	7,87	3,38	0,46	2,37	0,84	0,17	0,02	4,00	99,66
EB-459	57,36	15,50	6,99	4,52	4,79	3,39	2,98	0,76	0,27	0,11	0,03	3,00	99,67

< - Abaixo do limite de detecção; LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.

Tabela 25. Resultados das análises de elementos traços do Cinturão Metamórfico Vacacaí.

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Pontas do Saiso																				
EB-062	49	43	43	3	46,30	<0,1	15,80	2,70	5,70	2,00	2,00	382,60	0,20	16,50	3,20	266,00	0,80	99,40	19,40	
EB-064A	<20	18	150	<1	16,90	0,10	14,70	2,50	3,20	7,70	<1	355,30	0,20	3,10	0,60	112,00	<0,5	97,50	16,70	
EB-347A	20	15	441	<1	20,40	1,80	19,40	3,20	2,90	47,90	<1	357,10	0,20	2,60	0,60	137,00	<0,5	125,60	12,80	
EB-348A	28	13	729	2	12,30	0,40	18,00	3,60	6,60	47,80	1,00	659,80	0,30	4,30	1,10	88,00	<0,5	126,60	15,50	
EB-351	121	17	958	2	23,70	0,50	14,70	4,10	10,50	43,00	<1	599,80	0,80	8,70	1,60	103,00	<0,5	137,50	15,10	
Arroio Marmeleiro																				
EB-083A	<20	5	1233	2	10,70	1,70	20,20	4,70	10,80	78,30	1,00	741,30	0,60	9,10	1,00	42,00	<0,5	183,90	6,30	
EB-85	25	23	1050	4	9,50	2,80	29,90	4,20	16,20	230,00	3,00	129,70	1,20	20,30	3,60	130,00	1,50	131,70	64,00	
EB-158	46	23	870	3	16,50	3,20	29,20	4,30	19,40	223,70	3,00	101,30	1,30	16,80	3,00	140,00	1,80	136,90	32,30	
Ibaré																				
EB-274	48	10	1016	3	17,30	0,40	16,90	5,30	10,70	23,90	1,00	676,30	0,20	5,70	1,80	103,00	0,70	151,90	14,80	
EB-275A	36	14	1004	2	15,60	1,70	17,60	4,30	6,70	59,10	<1	650,90	0,40	5,40	1,20	117,00	0,50	151,00	15,90	
EB-277	48	17	1062	2	16,10	0,60	19,00	4,30	12,70	50,00	1,00	703,10	0,80	7,30	1,90	138,00	0,90	175,10	17,00	
EB-278B	57	12	1156	2	18,20	1,20	17,40	3,70	10,10	58,00	1,00	826,90	0,70	5,30	1,30	120,00	0,70	123,10	13,60	
EB-287D	<20	10	798	2	13,00	1,10	21,30	5,10	11,10	63,00	1,00	823,50	0,50	7,80	2,80	86,00	1,10	177,30	17,50	
EB-454	94	23	667	<1	42,40	0,60	17,50	5,50	15,30	4,90	2,00	642,10	0,80	1,40	0,30	193,00	<0,5	220,40	33,60	
EB-459	94	15	1005	2	23,50	2,20	19,40	4,80	13,30	88,00	2,00	772,00	0,80	9,20	2,10	120,00	1,30	166,00	18,50	

< - Abaixo do limite de detecção

Tabela 26. Resultados das análises dos elementos terras raras do Cinturão Metamórfico Vacacai.

	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Σ ETR ppm	Eu/Eu*	(La/Lu) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Lu) _N
Pontas do Salso																			
EB-062	56,80	98,10	13,66	48,50	8,71	2,07	7,14	0,83	3,79	0,68	1,66	0,26	1,51	0,23	243,94	0,76	2,00	1,76	1,22
EB-064A	8,80	15,80	2,46	9,30	2,17	0,71	2,51	0,42	2,72	0,58	1,59	0,28	1,73	0,30	49,37	0,89	0,24	1,10	0,33
EB-347A	6,50	15,20	2,07	10,50	2,42	0,64	2,32	0,39	2,22	0,45	1,37	0,19	1,37	0,23	45,87	0,79	0,23	0,73	0,40
EB-348A	16,10	30,50	4,23	16,30	3,37	0,96	3,16	0,48	2,65	0,52	1,53	0,23	1,44	0,23	81,70	0,86	0,57	1,29	0,54
EB-351	23,70	53,50	5,60	22,10	4,04	0,97	3,26	0,52	2,78	0,54	1,58	0,25	1,65	0,23	120,72	0,78	0,84	1,59	0,56
Arroio Marmeleiro																			
EB-083A	36,60	67,40	7,51	25,90	3,94	0,97	2,64	0,29	1,36	0,19	0,42	0,06	0,40	0,06	147,74	0,88	4,95	2,51	1,73
EB-85	184,80	148,60	43,00	166,80	25,62	4,94	19,77	2,69	12,60	2,39	6,12	0,93	5,72	0,88	624,86	0,64	1,70	1,95	0,88
EB-158	70,80	144,80	17,34	64,70	10,09	1,85	7,93	1,16	5,94	1,18	3,36	0,52	3,19	0,48	333,34	0,60	1,20	1,90	0,65
Ibaré																			
EB-274	33,30	57,70	7,00	28,90	4,44	1,09	3,89	0,54	2,54	0,52	1,52	0,22	1,39	0,21	143,26	0,76	1,29	2,03	0,73
EB-275A	21,70	44,30	5,20	19,60	3,85	1,06	3,36	0,53	2,73	0,56	1,70	0,26	1,69	0,24	106,78	0,86	0,73	1,52	0,55
EB-277	34,50	69,50	8,21	29,10	5,46	1,37	4,67	0,64	3,20	0,62	1,76	0,28	1,78	0,26	161,35	0,79	1,08	1,71	0,71
EB-278B	27,30	53,80	6,62	24,80	4,32	1,22	3,56	0,51	2,54	0,50	1,37	0,21	1,31	0,20	128,26	0,91	1,11	1,71	0,70
EB-287D	35,70	72,30	9,15	34,20	5,81	1,64	4,79	0,65	3,27	0,62	1,68	0,25	1,62	0,24	171,92	0,90	1,21	1,66	0,79
EB-454	34,90	78,20	10,70	45,50	8,33	2,65	7,58	1,16	6,31	1,19	3,25	0,50	2,92	0,42	203,61	0,97	0,67	1,13	0,71
EB-459	34,40	67,90	8,09	29,40	5,33	1,30	4,22	0,62	3,43	0,64	1,86	0,28	1,68	0,26	159,41	0,80	1,07	1,74	0,64

< - Abaixo do limite de detecção

Tabela 27. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico do Cinturão Metamórfico Vacacaí.

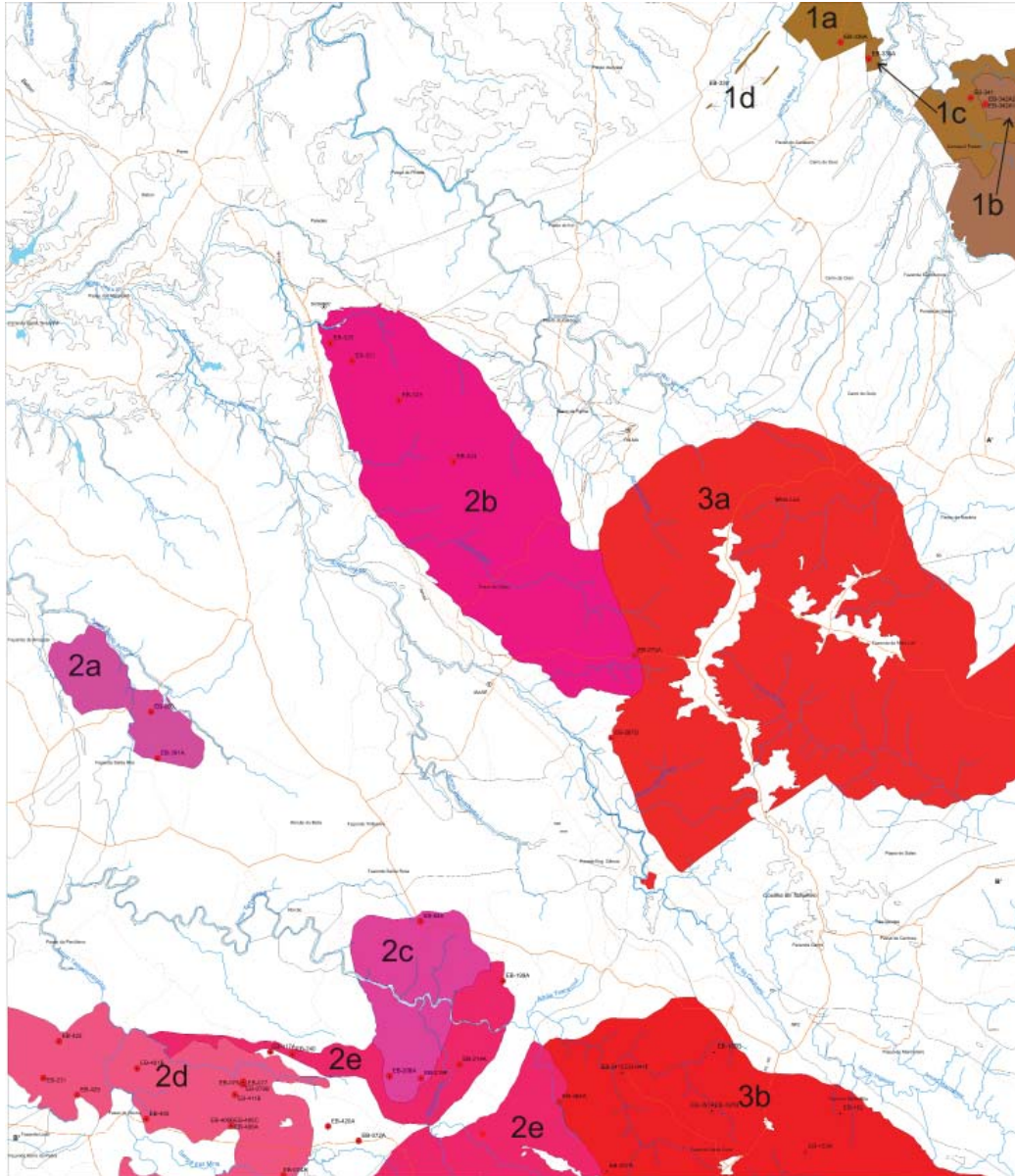
	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Ag ppm	Au ppb	Hg ppm	Tl ppm	Se ppm
Pontas do Salso														
EB-062	0,20	125,00	35,50	157,00	21,60	9,70	0,60	0,20	<0,1	<0,1	2,40	<0,01	<0,1	<0,5
EB-064A	<0,1	5,70	1,50	19,00	9,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-347A	0,10	77,10	1,60	80,00	27,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,60	<0,01	0,20	<0,5
EB-348A	<0,1	3,60	2,90	13,00	7,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-351	0,10	14,60	4,10	17,00	38,90	0,90	<0,1	0,10	0,10	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
Aroio Marmeleiro														
EB-083A	0,20	16,80	6,00	77,00	9,70	2,40	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	2,70	0,04	0,20	<0,5
EB-085	0,20	9,80	5,70	115,00	22,00	<0,5	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	1,60	<0,01	0,20	<0,5
EB-158	0,70	12,70	3,10	95,00	34,70	15,90	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	2,40	<0,01	0,30	<0,5
Ibaré														
EB-274	0,20	28,40	11,40	56,00	31,60	1,80	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-275A	0,20	35,80	5,60	59,00	28,30	2,90	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-277	0,40	30,60	10,20	58,00	35,40	14,50	<0,1	0,30	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-278B	<0,1	37,60	3,30	45,00	37,60	1,90	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-287D	0,50	12,60	4,40	36,00	5,50	2,20	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-454	0,70	36,90	5,60	45,00	78,50	1,30	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-459	0,20	53,30	14,00	66,00	84,50	11,40	<0,1	0,30	0,10	<0,1	0,80	<0,01	0,10	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção

9- GRANITOGÊNESE

Neste trabalho a geração de granitos será separada em três grupos, levando em conta as características geoquímicas, geográficas, idades de cristalização e posicionamento tectônico, identificados como:

Granitos Peraluminosos e correlacionados; Granitos Shoshoníticos; Granitos Alcalinos a Peralcalinos (Figura 118).



Granitos Peraluminoso e Relacionados

- | | | | |
|--|---|----|-----------------------------|
| 1a | Monzogranito Lajeado | 1c | Sienogranito Camaquã Pelado |
| 1b | Granito São Manuel | 1d | Granito Sanga do Jobim |
| Granitos Shoshoníticos | | | |
| 2a | Monzogranito Santo Antônio | 2d | Suíte Vauthier |
| 2b | Monzogranito Santa Rita | 2e | Suíte Santo Afonso |
| 2c | Granito Passo da Chácara | | |
| Granitos Alcalinos a Peralcalinos | | | |
| 3a | Granito Jaguarí | 3b | Granito Saibro |
| ● EB-231 | Localização de amostra de rocha com análise química | | |

Figura 118 - Localização e distribuição das rochas graníticas Pós Arco de São Gabriel (< 690 Ma) na Folha Lagoa da Meia Lua.

9.1. Granitos Peraluminosos e Correlacionados

Estes granitos estão localizados na parte nordeste da Folha Lagoa da Meia Lua, limitando as faixas Palma e Passo do Ivo e a Formação Pontas do Salso, do Platô da Ramada, e das rochas da região de Vila Nova do Sul. Têm como característica principal a presença de muscovita e granada, com menor quantidade no Granito São Manoel. São granitos com poucos trabalhos na literatura geológica do Rio Grande do Sul e são denominados de: Sienogranito Camaquã Pelado, Monzogranito Lajeado, Granito São Manoel e Granito Sanga do Jobim.

9.1.1. Sienogranito Camaquã Pelado NP2 γ cp

Foi definido pela UFRGS (1996) junto com um grupo de granitoides chamados de sin-tectônicos. Ocorre no nordeste da Folha Lagoa da Meia Lua. É limitado a noroeste com o Granito Lajeado, a sudoeste com a Suíte Lagoa da Meia Lua, a nordeste pelo Platô da Ramada e com a Formação Pontas do Salso e a norte pela Formação Rio Bonito.

Forma um relevo ondulado com matacões e pequenos lajeados, geralmente nas drenagens. Apresenta cor vermelho-rosada e branca quando alterado. Possui uma foliação nordeste, dada por lamelas de muscovita e biotita. Possui textura equigranular a inequigranular fina a média, caracterizado como muscovita monzogranitos e muscovita sienogranitos.

9.1.2. Monzogranito Lajeado - NP2 γ lj

Foi definido por UNISINOS (1981) e Chemale Júnior (1982) como quartzo-dioritos a monzogranitos, nitidamente foliados. Ocorre no nordeste da Folha Lagoa da Meia Lua e faz contato a oeste com o Granito Passo da Areia, a sul com a Suíte Lagoa da Meia Lua, a leste e nordeste com as rochas da Bacia do Camaquã a norte se estende para fora do limite da Folha.

Apresenta cores cinza a cinza-rosado e ocorrem na forma de lajeados nas drenagens, com uma foliação nordeste, materializada pela orientação de minerais máficos. São compostos por quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio, além de biotita, muscovita, clorita, hornblenda e apatita, granada, zircão e turmalina como minerais acessórios.

9.1.3. Granito Sanga do Jobim - NP2 γ sj

Foi definido por Remus (1990) como pequenos corpos intrusivos que ocorrem nas regiões de Vila Nova e São Gabriel, ao longo do eixo da BR-290, alongados, paralela à foliação.

São predominantemente leucocráticos, de coloração cinza rosada, granulação média a grossa e textura equigranular a porfirítica, composta por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino, biotita e hornblenda, formando termos monzo e granodioríticos.

Na Folha Lagoa da Meia Lua encontram-se no extremo norte da Faixa Passo do Ivo, como corpo alongado de largura métrica (Figura 119).



Figura 119 - Típico afloramento do Granito Sanga do Jobim na Folha Lagoa da Meia Lua (afloramento EB330).

9.1.4. Granito São Manoel - NP2 γ sm

Foi definido por UNISINOS (1981) e Chemale Júnior (1982) e posteriormente pela UFRGS (1996). Ocorre na porção nordeste da Folha Lagoa da Meia Lua, na forma de matacões e lajeados ao longo da drenagem. Os contatos deste corpo são principalmente por falhamento com a Formação Pontas do Salso e o Granito Camaquã Pelado. Se estende para fora dos limites da Folha.

Apresenta coloração cinza-claro com plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino, biotita, localmente hornblenda, muscovita e granada, formando textura equigranular a inequigranular média a fina, e composições variando de biotita granodioritos a biotita monzogranitos.

Apesar de ser pouco estudado, apresenta caráter shoshonítico, e tem sido colocado sistematicamente neste grupo de granitos. Neste trabalho, este granito, permanecerá com posicionamento geotectônico indefinido, juntamente com os outros granitos aluminosos.

9.2. Granitoides tardi a Pós-Tectônicos

São representados pelo magmatismo pós-colisional relacionado à orogênese Dom Feliciano (660-550 Ma), e contemporâneo à deposição na Bacia de Camaquã (606-450 Ma). Gastal e Lafon (1998) dividem este magmatismo em dois eventos principais, distintos em idade e geoquímica, entre um evento precoce, *ca.* 606-580 Ma, no qual incluem a Suíte Intrusiva Santo Afonso e corpos plutônicos correlacionáveis à Associação Shoshonítica de Lavras do Sul, a qual, na conceituação original de Nardi e Lima (1985), compreende as rochas vulcânicas e piroclásticas da Formação Hilário e os granitoides expostos na zona central do Complexo Granítico Lavras do Sul. O segundo evento, *ca.* 575-550 Ma, onde se enquadram granitoides e vulcânicas ácidas, de afinidade alcalina como a borda do Complexo Granítico Lavras do Sul, granitoides cálcico-alcalinos alto-K, e os termos metaluminosos e alcalinos como Granito Jaguari.

Esses granitoides 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.

9.2.1. Granitos Shoshoníticos

Neste grupo estão os corpos graníticos denominados: Monzogranito Santa Rita, Monzogranito Santo Antônio, Granito Passo da Chácara, Suíte Vauthier, Suíte Granítica Santo Afonso.

9.2.1.1. Monzogranito Santa Rita - NP3 γ sr

Este granito localiza-se no centro da Folha Lagoa da Meia Lua, orientado segundo o Lineamento Ibaré, com dimensões quilométricas. Foi definido pela UNISINOS (1981, 1982) e Chemale Júnior (1982) e posteriormente estudado por Naumann (1985), UFRGS (1996) e Renner (2005). Forma um relevo levemente ondulado e os afloramentos são na forma de blocos e lajeados (Figura 120). Apresenta contato intrusivo, formando cornubianitos na região de Ibaré, contato tectônico com o Granito Jaguari e é recoberto por sedimentos das bacias do Camaquã e Paraná.

Apresenta coloração rosada, com textura predominantemente equigranular, variando de fina a grossa e também porfirítica, com fenocristais de feldspato alcalino e quartzo, imersos numa matriz fina. Está composto por feldspato potássico, quartzo, plagioclásio, anfíbólio, biotita, titanita e zircão. Constitui basicamente um monzogranito, mas granodioritos também podem aparecer. A presença de enclaves máficos é comum nas bordas.

9.2.1.2. Monzogranito Santo Antônio NP3 γ sa

É um corpo de direção N30 – 40W, com 30 km² e aflorante na forma de matacões e lajeados, na parte centroeste da Folha Lagoa da Meia Lua (Figura 118). Os contatos a oeste e a noroeste são a Formação Hilário e a norte e sul com o Complexo Granulítico Santa Maria Chico. O contato intrusivo com os Granulitos é evidenciado pela presença de brechas graníticas com a presença de fragmentos de granulitos e pelas bordas de granulometria mais fina presentes no granito.

O monzogranito foi primeiramente descrito pela UNISINOS (1982) caracterizando-o como semelhante ao Granito Santa Rita, que foi posteriormente individualizado por Naumann (1985) como Monzogranito Santo Antônio. UFRGS (1986) descrevem esta unidade como Suíte Intrusiva Santo Antônio, pelo fato do corpo apresentar mudança composicionais. Barros (1992) usa a denominação de Monzogranito Santo Antônio devido a predominância desta litologia e as unidades serem comagmáticas.

Composicionalmente o corpo varia de monzodiorito, quartzo monzonito, monzogranito e granodiorito, com fácies equigranular média a fina (1 a 2 mm) e porfirítica média a fina (pórfiros ao redor de 2 mm e matriz variando de 0,6 a 0,2 mm em tamanho). Mineralogicamente o corpo apresenta oligoclásio e andesina (An₁₅₋₄₀), feldspato alcalino, piroxênio, hornblenda, biotita e quartzo, além de apatita, zircão, magnetita, ilmenita, alanita e titanita. Minerais de alteração são clorita, epidoto, carbonato, actinolita e sericita (Barros, 1992).

Para Barros (1992) quimicamente o Monzogranito



Figura 120 - Afloramentos do Monzogranito Santa Rita. A) Pedreira abandonada (Afloramento EB097), B) Típico afloramento em blocos (Afloramento EB291), C) Detalhe da rocha (Afloramento EB270), D) e E) Fotos com xenólitos de rochas máficas (Afloramentos EB320 e EB371).



Figura 121 - Afloramentos do Monzogranito Santo Antônio, com blocos e matacões em zonas de intemperismo (Afloramento EB250).

Santo Antônio varia de rochas cálcico-alcálicas a alcalinas, típicas da série shoshonítica e faz parte da Associação Shoshonítica de Lavras do Sul de Lima e Nardi (1992).

9.2.1.3. Granito Passo da Chácara - NP3 γ pc

É um corpo em forma de taça, intrusivo no Complexo Granulítico Santa Maria Chico e correlacionável a Suíte Santo Afonso. Os melhores afloramentos são na forma de blocos esparsos ao longo das drenagens. Sua característica subvulcânica e cor vermelha são marcantes, foi identificado por Iglesias (2000).

Petrograficamente o Granito Passo da Chácara é classificado como um sienogranito, textura porfirítica com fenocristais de feldspato alcalino e plagioclásio. Os cristais são euédricos a subédricos, de grão médio a grosso, glomeroporfiríticos ou isolados. A matriz que envolve os fenocristais é fanerítica, de grão médio a fino, hipidiomórfica composta por feldspatos, quartzo com frequente textura micrográfica, além de biotita e hornblenda, que muitas vezes formam agregados. Como acessórios ocorrem apatita, zircão e alanita.

9.2.1.4. Suíte Vauthier - NP3 γ vt

A Suíte Vauthier foi identificada e denominada anteriormente como “Suíte Sub-vulcânica Vauthier” por Hartmann e Nardi (1982), correlacionável a Suíte Santo Afonso (Hartmann e Nardi 1982) e está intrusiva no Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Estes autores definiram a suíte com a forma de um “T” invertido e ocupando uma área de 10 x 10km. Sua seção tipo localiza-se na antiga Estação Ferroviária Vauthier. A Suíte compreende, predominantemente,

dacitos e riodacitos isótipos e porfiríticos. Os dados de litogeoquímica apresentados definem estas rochas como subalcalinas em ambiente distensivo, cratônico.

A possível contemporaneidade de rochas efusivas com os granitoides da Suíte Vauthier foi anteriormente 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” seja correlacionável, ao menos em parte à Suíte Vauthier.

9.2.1.5. Suíte Santo Afonso - NP3 γ sf

A Suíte Santo Afonso foi originalmente descrita como por Hartmann e Nardi (1982), decorrendo o nome da estância Santo Afonso, na folha Vila Afonso Jacinto, principal área de exposição da unidade na região.

A suíte aflora na porção centro-sul da Folha Lagoa da Meia Lua, e se limita com as rochas do Complexo Granulítico Santa Maria Chico onde é intrusiva. Esta unidade é intrudida pelos granitos alcalinos (Granito Saibro na área da Folha) e vulcânicas da Bacia do Camaquã. A Suíte se estende para fora da Folha na direção sul e sudeste.

Hartmann e Nardi (1982) descrevem essa suíte como sendo formada por um corpo de dimensões batolítica composto por monzogranitos e variações de granodioritos até sienogranitos. Os constituintes



Figura 122 - Afloramentos do Granito Passo da Chácara em forma de blocos e matacões (Afloramento EB049).



Figura 123 - Afloramentos da Suíte Vauthier. A) Típico afloramento das rochas subvulcânicas (Afloramento EB398), B) Detalhe dos matacões e blocos (Afloramento EB398), C) Rochas subvulcânica com xenólitos (Afloramento EB398), D) Detalhe dos xenólitos (Afloramento EB240).

mineralógicos maiores são feldspato alcalino, plagioclásio e quartzo, mas ocorrem anfibólio, biotita e clorita como constituintes menores, além de esfero, magnetita, apatita, zircão e carbonato como traços. A grande maioria das rochas é isotrópica, sem orientação preferencial, ou com orientação de fluxo ígneo (Figura 124C), definida pelos megacristais de Kf e agregados de minerais máficos. A cor é rosa com variação até cinza. A granulação é média a grossa e a textura equigranular a porfirítica, com fenocristais de feldspato alcalino e, mais raramente, plagioclásio ou mesmo quartzo.

9.2.2. Granitos Alcalinos a Peralcalinos

Na Folha Lagoa da Meia Lua foi possível identificar os granitos: Granito Jaguarí e o Granito Saibro.

9.2.2.1. Granito Saibro - NP3 γ sb

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.

Ocorre na parte sudoeste da Folha Lagoa da Meia Lua as relações de contato indicam que é intrusivo nas litologias da Suíte Santo Afonso, 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 da Suíte Santo Afonso são englobados por leucogranitos do Granito Saibro. Formam lajeados e raramente pequenos blocos.

Neste mapeamento foram englobados na denominação de Granito Saibro, o Granito Saibro (Hartmann e Nardi 1982), o Quartzo Monzonito da Tuna (Gastal e Lafon, 1998), e os granitos Cerro das Marcas e Cerro da Vigia (UFRGS, 1981), (Figura 125). Estes dois últimos não apresentam uma caracterização bem definida, principalmente química, o que implicou num erro neste mapeamento, pois usado apenas o critério macroscópico, estes dois granitos foram caracterizados como fácies do Granito Saibro, por apresentarem biotita, no primeiro, e anfibólio, no segundo, mas em ambos em quantidades secundárias. Há também uma grande dificuldade de encontrar bons afloramentos com rocha fresca.

Esta Suíte compreende rochas graníticas isotrópicas, cor rosa clara e granulação média a fina. O teor

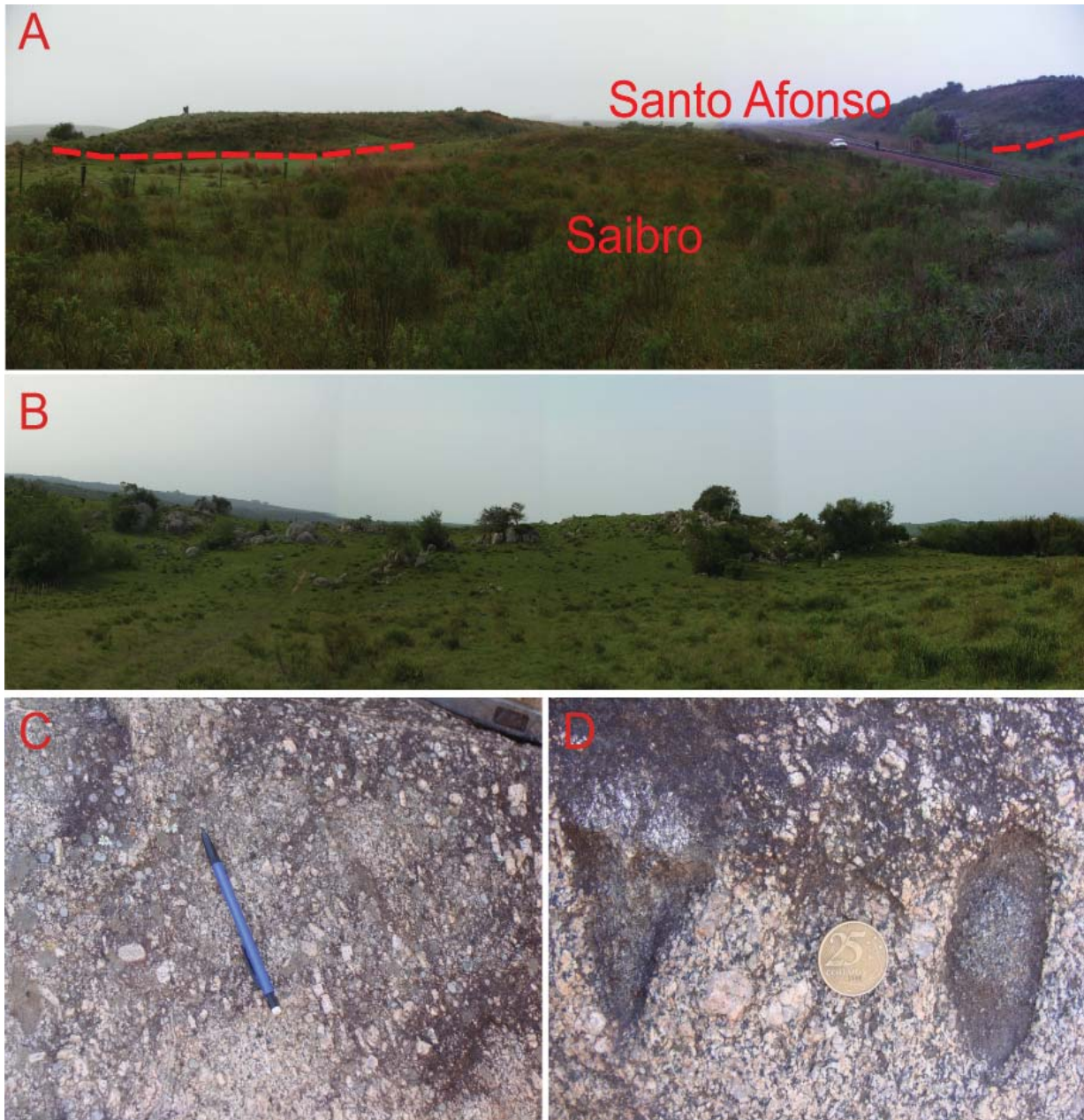


Figura 124 - Afloramentos da Suíte Santo Afonso. A) Crista com rochas graníticas da Suíte Santo Afonso “cercadas” pelo Granito Saibro (Afloramento EB155). B) Campo de mega matacões (Afloramento EB215). C) Granito porfirítico com cristais de feldspatos alinhados (Afloramento EB464), D) Detalhe dos xenólitos (Afloramento EB464).

de minerais máficos é muito baixo, predominando amplamente o feldspato potássico, um conteúdo elevado em quartzo e albita, além de zircão. A composição petrográfica dominante é de pertita granitos com textura fanerítica hipidiomórfica a alotriomórfica, ocorrendo variações petrográfica na direção dos sienogranitos, pertita sienitos e sienitos.

9.2.2.2. Granito Jaguari - NP3γjg

Foi definido por Jost e Villwock (1966) e estudado por Gastal e Nardi (1992). Ocorre no centro leste na Folha Lagoa da Meia Lua. É intrusivo na Formação

Pontas do Salso na parte norte e nordeste e a leste na Suíte Lagoa da Meia Lua, onde se estende para fora da Folha, a oeste está em contato com o Monzogranito Santa Rita, a sul é intrusivo no Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras.

Encontra-se, em algumas porções, encoberto pelas rochas sedimentares gondwânicas da Bacia do Paraná (formações Rio Bonito e Itararé), e por rochas sedimentares terciárias (Formação Santa Tecla). As melhores exposições ocorrem na borda oeste, onde forma blocos e matacões de grande dimensões (Figura 125).

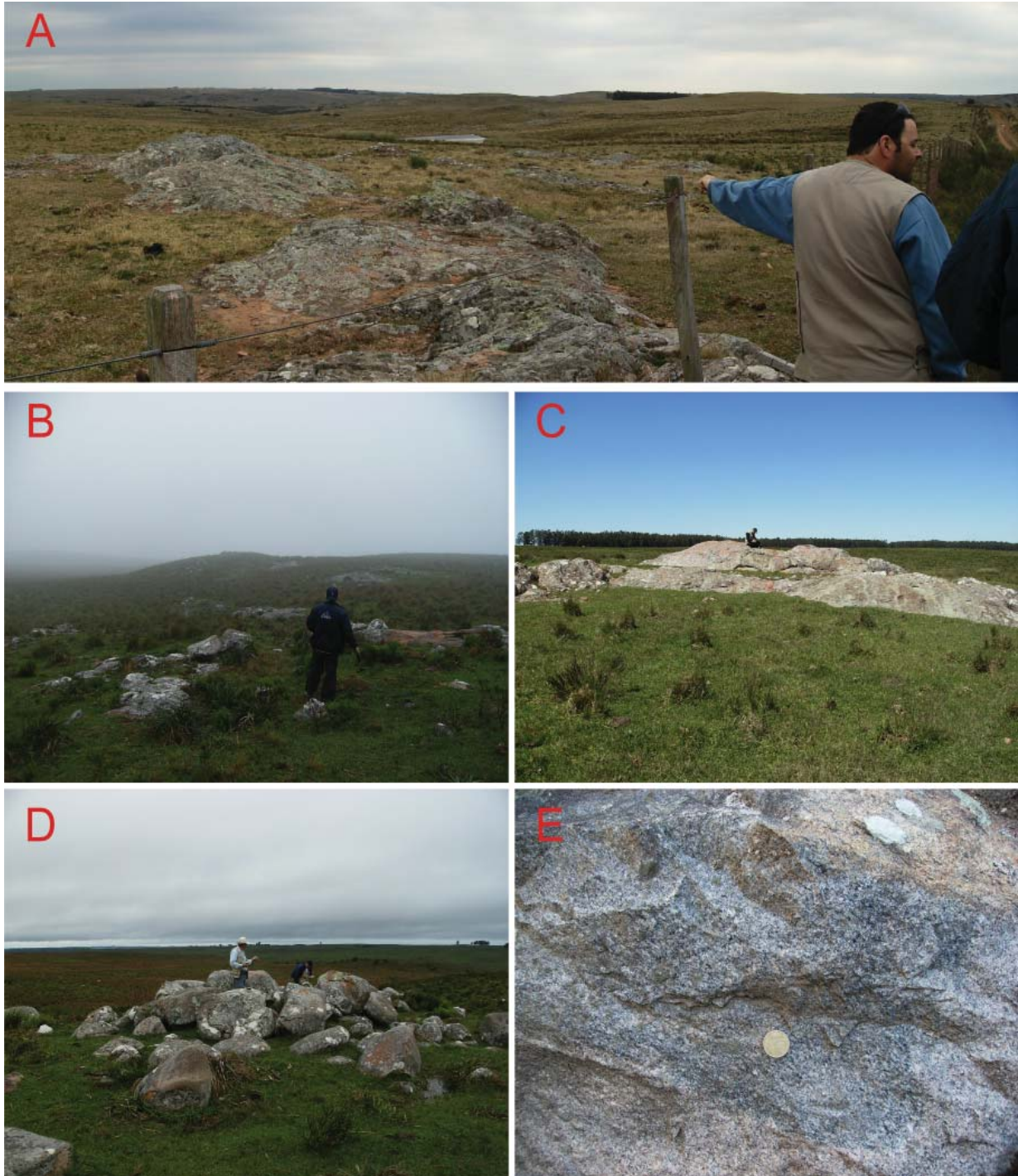


Figura 125 - Afloramentos do Granito Saibro. A) Lajeado, típico afloramento do Granito Saibro (Afloramento EB038). B) Encosta com bloco e matacões (Afloramento EB157). C) Afloramento do Granito Cerro das Marcas, interpretado como um fácies do Granito Saibro (Afloramento EB165). D) Afloramento do Granito Cerro Vigia, interpretado como um fácies do Granito Saibro (Afloramento EB153). E) Detalhe de “agregados” máficos (Afloramento EB397).

Compreende biotita sienogranito e monzogranito subordinado, com coloração vermelha. São equigranulares de granulação média a grossa, constituídos por feldspato alcalino, quartzo (“fumê”), plagioclásio e biotita, aparecendo como acessórios zircão, anfíblio, alanita, fluorita, opacos e apatita. Sericita, clorita e epidoto são a principal mineralogia de alteração.

9.3. Geoquímica

Foram analisadas 44 amostras no contexto dos granitos pós-arco (Tabelas 28, 29, 30 e 31), sendo 06 dos granitos peraluminosos e relacionados, 30 dos granitos shoshoníticos e 8 dos granitos alcalinos e peralcalinos. A separação das amostras foi feita a partir de critérios de campo, por isso os dados

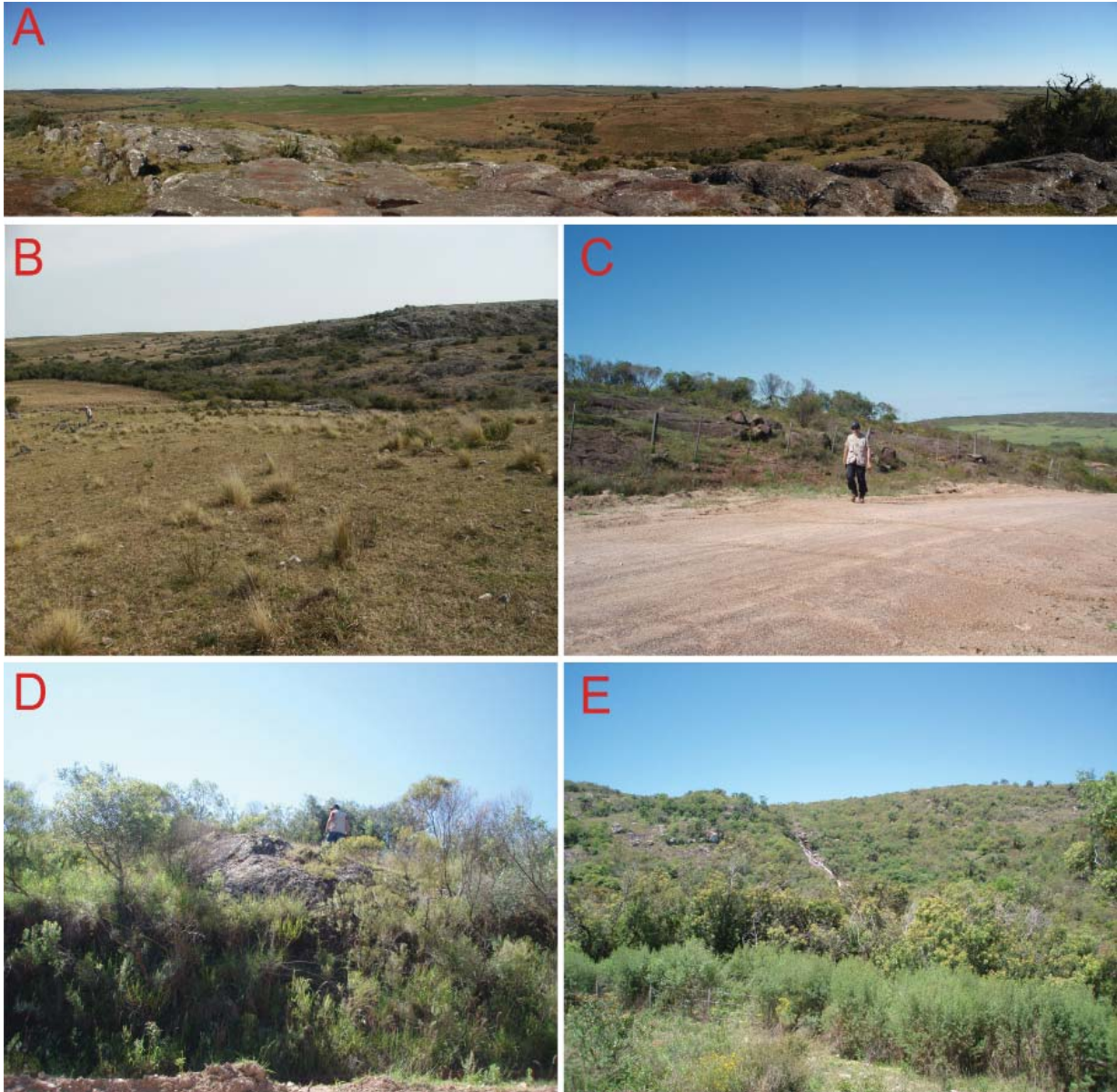


Figura 126 - Afloramentos da Granito Jaguari. A) Lajeado, típico afloramento do Granito Jaguari (Afloramento EB007). B) Encosta com lajeados do Granito Jaguari, nível mais baixo, rochas ultramáficas (Afloramento EB015), C) e D) Lajeados do centro e da borda oeste do granito (Afloramentos EB269 e EB291), E) Encosta da parte oeste do granito, em contato com a Formação Ibaré (Afloramento EB287).

geoquímicos são, muitas vezes, tratados de forma conjunta. Também não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada, há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro destas restrições e da pouca exposição dos afloramentos. Foram coletadas mais amostras dos granitos shoshoníticos devido à necessidade de delimitação de corpos com pouca cartografia como a Suíte Vauthier e Granito Passo da Chácara.

Geoquimicamente as rochas variam de gabros a granitos no diagrama de Cox *et al.* (1979)(Figura

127), cabe resaltar que a Suíte Vauthier apresenta uma variação de vulcânicas até subvulcânicas, sendo presente algumas lavas basálticas e andesíticas, por isso há uma discrepância na classificação de rochas. No diagrama de K_2O versus SiO_2 de (Peccerillo e Taylor 1976)(Figura 127), a grande maioria rochas caem no campo da série cálcico-alcálica alto-K. No diagrama para identificar o índice de Shand (aluminosidade) de Maniar e Piccoli (1989), todas as amostras das rochas classificadas como peraluminosas, em amostras de mão, caem neste campo (Figura 128).

As rochas dos três tipos de granitos, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementa-

res (Figura 129), apresentam anomalia negativa de Nb, Ta e Ti e positiva em alguns elementos de alta carga como Cs. Este comportamento é compatível com rochas formadas em ambiente de subducção de crosta oceânica, com contaminação por sedimentos e/ou água do mar, o que pode indicar que a fonte das rochas destas unidades possui uma assinatura OIB.

No diagrama para elementos terras raras (ETR) (Figura 130), normalizados pelo padrão OIB de Sun e McDonough (1989), mostram um padrão achatado e com anomalia negativa nos granitos alcalinos, com Eu/Eu^* ao redor de 0,5, mostrando o padrão “asa de gaivota” típico deste tipo de granito.

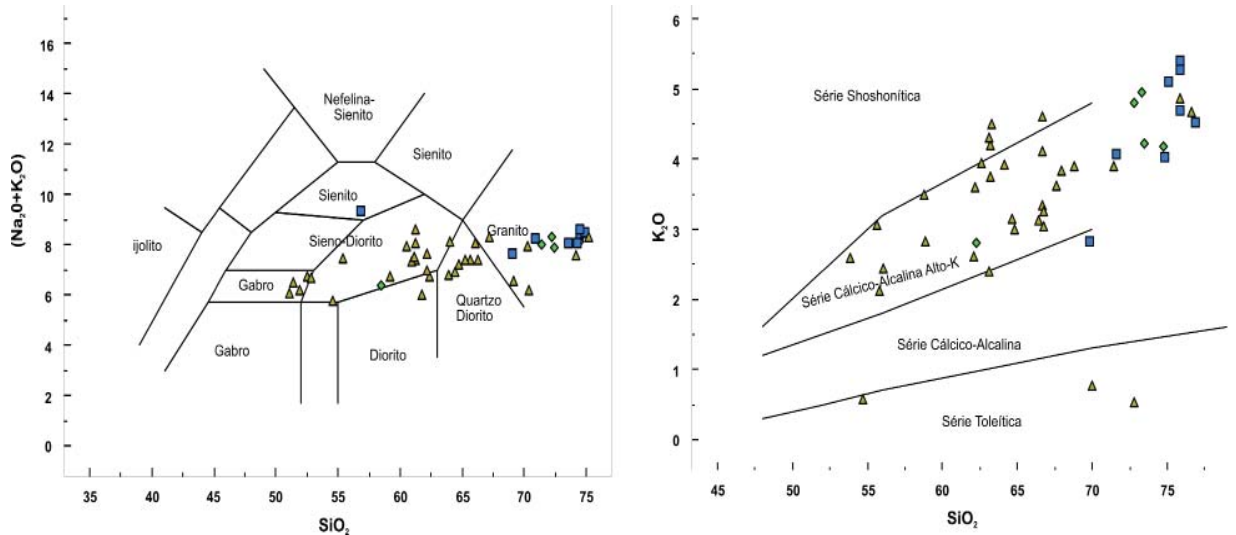


Figura 127 - Diagrama classificação de rochas plutônicas para os granitos da Folha Lagoa da Meia Lua. Diagramas de Cox et al. (1979) e Peccerillo e Taylor (1976). Simbologia: losangos- granitos peraluminosos e relacionados, triângulos- granitos shoshoníticos, quadrados- granitos alcalinos.

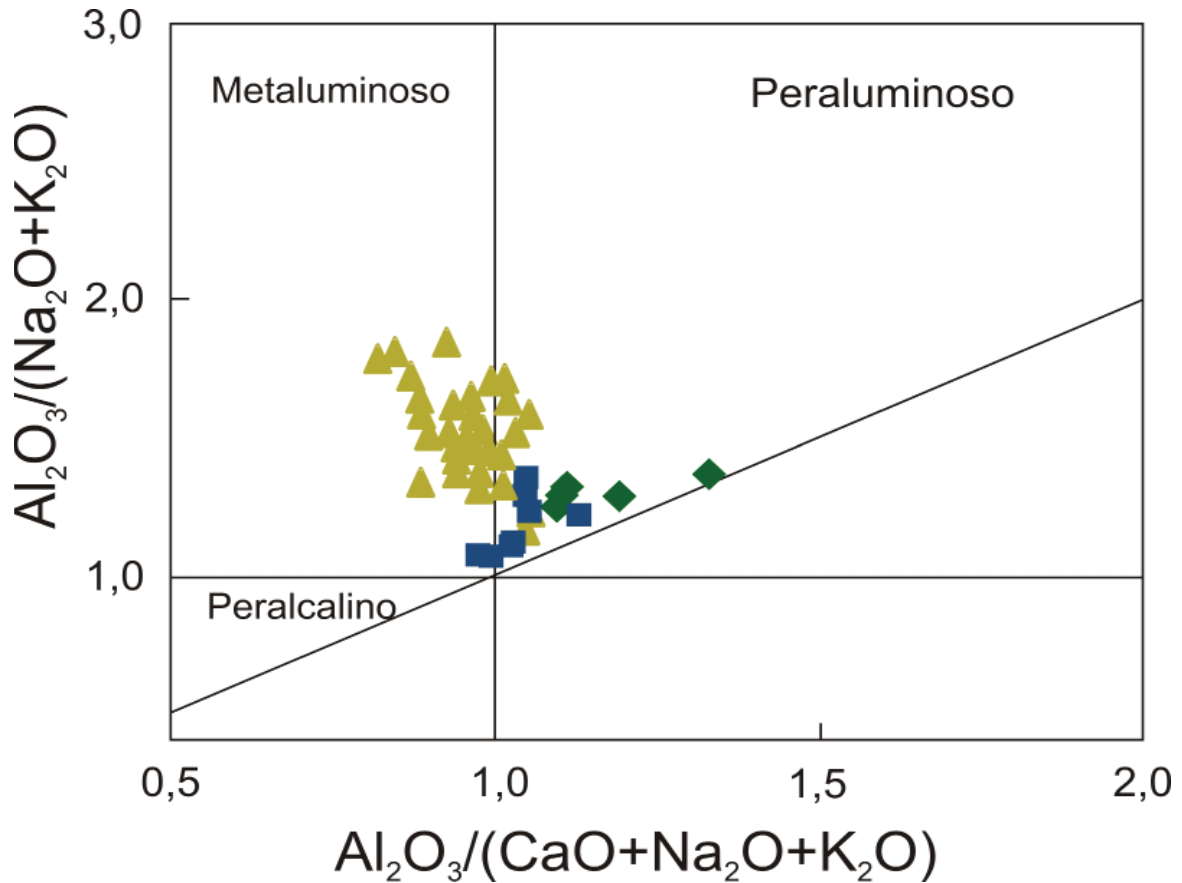


Figura 128 - Diagrama de classificação de rochas aluminosas (índice de Shand) para os granitos da Folha Lagoa da Meia Lua, no diagramas de Maniar e Piccoli (1989). Simbologia é a mesma da figura 127.

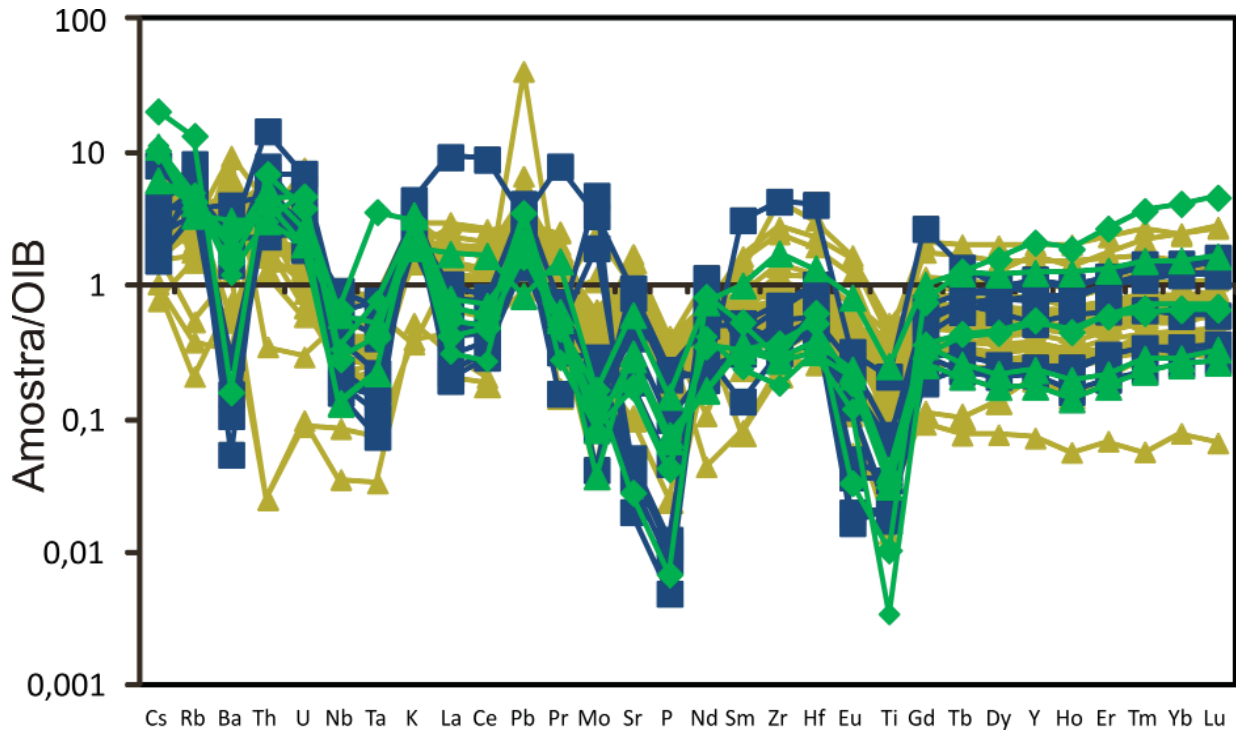


Figura 129 - Diagrama multielementar para os granitos da Folha Lagoa da Meia Lua normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia mesma da figura 127.

Nos diagramas de correlação tipo Harker, no caso usando SiO₂ como elemento de diferenciação, a correlação dos elementos maiores é muito boa, e mostrado para alguns elementos como na (Figura 131). A

correlação é negativa, com o Ferro Total (calculado como Fe₂O₃), MgO e CaO, e negativa com o K₂O. Nos elementos traços e menores a correlação também é muito boa para vários elementos, sendo negativa

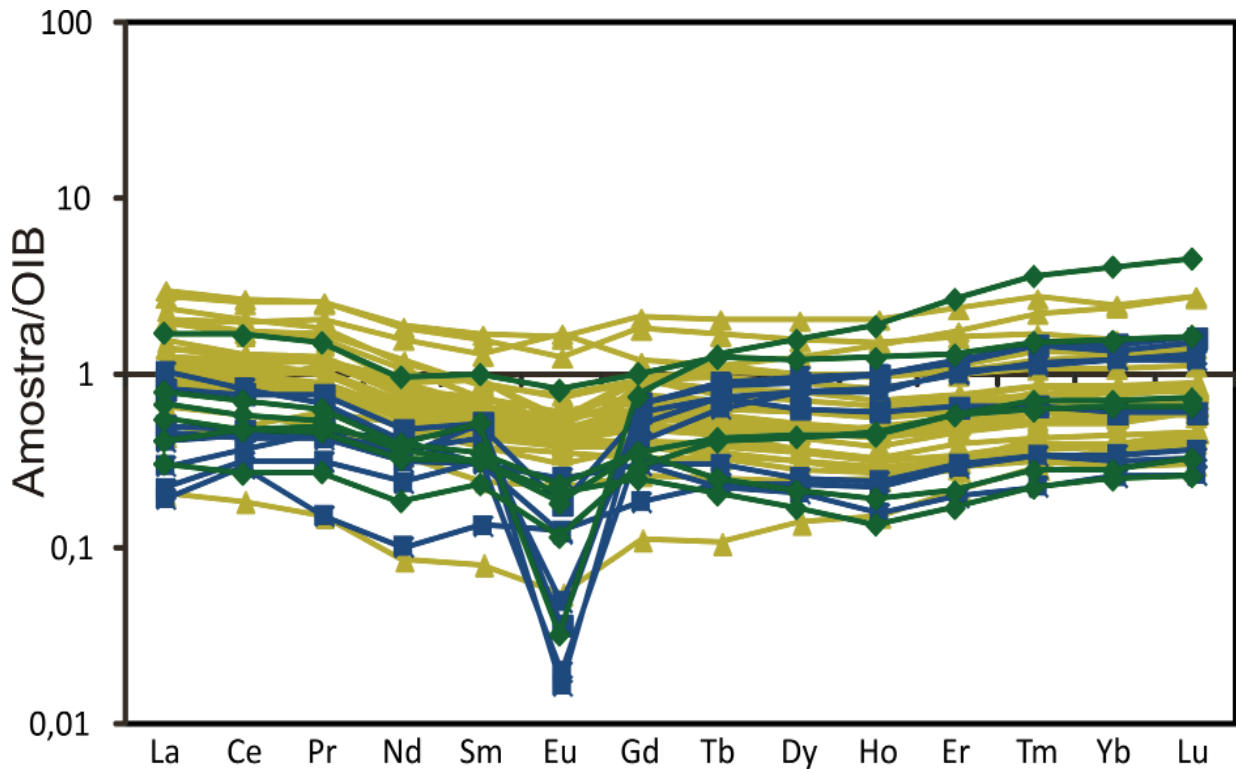


Figura 130 - Diagrama de elementos terras para os granitos da Folha Lagoa da Meia Lua normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia é a mesma da figura 127.

para o Sr e V e positiva com o Rb e Th (Figura 131).

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos, as rochas se distribuem melhor nos campos arcos vulcânicos e granitos pós-colisionais (Pearce *et al.*, 1984)(Figura 132).

9.4. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Uma boa revisão dos dados isotópicos e geocronológicos dos granitos do Rio Grande do Sul pode ser encontrada em Soliani *et al.* (2000). Nos três grupos de granitos aqui apresentados há uma

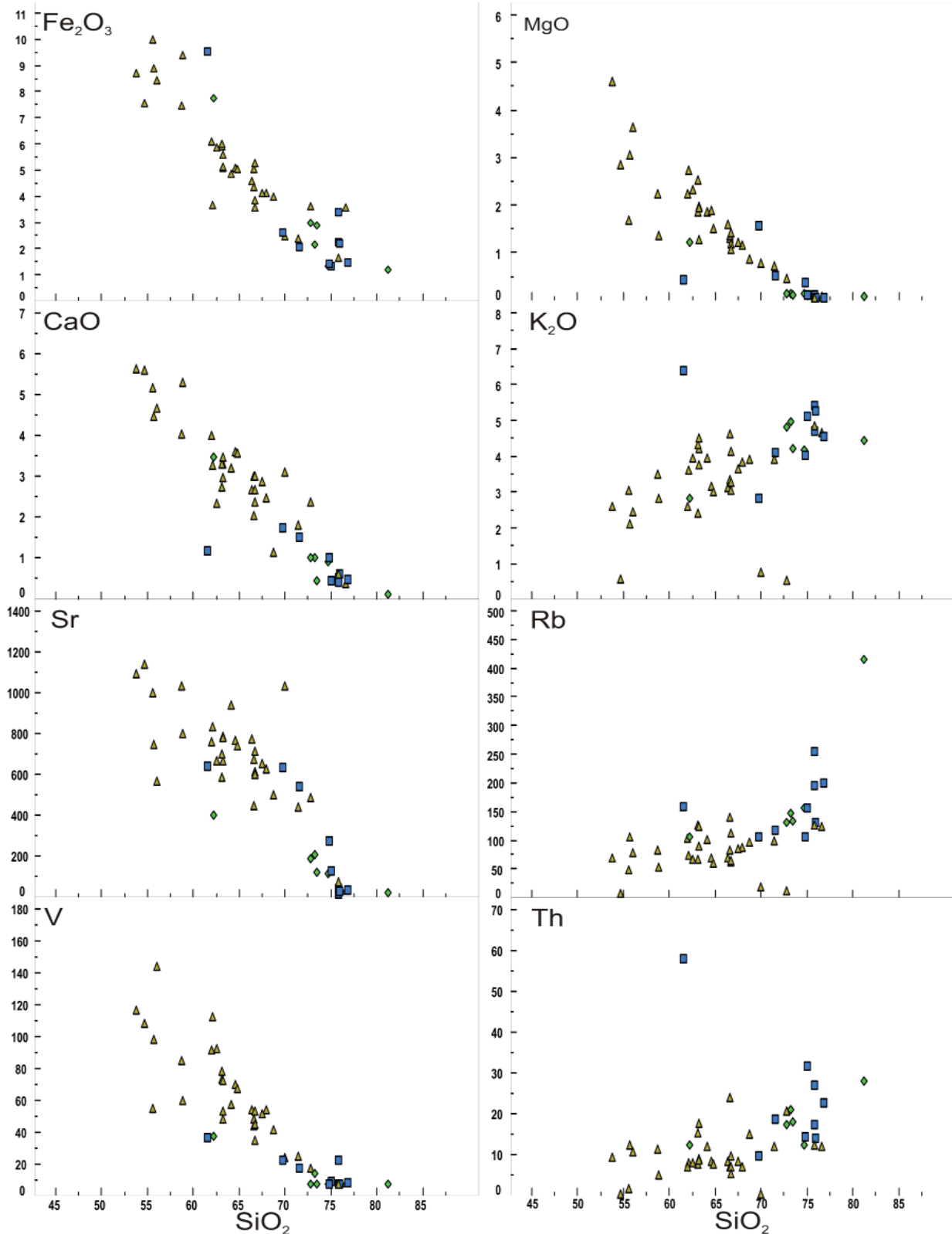


Figura 131 - Diagramas de correlação do tipo Harker, simbologia é a mesma da figura 127.

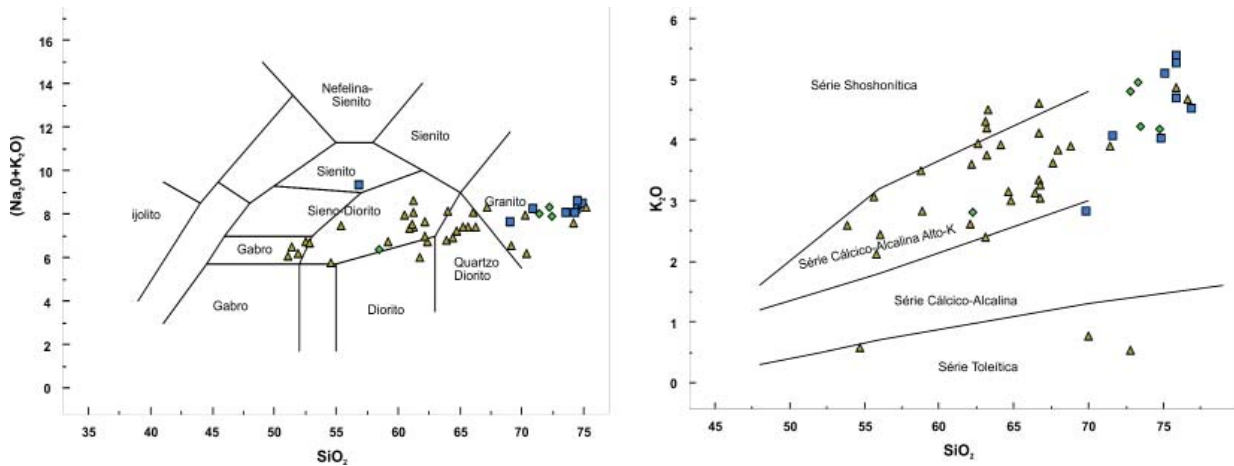


Figura 132 - Diagramas de ambientes tectônicos para rochas graníticas de Pearce et al. (1984). Simbologia é a mesma da figura 127.

grande diferença de conhecimento. Sobre os Granitos Peraluminosos e correlacionados há apenas uma idade sobre o Granito Sanga do Jobim (697±3 Ma Pb-Pb Remus *et al.*, 2001), e mais nenhuma informação sobre geocronológica e geoquímica isotópica. Neste trabalho estes granitos são considerados como relacionados as fases finais do Arco de São Gabriel, 890-690 Ma e posicionados antes dos granitos considerados pós-tectônicos, como os Granitos Shoshoníticos e os Granitos Alcalinos a Peralcalinos. Este posicionamento se deve a apresentarem deformação e posicionamento geográfico restrito, além da idade já mencionada. Em contra partida os Granitos Shoshoníticos e os Granitos Alcalinos a Peralcalinos apresentam grande quantidade de dados, mesmo os presentes na Folha Lagoa da Meia Lua.

Para os Granitos Shoshoníticos há uma grande variedade de idades ao redor de 600-580 Ma. Barros (1992), Barros e Nardi (1992) apresentam uma idade Rb-Sr de 640±52 Ma para o Monzogranito Santo Antônio, com uma razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,710. A Suíte

Santo Afonso apresenta idade Rb-Sr em rocha total de 586±48 Ma (Soliani Júnior, 1986). Naumann (1984) mostra uma idade Rb-Sr para o Monzogranito Santa Rita de 646±52 Ma, com uma razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,705.

Para os Granitos Alcalinos a Peralcalinos há também uma grande quantidade de idades, ao redor de 560-540 Ma. O Granito Jaguari tem idade Rb-Sr de 541±42 Ma (Soliani Júnior, 1986), 537±10 Ma Rb-Sr (Gastal e Lafon, 1998) e idade Pb-Pb de 567±4 Ma (Gastal *et al.*, 2005). Os com dados isotópicos Sm-Nd mostram uma idade T_{DM} de 2,09 e $\epsilon_{\text{Nd}(t)}$ = -12,5 (Gastal *et al.*, 2005), razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ = 0,7029 (Soliani Júnior, 1986) ou 0,7055 para Gastal e Lafon, (1998).

Neste trabalho é apresentado o resultado de uma amostra da Suíte Vauthier, com uma idade U-Pb em zircão de 597±6 Ma (Figuras 133 e 134) (Tabela 32) e herança do Terreno Taquarembó. Esta idade é compatível com outras idade U-Pb em zircão apresentada para os Granitos Shoshoníticos presentes fora da Folha.

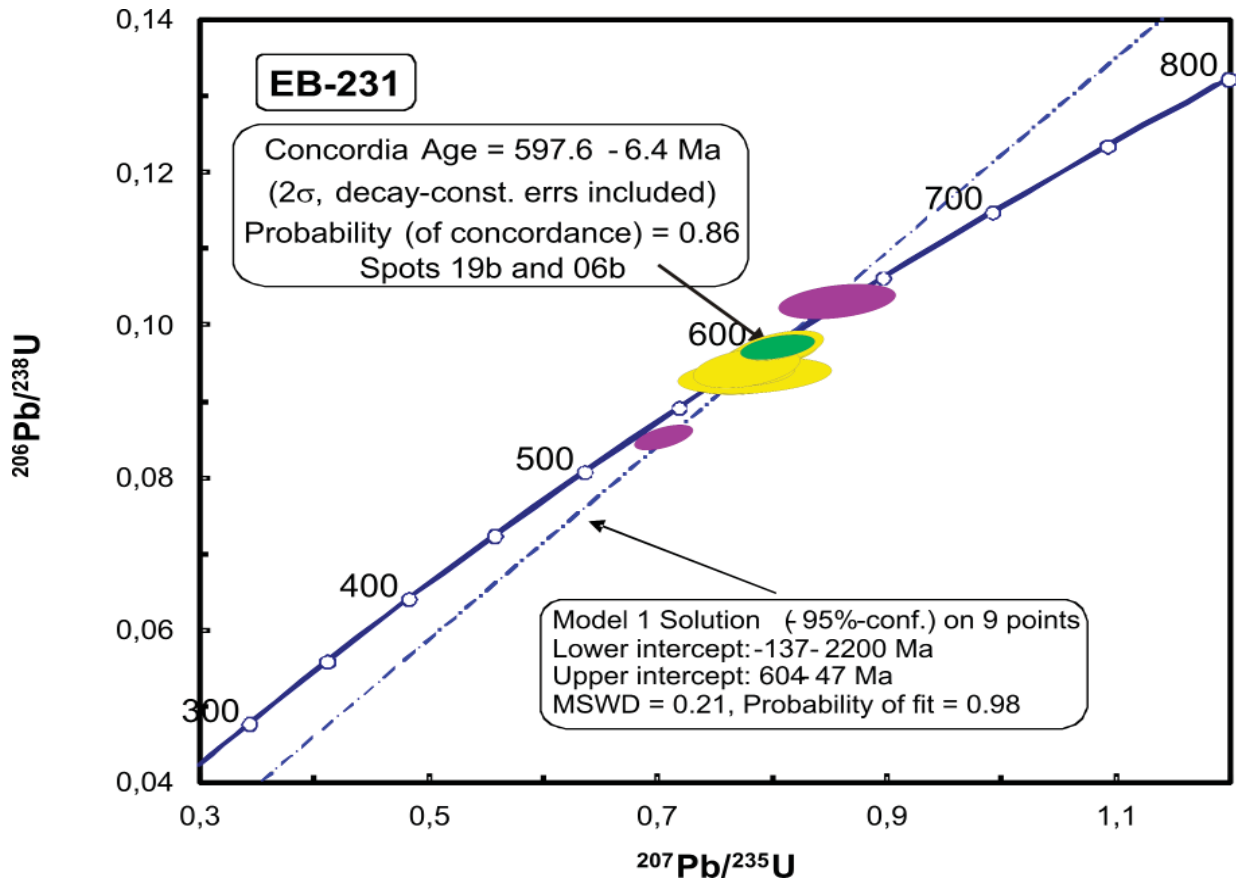


Figura 133 - Diagrama da concórdia com as idades U-Pb em zircão em LA-ICP-MS da amostra EB231.

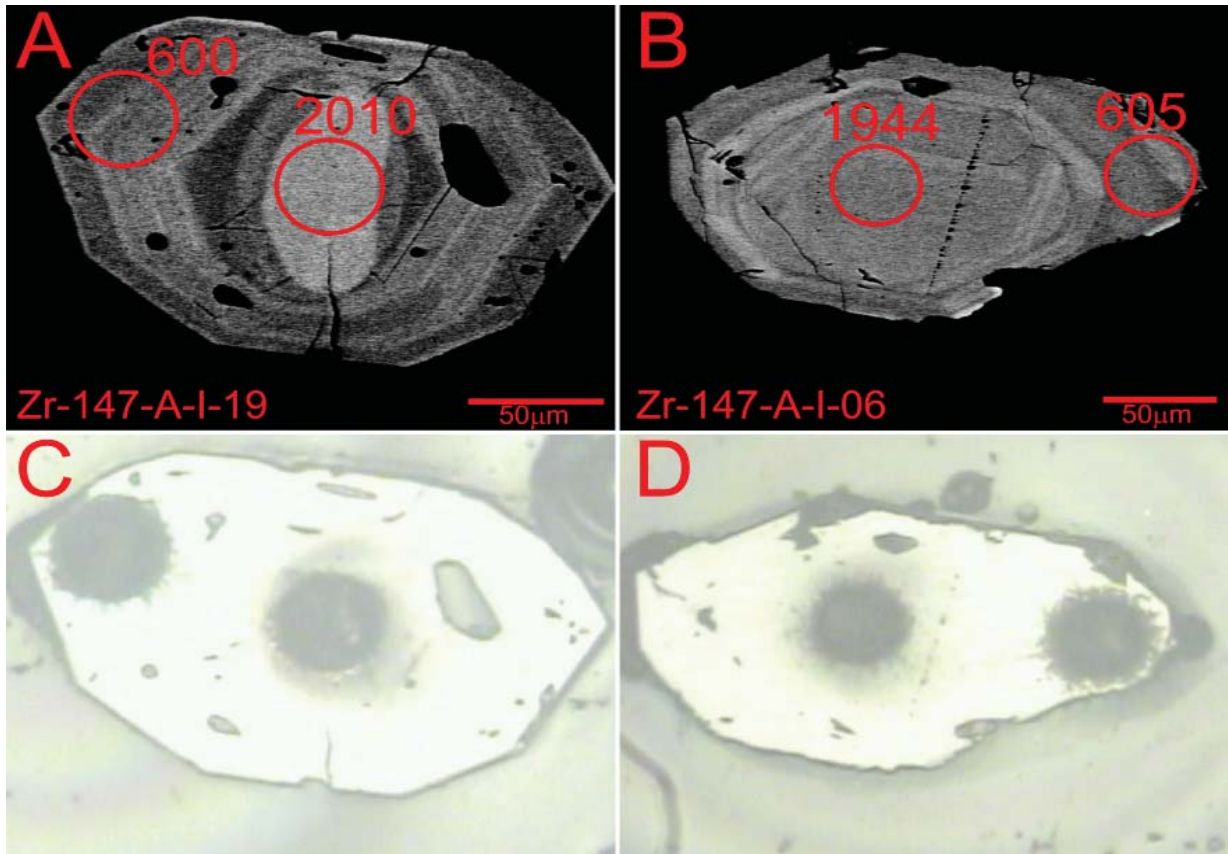


Figura 134 - Imagem de Scanning Electron Microscope (MEV) mostrando a estrutura interna de cristais de zircão representativos da amostra EB231, o local da análise, número do ponto e a idade $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$.

Tabela 28. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores dos Granitoides Pós-Arco.

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Total %
Granitoides Shoshoníticos													
EB-155D	64,20	15,47	4,85	1,84	3,18	3,96	3,92	0,65	0,26	0,07	0,005	1,20	99,66
EB-199A	63,27	16,48	5,08	1,25	3,29	3,45	4,19	0,71	0,29	0,06	<0,002	1,30	99,38
EB-214A	58,93	15,35	9,36	1,36	5,30	3,37	2,81	1,20	0,64	0,14	<0,002	1,00	99,45
EB-072A	64,65	15,57	5,07	1,87	3,57	3,80	3,14	0,60	0,23	0,08	0,005	1,10	99,71
EB-074A	72,83	13,94	3,58	0,43	2,34	5,85	0,53	0,28	0,08	0,03	<0,002	0,00	99,88
EB-075	63,19	14,58	5,90	2,51	3,27	3,74	2,38	0,53	0,20	0,04	0,013	3,40	99,71
EB-077	53,88	15,75	8,67	4,58	5,61	3,76	2,59	1,24	0,57	0,11	0,018	2,80	99,54
EB-078B	62,20	16,12	3,66	2,72	3,26	5,15	3,58	0,76	0,30	0,09	0,005	1,80	99,63
EB-231	66,45	15,47	4,54	1,57	2,66	3,97	3,11	0,47	0,17	0,07	0,003	1,20	99,72
EB-240	62,09	16,18	6,09	2,22	3,97	4,45	2,60	0,67	0,28	0,10	0,005	1,00	99,69
EB-401B	55,80	16,47	8,87	3,03	4,45	5,04	2,11	0,96	0,41	0,14	0,004	2,40	99,69
EB-405	56,09	16,41	8,40	3,61	4,66	4,60	2,43	0,95	0,42	0,16	0,003	2,00	99,72
EB-406A	68,01	14,60	4,11	1,13	2,46	3,76	3,82	0,38	0,14	0,05	0,002	1,30	99,76
EB-406B	63,27	15,41	5,56	1,95	3,45	3,84	3,75	0,59	0,25	0,08	0,006	1,50	99,70
EB-406C	67,61	14,80	4,12	1,20	2,84	3,96	3,62	0,43	0,15	0,07	0,003	0,90	99,73
EB-411B	62,61	14,73	5,84	2,31	2,31	3,74	3,93	0,60	0,24	0,09	0,005	3,20	99,59
EB-417A	55,65	16,60	9,99	1,66	5,16	3,93	3,05	1,51	0,52	0,16	<0,002	1,10	99,30
EB-420A	54,76	18,95	7,55	2,83	5,58	5,95	0,57	1,14	0,36	0,08	0,003	2,00	99,77
EB-425	66,69	15,22	4,33	1,29	2,98	4,04	3,34	0,46	0,16	0,07	0,003	1,20	99,73
EB-429	66,75	14,79	3,57	1,18	2,35	3,98	4,11	0,41	0,14	0,06	0,003	2,40	99,73
EB-048	66,70	14,60	5,04	1,35	2,02	3,84	4,60	0,58	0,21	0,07	0,003	0,70	99,71
EB-206A	63,13	15,13	5,98	1,85	2,73	3,96	4,30	0,73	0,31	0,07	0,004	1,40	99,58
EB-270A	71,50	14,47	2,34	0,72	1,78	4,18	3,90	0,29	0,09	0,04	<0,002	0,50	99,81
EB-320	66,78	14,91	5,23	1,40	2,97	4,06	3,03	0,57	0,20	0,06	0,003	0,40	99,65
EB-321	64,82	15,95	5,00	1,48	3,54	4,24	2,98	0,78	0,27	0,06	<0,002	0,50	99,64
EB-323	66,78	15,81	3,83	1,07	2,65	4,28	3,24	0,55	0,18	0,05	<0,002	1,20	99,70
EB-324	75,92	12,58	1,64	0,05	0,57	3,50	4,85	0,07	0,02	0,02	<0,002	0,80	99,98
EB-250	58,77	16,41	7,47	2,22	4,03	4,40	3,49	1,02	0,55	0,09	0,003	1,00	99,48
EB-391A	68,82	14,58	3,98	0,86	1,12	4,60	3,89	0,36	0,16	0,04	0,003	1,30	99,73
EB-464A	63,28	15,56	5,10	1,93	2,96	3,83	4,50	0,65	0,26	0,07	0,006	1,50	99,66

< - Abaixo do limite de detecção: LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.

Tabela 28. Resultados das análises de óxidos de elementos maiores dos Granitoides Pós-Arco (continuação).

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Total %
Granitos Peraluminosos e Relacionados													
EB-330	81,32	10,20	1,16	0,07	0,07	1,69	4,41	0,03	0,02	0,04	<0,002	1,00	99,96
EB-342A1	73,35	14,21	2,11	0,12	1,00	3,50	4,93	0,12	0,03	0,02	<0,002	0,50	99,88
EB-342A2	72,88	13,86	2,97	0,13	0,99	3,34	4,80	0,09	0,01	0,03	<0,002	0,80	99,89
EB-335A	73,55	13,65	2,87	0,09	0,41	3,76	4,20	0,09	0,04	0,04	<0,002	1,20	99,92
EB-341	62,32	15,99	7,70	1,21	3,45	3,97	2,80	0,72	0,54	0,11	<0,002	0,90	99,69
EB-336A	74,80	13,83	1,29	0,12	0,88	3,98	4,17	0,01	0,02	0,04	<0,002	0,80	99,95
Granitos Alcalinos e Peralcalinos													
EB-041E	76,91	12,29	1,46	0,03	0,44	3,85	4,52	0,06	<0,01	0,01	<0,002	0,40	99,98
EB-041F	75,90	12,27	2,24	0,03	0,47	3,91	4,68	0,06	<0,01	0,03	<0,002	0,40	99,98
EB-152	75,10	13,39	1,31	0,10	0,43	3,40	5,09	0,05	<0,01	0,02	<0,002	1,10	99,94
EB-153A	71,64	14,65	2,05	0,49	1,50	4,25	4,07	0,22	0,06	0,03	<0,002	0,80	99,76
EB-207A	75,92	11,52	3,37	0,08	0,38	2,91	5,40	0,10	0,14	0,03	0,002	0,10	99,95
EB-397A	74,86	13,47	1,42	0,36	0,97	4,08	4,02	0,06	0,03	0,02	<0,002	0,60	99,88
EB-397B	69,86	14,80	2,61	1,55	1,71	4,87	2,81	0,19	0,07	0,06	0,009	1,20	99,79
EB-287D	75,94	12,11	2,19	0,04	0,59	3,47	5,26	0,10	0,01	0,02	<0,002	0,20	99,95

< - Abaixo do limite de detecção; LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.

Tabela 29. Resultados das análises de elementos traços dos Granitoides Pós-Arco.

	Granitoides Pós-Arco																			
	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Granitoides Shoshoníticos																				
EB-155D	<20	9	1209	3	9,30	0,80	21,50	7,60	15,40	100,70	3,00	935,60	0,90	11,80	2,60	57,00	0,60	301,90	17,50	
EB-199A	<20	14	3302	3	7,40	0,60	20,60	15,30	18,80	87,70	2,00	660,90	0,70	17,50	1,10	53,00	1,50	688,70	43,80	
EB-214A	<20	18	2270	2	12,60	0,60	20,80	17,90	26,70	51,50	2,00	799,40	1,20	4,80	0,60	60,00	0,70	773,90	59,00	
EB-072A	<20	9	1200	2	10,20	1,20	18,90	4,20	9,10	67,70	<1	764,40	0,50	8,20	1,40	70,00	0,70	156,40	13,70	
EB-074A	<20	5	113	7	2,10	0,40	20,00	6,60	19,20	11,80	11,00	484,00	1,70	20,40	5,00	17,00	<0,5	217,20	47,80	
EB-075	21	9	1105	2	15,50	1,70	20,20	4,20	9,20	66,20	5,00	700,00	0,50	7,50	1,70	73,00	2,20	155,40	14,10	
EB-077	67	15	1486	2	25,10	0,90	18,30	7,00	28,40	67,60	2,00	1090,00	1,40	9,10	1,80	116,00	0,80	296,30	22,80	
EB-078B	<20	13	1619	2	2,70	1,10	20,30	5,00	11,70	73,10	4,00	827,10	0,50	7,70	1,60	112,00	3,50	187,10	14,30	
EB-231	<20	7	1105	3	7,80	1,80	21,30	5,70	12,70	68,00	2,00	771,90	1,10	8,10	0,70	54,00	0,70	189,00	12,90	
EB-240	<20	11	1181	2	13,70	3,00	21,50	4,60	10,60	101,40	1,00	755,60	0,50	6,70	2,00	91,00	0,50	212,80	15,10	
EB-401B	<20	15	799	3	16,00	0,90	24,70	6,80	14,70	103,90	3,00	746,60	0,90	12,30	2,80	98,00	1,00	252,50	23,60	
EB-405	<20	17	752	3	17,10	0,60	24,30	6,00	18,40	78,10	4,00	562,30	1,10	10,40	1,30	144,00	0,70	215,80	31,00	
EB-406A	<20	5	1205	1	5,70	1,30	19,40	4,20	8,20	86,80	2,00	624,20	0,60	7,00	1,80	54,00	<0,5	146,10	8,70	
EB-406B	<20	7	1157	1	9,50	1,30	19,40	5,80	12,80	88,00	2,00	784,20	0,70	8,80	2,50	72,00	0,50	199,00	14,40	
EB-406C	<20	5	1324	2	7,00	1,00	20,30	4,70	9,40	83,40	1,00	652,00	0,60	8,30	1,90	51,00	<0,5	154,50	10,00	
EB-411B	<20	9	2042	1	14,10	1,60	17,50	5,40	10,10	66,60	2,00	664,80	0,50	8,00	1,60	92,00	1,20	170,10	15,10	
EB-417A	<20	20	3159	<1	13,40	0,30	23,00	24,30	25,60	46,70	<1	995,90	0,70	1,40	0,30	55,00	<0,5	1182,00	29,00	
EB-420A	24	11	261	<1	21,40	0,40	20,10	2,00	4,10	6,50	1,00	1140,00	0,20	<0,2	<0,1	108,00	<0,5	80,70	9,80	
EB-425	<20	6	1253	<1	8,10	1,10	19,20	4,50	8,90	80,90	1,00	668,40	0,40	6,90	1,10	44,00	<0,5	159,30	10,90	
EB-429	<20	4	1417	1	6,40	1,10	19,20	5,40	9,80	112,60	2,00	608,90	0,50	9,50	1,90	35,00	<0,5	170,00	9,70	
EB-048	<20	6	1329	3	8,00	3,10	16,10	7,90	33,40	139,50	2,00	442,60	2,20	23,70	4,00	48,00	1,10	286,40	19,00	
EB-206A	28	7	1589	3	11,10	2,10	17,90	9,20	36,90	125,50	3,00	584,20	2,30	15,10	3,90	78,00	0,90	336,20	18,70	
EB-270A	<20	4	1037	2	4,30	2,40	17,10	4,20	16,60	97,40	1,00	436,10	1,00	12,00	7,50	25,00	<0,5	136,70	8,30	
EB-320	<20	6	1727	2	9,40	1,20	17,70	4,90	19,80	62,00	2,00	708,40	1,10	6,90	1,80	53,00	<0,5	196,40	17,70	
EB-321	<20	8	1654	1	10,10	1,30	17,40	5,50	20,00	58,10	1,00	735,60	0,90	7,40	1,80	67,00	<0,5	221,60	19,30	
EB-323	<20	6	1663	2	7,60	1,00	17,40	4,40	12,60	64,40	1,00	594,00	0,80	5,10	1,40	45,00	1,00	154,70	15,40	
EB-324	<20	2	196	2	0,40	1,20	15,20	3,20	16,20	125,90	<1	67,30	1,10	12,10	3,60	<8	<0,5	60,90	5,90	
EB-250	<20	10	2219	3	14,50	1,40	19,90	9,40	43,30	81,60	2,00	1029,00	2,30	11,30	2,30	85,00	0,70	410,10	19,30	
EB-391A	<20	3	1665	3	4,90	2,10	16,60	5,00	21,00	95,20	2,00	497,70	1,50	14,80	3,20	41,00	0,90	165,70	10,30	
EB-464A	<20	8	1372	1	10,40	1,20	20,10	7,90	11,10	121,90	2,00	775,80	0,40	8,40	1,50	48,00	<0,5	283,20	16,40	

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 29. Resultados das análises de elementos traços dos Granitoides Pós-Arco (continuação).

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Granitos Peraluminosos e Relacionados																			
EB-330	<20	2	56	3	0,60	7,90	19,10	4,90	31,90	414,50	24,00	18,60	9,70	27,70	3,90	<8	5,70	81,40	61,40
EB-342A1	<20	2	736	2	1,60	2,40	18,10	3,00	6,30	145,00	<1	206,50	0,60	20,90	2,70	14,00	<0,5	79,90	6,80
EB-342A2	<20	2	684	2	1,50	2,40	16,80	2,50	6,40	129,40	<1	186,10	0,60	17,10	2,10	<8	<0,5	77,20	5,10
EB-335A	<20	3	523	2	1,00	4,00	16,70	4,10	13,60	133,20	2,00	116,10	1,10	17,80	4,80	<8	<0,5	104,10	16,10
EB-341	<20	13	1081	4	8,60	4,30	23,90	10,60	29,10	104,70	2,00	399,20	1,40	12,30	2,10	37,00	<0,5	491,40	36,30
EB-336A	<20	3	428	2	0,50	4,40	17,70	2,40	16,20	155,70	2,00	109,30	2,10	12,20	4,90	<8	<0,5	50,50	15,30
Granitos Alcalinos e Peralcalinos																			
EB-041E	<20	<1	54	3	0,20	0,60	20,30	4,50	44,10	199,60	3,00	29,70	1,90	22,50	2,70	8,00	<0,5	87,80	24,50
EB-041F	<20	<1	19	3	0,40	1,40	20,10	4,90	30,50	254,70	1,00	13,30	2,10	26,80	7,10	<8	<0,5	92,50	32,40
EB-152	<20	1	503	2	0,60	0,80	19,00	3,70	11,30	155,80	<1	125,00	0,40	31,40	3,50	9,00	<0,5	87,80	6,70
EB-153A	<20	2	1408	2	2,30	1,50	19,20	4,50	8,60	116,20	1,00	537,90	0,40	18,60	2,40	17,00	<0,5	151,00	6,20
EB-207A	<20	2	102	4	1,00	1,60	18,00	7,40	28,90	195,20	3,00	33,70	1,10	17,20	5,50	22,00	<0,5	183,80	22,20
EB-397A	<20	1	729	1	1,80	0,60	17,80	4,20	9,10	104,90	<1	268,00	0,30	14,30	1,90	<8	<0,5	116,40	7,10
EB-397B	27	6	764	2	5,80	0,90	20,20	3,30	19,40	105,60	<1	632,00	0,60	9,40	2,50	22,00	<0,5	110,90	15,10
EB-287D	<20	<1	37	5	0,40	3,10	18,10	8,00	27,10	129,80	5,00	23,20	1,50	13,90	3,20	<8	<0,5	199,80	31,20

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 30. Resultados das análises dos elementos terras raras dos Granitoides Pós-Arco.

	Granitoides Pós-Arco														Σ ETR ppm	Eu/Eu*	(La/Lu) ^N	(La/Sm) ^N	(Gd/Lu) ^N
	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm					
Granitos Shoshoníticos																			
EB-155D	51,60	101,60	11,85	43,10	7,12	1,80	5,83	0,72	3,45	0,59	1,66	0,27	1,53	0,21	231,33	0,81	0,97	1,99	1,96
EB-199A	110,80	213,10	24,78	93,30	15,33	3,72	13,62	1,73	8,59	1,61	4,23	0,59	3,37	0,47	495,24	0,75	0,96	1,91	1,95
EB-214A	100,80	200,10	24,23	96,30	16,66	4,77	15,89	2,14	11,23	2,16	6,13	0,94	5,35	0,81	487,51	0,85	0,96	1,01	1,64
EB-072A	35,40	66,00	7,89	30,20	4,79	1,30	3,92	0,49	2,54	0,46	1,25	0,18	1,12	0,18	155,72	0,87	0,94	1,59	2,00
EB-074A	45,00	94,10	10,95	39,50	7,09	1,10	6,63	1,16	6,99	1,50	4,57	0,77	5,16	0,83	225,35	0,47	1,00	0,44	1,72
EB-075	32,70	62,40	7,55	29,20	5,14	1,32	4,08	0,56	2,73	0,49	1,27	0,18	1,20	0,18	149	0,84	0,94	1,47	1,72
EB-077	73,70	136,90	15,91	61,30	8,58	2,27	6,97	0,85	4,40	0,74	1,97	0,30	1,81	0,26	315,96	0,85	0,95	2,30	2,32
EB-078B	34,80	68,70	8,03	32,90	5,24	1,44	4,19	0,55	2,66	0,51	1,37	0,19	1,31	0,21	162,1	0,89	0,97	1,34	1,79
EB-231	41,40	77,40	8,56	31,10	4,86	1,27	3,99	0,49	2,36	0,41	1,20	0,18	1,26	0,17	174,65	0,84	0,97	1,97	2,30
EB-240	35,80	72,20	8,44	32,40	5,54	1,40	4,51	0,56	2,62	0,52	1,44	0,22	1,43	0,20	167,28	0,81	0,98	1,45	1,75
EB-401B	43,80	88,50	11,33	47,80	9,01	1,54	6,85	1,01	4,86	0,85	2,56	0,37	2,30	0,33	221,11	0,57	0,94	1,08	1,31
EB-405	29,90	73,20	10,69	46,20	9,04	1,65	7,14	1,09	5,60	1,06	2,88	0,46	2,80	0,42	192,13	0,60	0,97	0,58	0,89
EB-406A	34,40	63,60	7,19	24,70	3,86	1,04	2,52	0,34	1,55	0,29	0,75	0,11	0,78	0,11	141,24	0,97	0,96	2,54	2,41
EB-406B	43,50	82,90	9,49	33,20	5,92	1,48	4,27	0,57	2,87	0,48	1,21	0,21	1,22	0,18	187,5	0,86	0,97	1,96	1,99
EB-406C	39,00	72,70	8,24	29,30	4,43	1,17	3,13	0,40	1,98	0,33	0,88	0,14	0,81	0,13	162,64	0,91	0,96	2,43	2,38
EB-411B	33,60	66,40	8,03	29,20	4,91	1,22	3,66	0,52	2,72	0,51	1,38	0,21	1,43	0,19	153,98	0,84	0,96	1,43	1,85
EB-417A	74,80	153,10	19,73	81,70	12,70	5,07	8,91	1,14	5,60	1,02	2,71	0,41	2,62	0,42	369,93	1,39	0,94	1,44	1,59
EB-420A	16,10	40,10	5,86	26,50	4,93	1,46	3,58	0,47	2,09	0,35	0,85	0,11	0,64	0,09	103,13	1,01	0,98	1,45	0,88
EB-425	39,60	76,10	8,31	28,50	4,60	1,24	3,08	0,41	2,02	0,35	1,03	0,15	0,97	0,14	166,5	0,96	0,99	2,29	2,33
EB-429	39,20	70,80	8,07	28,00	4,30	1,12	2,88	0,37	1,73	0,29	0,81	0,13	0,83	0,12	158,65	0,93	0,94	2,65	2,46
EB-048	73,20	135,70	14,53	46,10	6,72	1,21	5,06	0,66	3,42	0,60	1,70	0,27	1,77	0,26	291,2	0,60	0,99	2,28	2,94
EB-206A	76,90	142,60	15,27	55,90	7,42	1,53	5,77	0,72	3,38	0,61	1,85	0,27	1,80	0,26	314,28	0,68	0,99	2,40	2,80
EB-270A	24,50	45,60	4,87	17,80	2,43	0,66	2,01	0,26	1,34	0,26	0,73	0,14	0,87	0,14	101,61	0,87	0,99	1,42	2,72
EB-320	46,30	89,40	10,15	36,10	6,15	1,43	5,00	0,65	3,38	0,60	1,61	0,25	1,42	0,22	202,66	0,75	0,98	1,71	2,03
EB-321	52,90	99,10	11,19	40,10	6,32	1,61	5,38	0,67	3,57	0,65	1,78	0,27	1,69	0,24	225,47	0,80	0,96	1,79	2,26
EB-323	38,40	69,60	7,64	26,30	4,41	1,18	3,84	0,49	2,77	0,50	1,36	0,21	1,27	0,20	158,17	0,83	0,96	1,56	2,35
EB-324	7,50	14,70	1,46	4,40	0,79	0,16	0,84	0,11	0,77	0,16	0,55	0,10	0,81	0,14	32,49	0,57	1,05	0,43	2,57
EB-250	88,00	166,70	18,14	61,20	8,78	2,23	6,97	0,81	3,93	0,69	1,92	0,30	1,67	0,25	361,59	0,83	0,99	2,85	2,71
EB-391A	47,00	75,40	8,33	28,60	3,83	0,90	2,93	0,35	1,78	0,31	0,82	0,15	0,95	0,14	171,49	0,78	0,90	2,72	3,32
EB-464A	57,90	104,70	12,12	41,40	6,47	1,66	4,85	0,61	2,92	0,51	1,45	0,21	1,25	0,18	236,23	0,86	0,94	2,61	2,42

Tabela 30. Resultados das análises dos elementos terras raras dos Granitoides Pós-Arco (continuação).

	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Σ ETR ppm	Eu/Eu*	(La/Lu) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Lu) _N
Granitos Peraluminosos e Relacionados																			
EB-330	15,70	38,80	5,00	21,20	5,36	0,10	5,76	1,35	8,85	2,01	7,08	1,28	8,94	1,38	122,81	0,05	1,04	0,09	0,79
EB-342A1	29,80	57,10	6,20	20,90	3,62	0,71	2,71	0,27	1,23	0,21	0,57	0,10	0,62	0,10	124,14	0,66	0,99	2,42	2,22
EB-342A2	25,30	47,90	5,39	19,80	3,27	0,63	1,95	0,22	0,98	0,15	0,46	0,08	0,55	0,08	106,76	0,73	0,97	2,56	2,09
EB-335A	20,80	39,20	4,65	17,40	3,24	0,56	2,78	0,46	2,50	0,48	1,55	0,22	1,43	0,20	95,47	0,54	0,94	0,84	1,74
EB-341	64,30	134,80	14,88	50,90	10,10	2,46	7,78	1,31	6,86	1,32	3,42	0,54	3,37	0,50	302,54	0,81	1,03	1,04	1,72
EB-336A	11,60	22,00	2,72	10,00	2,40	0,36	2,24	0,44	2,49	0,50	1,55	0,25	1,54	0,22	58,31	0,45	0,93	0,43	1,31
Granitos Alcalinos e Peralcalinos																			
EB-041E	11,10	30,10	4,54	17,80	5,27	0,05	5,25	0,94	5,41	1,05	2,97	0,50	2,91	0,46	67,47	0,06	1,20	0,17	0,69
EB-041F	7,20	23,20	1,51	5,40	1,36	0,38	1,42	0,25	1,31	0,24	0,77	0,12	0,69	0,10	88,35	0,03	1,00	0,20	0,57
EB-152	38,10	66,50	6,64	21,50	3,10	0,77	2,31	0,24	1,17	0,17	0,52	0,08	0,56	0,08	43,95	0,80	1,67	0,58	1,43
EB-153A	15,30	35,10	4,34	19,20	4,27	0,15	3,99	0,77	4,38	0,85	2,66	0,39	2,64	0,36	141,74	0,84	0,99	3,86	3,32
EB-207A	17,30	34,10	4,13	16,40	3,10	0,37	2,30	0,32	1,43	0,26	0,80	0,12	0,75	0,11	94,4	0,11	1,02	0,34	0,97
EB-397A	18,80	38,10	4,76	21,90	5,01	0,54	4,61	0,76	3,58	0,65	1,69	0,23	1,29	0,18	81,49	0,40	0,96	1,28	1,51
EB-397B	30,10	61,60	7,36	25,00	5,28	0,11	5,18	0,90	4,98	1,04	3,09	0,51	3,18	0,48	102,1	0,33	0,95	0,85	1,01
EB-287D	11,10	30,10	4,54	17,80	5,27	0,05	5,25	0,94	5,41	1,05	2,97	0,50	2,91	0,46	148,81	0,06	0,98	0,51	1,54

Tabela 31. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse económico dos Granitoides Pós-Arco.

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
Granitos Shoshoníticos														
EB-155D	0,60	13,30	5,80	60,00	8,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-199A	0,50	9,00	5,80	49,00	7,10	0,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,90	<0,01	0,20	<0,5
EB-214A	1,10	9,70	9,30	55,00	5,20	0,50	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-072A	0,40	15,00	6,80	54,00	11,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-074A	0,30	2,10	8,50	6,00	5,90	0,80	<0,1	0,40	0,30	<0,1	0,90	<0,01	<0,1	0,50
EB-075	1,00	54,40	6,80	40,00	28,00	8,50	0,10	0,10	1,20	0,10	45,30	<0,01	0,30	5,20
EB-077	0,80	24,80	9,10	68,00	65,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-078B	1,50	23,20	21,30	10,00	6,50	14,70	<0,1	0,20	0,50	0,20	46,00	<0,01	<0,1	2,20
EB-231	0,10	27,60	4,10	48,00	6,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-240	0,10	4,20	6,80	66,00	11,50	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	0,40	<0,5
EB-401B	0,40	6,60	11,10	91,00	8,50	0,90	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-405	0,30	23,20	6,10	92,00	5,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	7,70	<0,01	<0,1	<0,5
EB-406A	0,50	6,80	7,10	40,00	6,20	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-406B	1,60	5,80	6,70	49,00	12,30	<0,5	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	0,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-406C	0,50	6,70	7,70	60,00	6,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	12,50	<0,01	0,10	<0,5
EB-411B	6,00	19,80	130,20	136,00	19,60	12,40	0,30	0,40	0,20	0,60	26,80	<0,01	0,80	2,50
EB-417A	0,90	12,30	4,00	97,00	2,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-420A	0,30	15,10	3,00	64,00	16,80	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-425	0,20	8,50	5,90	49,00	7,20	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-429	0,80	4,00	9,90	50,00	7,00	0,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-048	0,60	6,90	12,20	29,00	10,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-206A	1,50	9,20	14,80	43,00	10,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,10	<0,01	<0,1	<0,5
EB-270A	<0,1	5,20	11,10	26,00	7,20	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-320	0,30	29,00	8,80	50,00	14,40	0,60	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,00	<0,01	0,10	<0,5
EB-321	0,20	16,80	3,90	51,00	10,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,50	<0,01	0,10	<0,5
EB-323	0,70	10,80	17,60	39,00	7,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-324	0,60	2,60	11,70	5,00	1,40	0,70	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	1,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-250	1,10	12,30	9,00	56,00	10,80	0,70	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-391A	2,70	5,90	14,80	37,00	7,30	0,80	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-464A	0,30	16,90	4,10	61,00	12,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,20	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 31. Resultados das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico dos Granitoides Pós-Arco (continuação).

	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	As ppm	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Ag ppm	Au ppb	Hg ppm	Tl ppm	Se ppm
Granitos Peraluminosos e Relacionados														
EB-330	0,40	4,00	5,30	6,00	1,00	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,00	<0,01	0,20	<0,5
EB-342A1	<0,1	1,00	5,50	17,00	1,30	0,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,50	<0,01	<0,1	<0,5
EB-342A2	0,20	4,50	7,10	20,00	3,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-335A	0,30	8,10	11,30	20,00	2,70	0,50	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	<0,5	<0,01	0,20	<0,5
EB-341	0,40	14,70	2,70	114,00	4,10	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	0,40	<0,5
EB-336A	0,20	3,80	10,90	21,00	1,40	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
Granitos Alcalinos e Peralcalinos														
EB-041E	0,70	1,30	4,60	23,00	0,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	6,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-041F	11,40	8,20	8,80	38,00	1,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,50	<0,01	0,10	<0,5
EB-152	0,60	1,40	8,10	8,00	0,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-153A	0,10	2,40	6,10	36,00	3,70	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,10	<0,5
EB-207A	4,60	3,50	6,10	19,00	2,80	0,60	<0,1	0,10	<0,1	<0,1	1,40	<0,01	0,20	<0,5
EB-397A	0,30	4,10	6,50	25,00	4,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-397B	0,20	11,60	4,40	74,00	26,10	2,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	0,30	<0,5
EB-287D	0,50	1,30	13,20	34,00	0,80	<0,5	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	1,90	<0,01	<0,1	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção.

Tabela 32. Dados de U-Pb em zircão da amostra EB237 obtidos pelo método LA-MC-ICP-MS in situ.

Spot number	Concordia 1				Concordia 2				Age (Ma)				%	Disc	f206	Th ppm	U ppm	Pb ppm			
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	\pm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	\pm	Rho	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	\pm	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	\pm	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$							\pm	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	\pm
Zr-147-A-101	0,7665	2,12	0,0936	0,90	0,42	10,6832	0,90	0,0594	1,92	577	5	578	12	581	11	0,25	1	0,0004	41,0	165,6	16,7
Zr-147-A-103	0,8583	2,44	0,1033	0,94	0,38	9,6811	0,94	0,0603	2,26	634	6	629	15	613	14	0,74	-3	0,0008	51,8	70,6	9,0
Zr-147-A-104	0,7722	2,56	0,0929	0,81	0,31	10,7681	0,81	0,0603	2,43	572	5	581	15	615	15	0,40	7	0,0034	64,8	162,1	17,1
Zr-147-A-106b	0,7994	2,13	0,0966	0,92	0,43	10,3556	0,92	0,0600	1,93	594	5	596	13	605	12	0,84	2	0,0021	126,8	151,4	17,5
Zr-147-A-107a	0,7035	1,49	0,0855	0,77	0,52	11,6984	0,77	0,0597	1,27	529	4	541	8	592	8	0,04	11	0,0006	8,0	213,3	20,2
Zr-147-A-107b	0,8434	3,62	0,1003	0,96	0,27	9,9660	0,96	0,0610	3,49	616	6	621	22	638	22	0,60	3	0,0059	149,1	250,7	34,3
Zr-147-A-114	0,7330	5,03	0,0885	2,09	0,42	11,3044	2,09	0,0601	4,57	546	11	558	28	607	28	0,74	10	0,0032	27,1	37,0	4,4
Zr-147-A-116	0,7831	3,59	0,0934	1,08	0,30	10,7053	1,08	0,0608	3,42	576	6	587	21	632	22	0,89	9	0,0050	163,6	185,3	19,1
Zr-147-A-119b	0,8051	1,62	0,0975	0,72	0,44	10,2591	0,72	0,0599	1,46	600	4	600	10	600	9	0,34	0	0,0004	79,7	236,7	24,4
Zr-147-A-122b	0,7962	1,77	0,0951	1,22	0,69	10,5207	1,22	0,0608	1,28	585	7	595	11	631	8	0,42	7	0,0027	85,0	203,4	21,3
Zr-147-A-127	0,8021	2,14	0,0970	0,97	0,45	10,3084	0,97	0,0600	1,91	597	6	598	13	602	12	0,52	1	0,0019	101,8	198,5	18,8
Zr-147-A-129	0,7773	2,26	0,0938	0,74	0,33	10,6560	0,74	0,0601	2,14	578	4	584	13	606	13	0,56	5	0,0004	72,1	129,4	14,3
Zr-147-A-137	0,7778	2,47	0,0947	0,99	0,40	10,5549	0,99	0,0595	2,26	584	6	584	14	587	13	0,28	1	0,0017	54,9	200,9	16,4
Zr-147-A-102	2,5445	2,21	0,1934	0,84	0,38	5,1704	0,84	0,0954	2,04	1140	10	1285	28	1536	31	0,63	26	0,0009	23,2	37,1	9,5
Zr-147-A-105a	2,6954	2,04	0,1917	0,96	0,47	5,2158	0,96	0,1020	1,80	1131	11	1327	27	1660	30	0,07	32	0,0003	9,6	133,9	31,8
Zr-147-A-106a	4,0201	1,38	0,2446	1,16	0,84	4,0879	1,16	0,1192	0,75	1411	16	1638	23	1944	15	0,10	27	0,0003	13,2	131,6	31,1
Zr-147-A-109	0,8554	2,25	0,0951	1,09	0,49	10,5137	1,09	0,0652	1,96	586	6	628	14	782	15	0,31	25	0,0003	61,5	198,9	20,0
Zr-147-A-111a	5,9037	1,34	0,3397	0,88	0,66	2,9440	0,88	0,1261	1,01	1885	17	1962	26	2044	21	0,78	8	0,0001	89,3	115,8	51,4
Zr-147-A-119a	5,5146	1,36	0,3233	0,90	0,66	3,0932	0,90	0,1237	1,02	1806	16	1903	26	2010	21	0,02	10	0,0001	3,3	203,3	74,1

1. Sample and standard corrected after Pb and Hg blanks
2. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ corrected after common Pb. Common Pb is calculated after $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ concordant age
3. $^{235}\text{U} = 1/137,88 \times \text{total U}$
4. GU-1 standard
5. All errors in the table are calculated 1 sigma (% for isotope ratios; absolute for ages)

Zr-147-A-111a - Heranças

10- VULCANISMO DA BACIA DO CAMAQUÃ

O final do Neoproterozoico do Rio Grande do Sul está marcado pelo desenvolvimento de espessos depósitos vulcano-sedimentares, confinados à Bacia do Camaquã e sub-bacias associadas, relacionadas às fases tardias a pós-tectônicas da orogenia Brasileira/Pan-Africana. A Bacia do Camaquã ocupa a porção ocidental do Escudo Sul-Rio-Grandense, onde normalmente sustentam os terrenos topograficamente mais elevados, aflorando segundo faixas alongadas e platôs de direção grosseiramente nordeste-sudoeste. Repousa sobre as sequências metavulcano-sedimentares dobradas do Proterozoico Médio a Superior, como o Cinturão Metamórfico Vacacaí, bem como sobre rochas granulíticas do Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

A Bacia do Camaquã atualmente tem sido considerada como do tipo strike-slip, embora seja ainda controversa a sua classificação e os mecanismos de sua geração (Brito Neves e Cordani, 1991; Chemale Júnior, 1999; Gresse *et al.*, 1996; Paim *et al.*, 2000).

Diferentes ciclos vulcânicos têm sido identificados nesta Bacia do Camaquã (Wildner *et al.*, 2002), onde os principais estão relacionados a: a- rochas vulcânicas que compõem a estrutura de base da bacia, com composições predominantemente intermediárias e algumas ocorrências básicas e ácidas, de afinidade shoshonítica (Formação Hilário, *sensu* Ribeiro e Fantinel, 1978), b- vulcanismo bimodal de afinidade moderadamente alcalina sódica (Formação Acampamento Velho, *sensu* Ribeiro e Fantinel 1978), representada, principalmente, por depósitos explosivos/efusivos de composição ácida, que sucedem a sequência shoshonítica; c- rochas vulcânicas que encerram os processos magmáticos na bacia (Membro Rodeio Velho, Ribeiro e Fantinel, 1978), caracterizadas por depósitos efusivos de composição básica-intermediária e afinidade moderadamente alcalina a toleítica alto-K. Alguns autores têm colocado um vulcanismo associado à Formação Maricá, baseado em fragmentos de rochas vulcânicas presentes em conglomerados e outras evidências controversas (Wildner *et al.*, 2002, Lima *et al.*, 2007).

Neste capítulo serão tratadas as rochas vulcânicas presentes na Folha Lagoa da Meia Lua, relativos à Bacia do Camaquã, sendo que os sedimentos serão descritos no capítulo 11. Neste contexto estão presentes na área as rochas das formações Hilário e Acampamento Velho (Figura 135).

10.1. Formação Hilário

Para Ribeiro e Lichtenberg (1978) a Formação Hilário, do Grupo Bom Jardim, compõe-se de uma

sucessão de camadas vermelhas dobradas de derrames e vulcânicas intrusivas de composição basáltica, andesítica, dacítica e riolítica. Rochas básicas podem estar associadas com sedimentos ricos em material vulcânico e arenitos grossos vermelhos com estratificação rítmica, tendo intercalados, arenitos finos e siltitos, constituindo prismas espessos de arcóseos e grauvacas associados.

As rochas efusivas são representadas, principalmente, por traquibasaltos e traquiandesitos (shoshonitos) que são espacialmente e temporalmente associadas com termos hipabissais monzoníticos, quartzo monzoníticos e lamprofíricos, além de rochas plutônicas hipoabissais graníticas e leucodioritos cumuláticos (Lima e Nardi, 1998), agrupadas na Associação Shoshonítica de Lavras do Sul.

Como as Formação Hilário e Acampamento Velho são de difícil reconhecimento e separação, na Folha, só em dois casos ela é identificável: quando as rochas estão associadas a sedimentos da Formação Hilário (Figura 136), como lavas intercaladas ou como matriz de sedimentos, ou ainda como tufos, geralmente retrabalhados; ou quando da presença de dique de composição lamprofírica (Figura 137), que podem chegar até 5 km de forma descontínua.

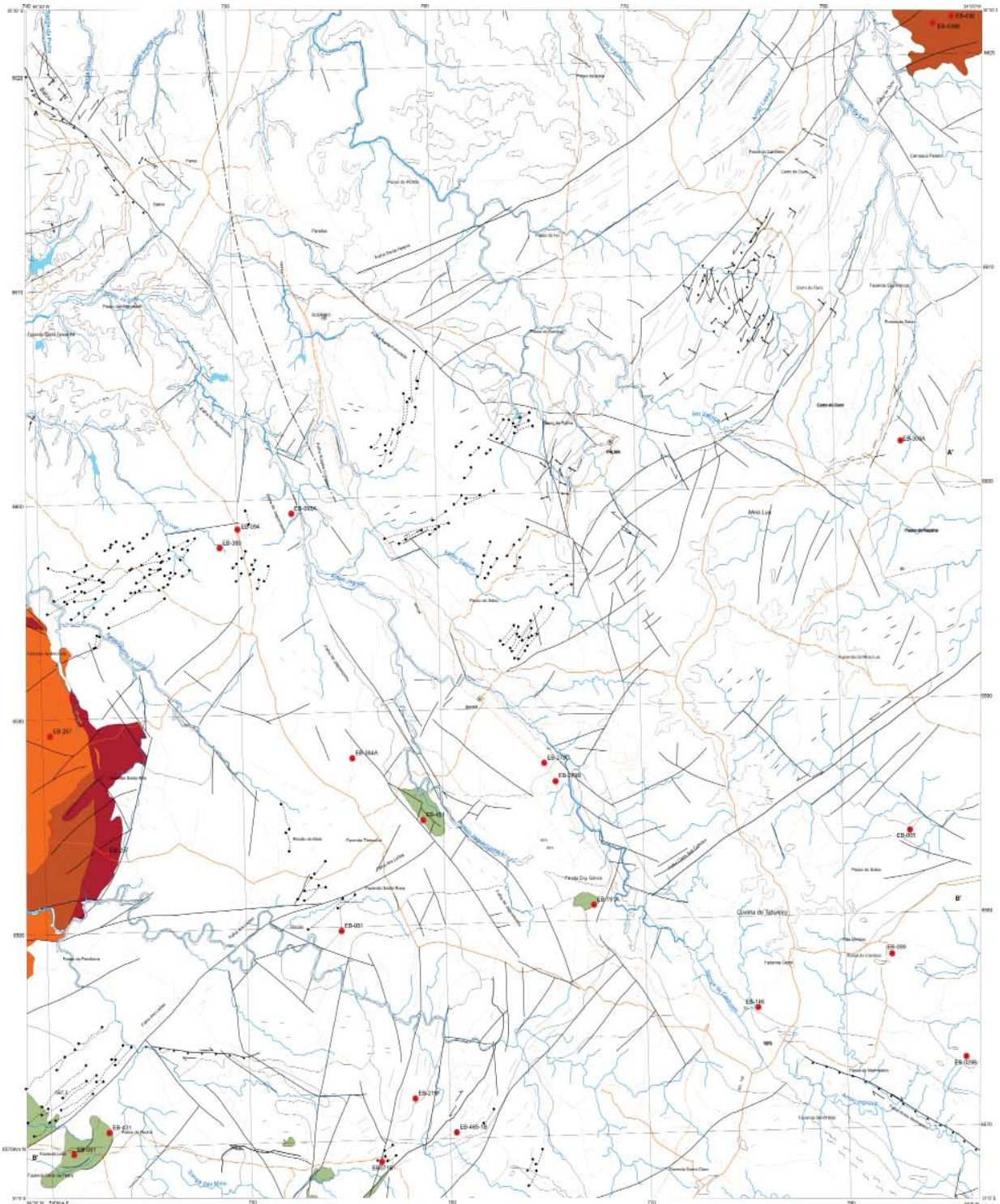
A Formação Hilário está dividida em Fácies Coerente - NP3 β hic e Fácies Particulada - NP3 β hip. Na Folha Lagoa da Meia Lua só a Fácies Particulada pode ser cartografada, a fácies Coerente está presente na forma de diques.

10.2. Formação Acampamento Velho

A Formação Acampamento Velho (*sensu* Horbach *et al.*, 1986), sucede a Formação Hilário, caracterizada como uma sequência bimodal com predomínio de termos vulcânicos. Na Folha Lagoa da Meia Lua foi dividida em Fácies Particulada - NP3avp, Fácies Coerente - NP3 α avc, Fácies Básica - NP3 β av.

A caracterização desta formação tem sido sugerida por diversos autores, como Wildner *et al.* (1999), Sommer *et al.* (1999, 2005), Almeida *et al.* (2012) e boas revisões podem ser encontradas em Nardi e Lima (2000) e Lima *et al.* (2007). O vulcanismo é bimodal e reúne um grande volume de depósitos efusivos e piroclásticos ácidos (Fácies Particulada), associados às lavas e diques básicos (Fácies Básica) e ácidos (Fácies Coerente). As melhores exposições, na Folha Lagoa da Meia Lua, estão localizadas nos platôs do Taquarembó e da Ramada (Figuras 138 e 139).

Na Fácies Particulada predominam depósitos piroclásticos, principalmente ignimbritos, brechas vulcânicas e tufos de queda, normalmente cober-



- Vulcânicas Camaquã**
- Formação Hilário
 - Formação Acampamento Velho
 - Fácies Particulada
 - Fácies Coerente
 - Fácies Básica
- Diques - Preferencialmente Ácido
 - EB-231
- Localização de amostra de rocha com análise química

Figura 135 - Localização e distribuição das rochas vulcânicas relacionadas à Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua.



Figura 136 - Modo de ocorrência de rochas da Formação Hilário Fácies Particulada na Folha Lagoa da Meia Lua. A) Afloramento com lavas "soldando" sedimentos (Afloramento EB190), B) Afloramento com nível de lava intercalado em sedimentos (Afloramento EB230), C) Afloramento com nível vulcanoclástico em corte de estrada de ferro abandonada (Afloramento EB082), D) Sedimento associado às vulcânicas (Afloramento EB080).

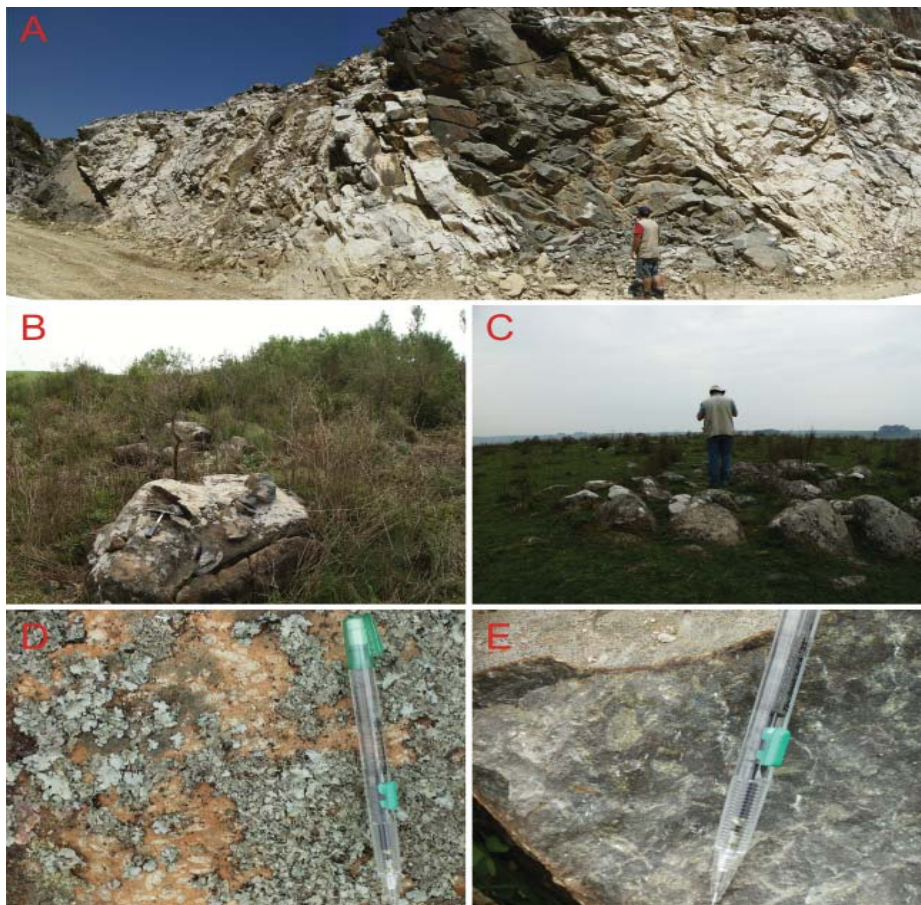


Figura 137 - Modo de ocorrência de rochas da Formação Hilário Fácies Coerente na Folha Lagoa da Meia Lua, sempre na forma de diques de lamprófitos. A) Diques com melhor exposição da Folha, localizados na mina de calcário da Palma (Afloramento EB326), B e C) Blocos e matácões desmembrados de diques (Afloramentos EB096 e EB099), D e E) Aspecto da rocha, alterado e fresco (Afloramento EB099).



Figura 138 - Modo de ocorrência de rochas da Formação Acampamento Velho na Lagoa da Meia Lua, exemplo do Platô do Taquarembó. A) Grandes platôs de rochas da Fácies Particulada (Afloramento EB258), B) Lavas basálticas da Fácies Básica, com alteração em disjunção esferoidal (Afloramento EB247).

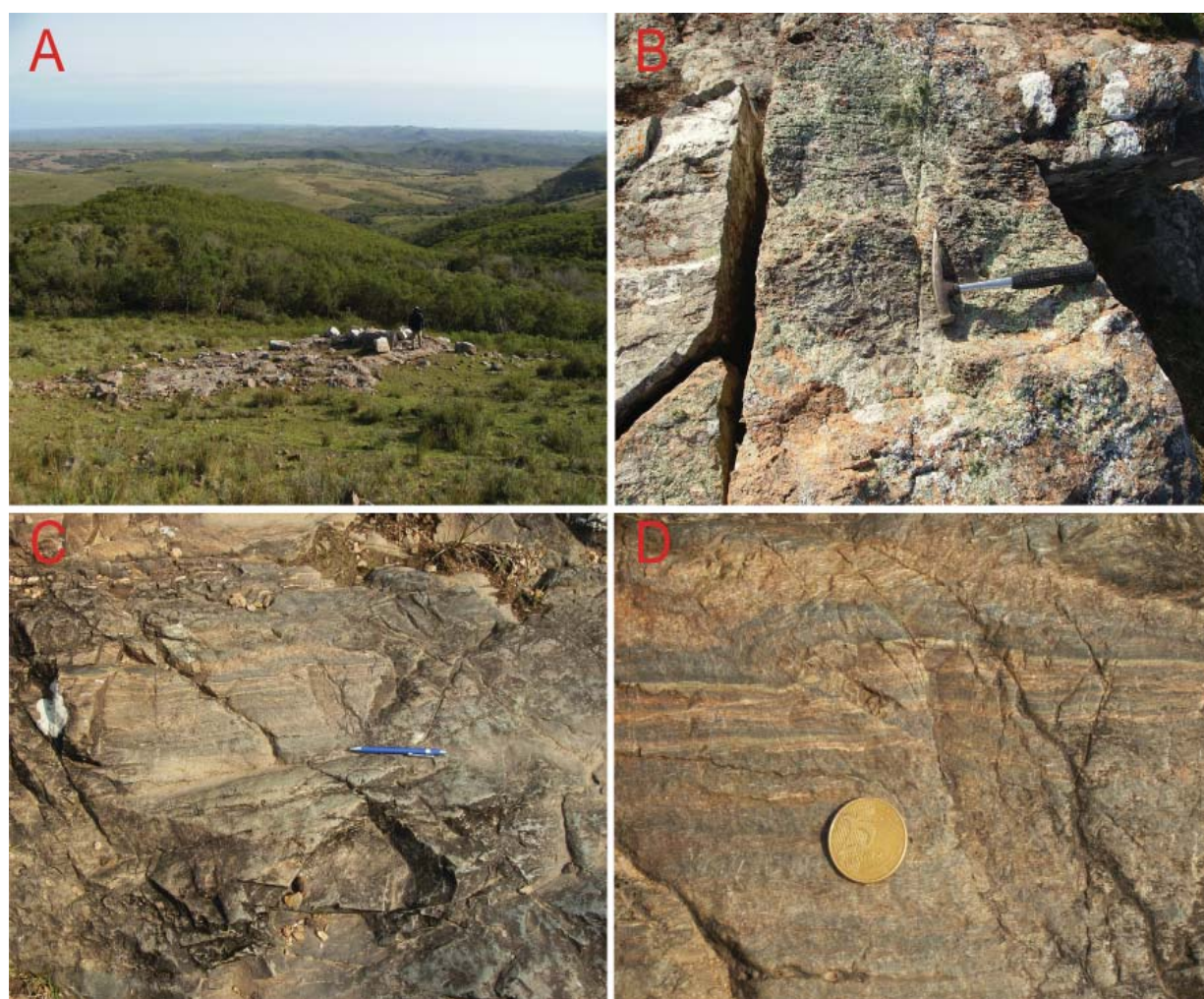


Figura 139 - Modo de ocorrência de rochas da Formação Acampamento Velho na Folha Lagoa da Meia Lua, exemplo do Platô da Ramada. A) Grandes platôs de rochas da Fácies Particulada, com blocos esparsos (Afloramento EB439), B) Bloco com lava ignibritica estratificada (Afloramento EB440), C) Lajeado com lava ignibritica soldada (Afloramento EB438), D) Detalhe da foto anterior (Afloramento EB438).

tos por lavas riolíticas. Podem ser observados desde depósitos estratificados e parcialmente soldados até ignimbritos maciços com alto grau de soldagem. Os depósitos efusivos são representados, principalmente, por lavas vinculadas a corpos hipabissais e ao longo de lineamentos (Figura 140). As rochas ácidas

são, predominantemente, riolitos com ocorrência subordinada de rochas traquíticas. As rochas básicas desta unidade são representadas por lavas porfíricas e diques caracterizados como basaltos (Sommer *et al.*, 1999; 2005 ; Wildner *et al.*, 1999; Almeida *et al.*, 2012).



Figura 140 - Modo de ocorrência de rochas da Formação Acampamento Velho da Fácies Coerente e Básico, na Folha Lagoa da Meia Lua. A) Dique de riolítico (Afloramento EB051), B) Dique de dacito (Afloramento EB052), C) Dique de riolito, com afloramento em blocos soltos (Afloramento EB227), D) Detalhe de rocha andesítica associada ao Granito Jaguari (Afloramento EB015), E) Detalhe de rocha riolítica (Afloramento EB219).

10.3. Geoquímica

Trabalhos que apresentam caracterizações geoquímicas das rochas vulcânicas, podem ser encontradas em Sommer (1994) e Wildner *et al.* (1999, 2002).

Todas as amostras desta unidade serão tratadas de forma conjunta, pois muitas vezes é difícil separar mesmas litologias de unidades diferentes, não há, na escala de mapeamento, como separar, pela geoquímica, amostras que possuem apenas idades diferentes. Também não é objetivo, deste trabalho, ser definitivo, as amostras não representam a totalidade das unidades mapeadas, nem há uma grande variedade de litótipos, devido à escala adotada, há, apenas, uma tentativa de analisar a maior variedade possível de unidades dentro das restrições de boas

exposições de afloramentos. Para este trabalho foram analisadas 23 amostras (Tabelas 33, 34, 35 e 36) no contexto das Vulcânicas da Bacia do Camaquã, sendo 08 caracterizadas como da Formação Hilário e 15 como Acampamento Velho ou indefinidas.

Geoquimicamente as rochas variam de traqui-basaltos a riolitos no diagrama TAS de Le Bas *et al.* (1986) (Figura 141).

Nos diagramas de afinidade geoquímica para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua (Figura 142), as amostras da Formação Hilário se distribuem no campos de rochas cálcico-alcalina, enquanto que um grupo de rochas da Formação Acampamento Velho cai no campo das rochas toleíticas e outro no de cálcico-alcalina

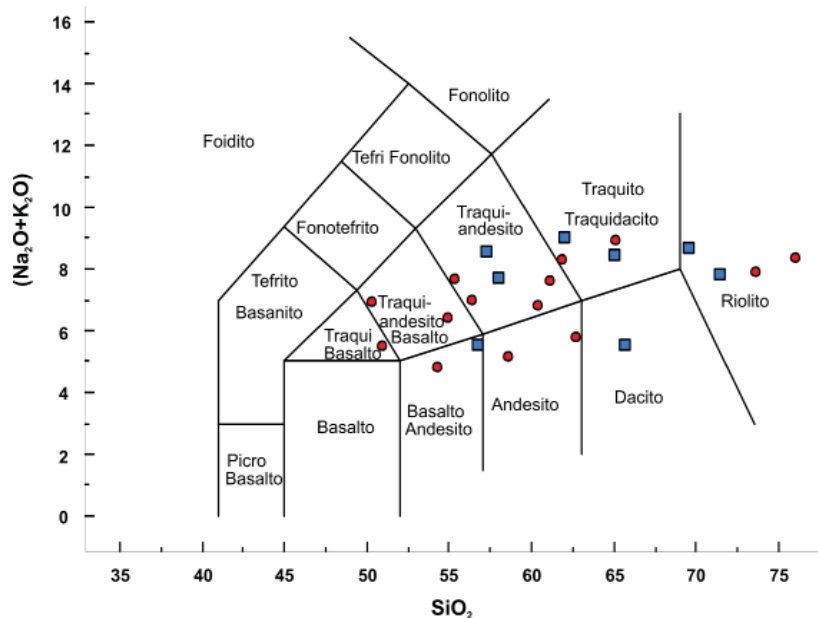


Figura 141 - Diagrama classificação de rochas vulcânicas TAS (Le Bas *et al.* 1986), para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua. Simbologia: quadrados – Formação Hilário, círculos - Formação Acampamento Velho.

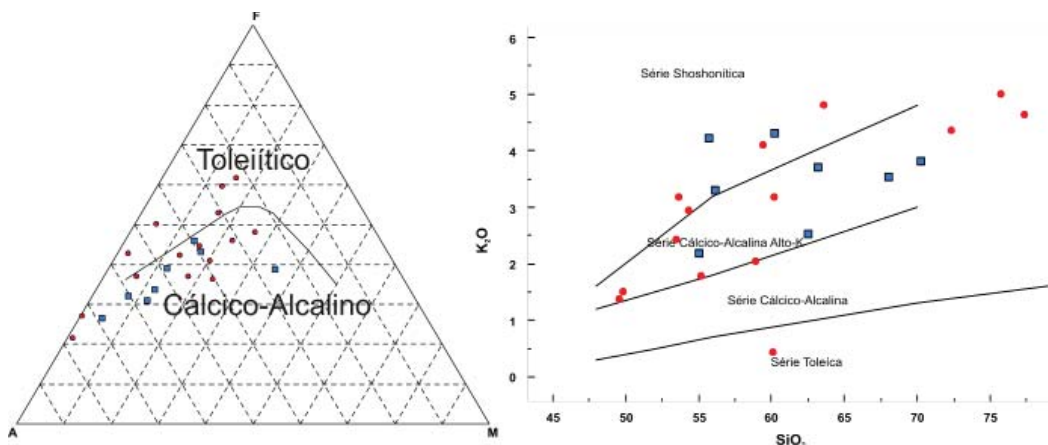


Figura 142 - Diagramas de afinidade geoquímica para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua, AFM de Irvine e Baragar (1971) e $K_2O \times SiO_2$ (Peccerillo e Taylor, 1976). Simbologia é a mesma da figura 141.

no diagrama AFM de Irvine and Baragar (1971). No diagrama usando os parâmetro $K_2O \times SiO_2$ (Pecce-rillo e Taylor, 1976) as amostras se distribuem no campo das rochas cálcico-alcálicas de alto potássio a shoshoníticas.

Nos diagramas de correlação tipo Harker (Figura 143), no caso usando SiO_2 como elemento de diferenciação, a correlação dos elementos maiores é boa, e negativa, com ferro total (calculado como Fe_2O_3), MnO , TiO_2 , MgO e CaO ; boa e positiva com K_2O . Nos elementos traços há boa correlação negativa com o Co e V . Não é possível dizer que estas boas correlações sejam o resultado de diferenciação, pois isto não seria o esperado para rochas formadas em ambientes diferentes.

As rochas desta unidade mostram um padrão achatado e um leve enriquecimento nos elementos de raio iônico grande, principalmente nos termos mais evoluídos, quando normalizadas com rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989) em diagramas multielementares (Figura 144), comportamento também mostrado no diagrama de elementos terras raras. Apresentam também anomalia negativa de Nb , Ta , P e Ti e positiva de Pb .

No diagrama de elementos terras raras (ETR) (Figura 145), normalizadas para rochas basálticas do tipo OIB de Sun e McDonough (1989), o padrão de achatamento das terras raras pesadas é bem marcado, principalmente para as rochas da Formação Hilário, com razão $(Gd/Lu)_n$ próximo a um e com uma

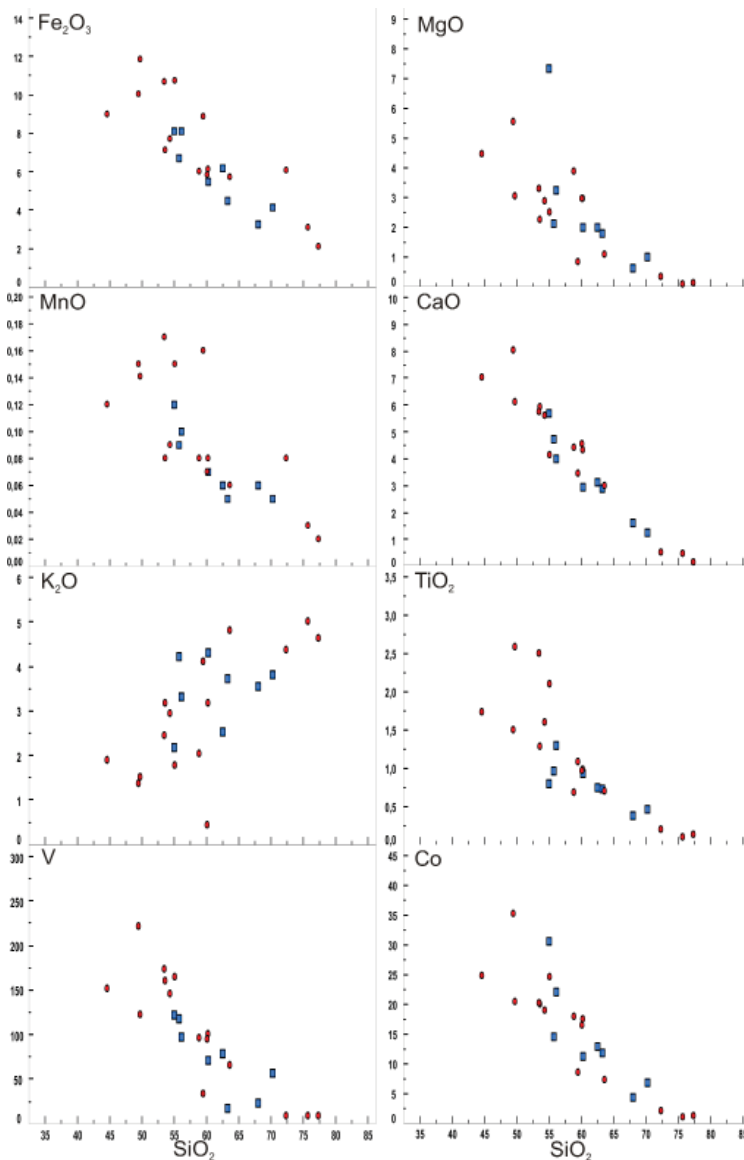


Figura 143 - Diagramas de correlação do tipo Harker para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua. Simbologia é a mesma da figura 141.

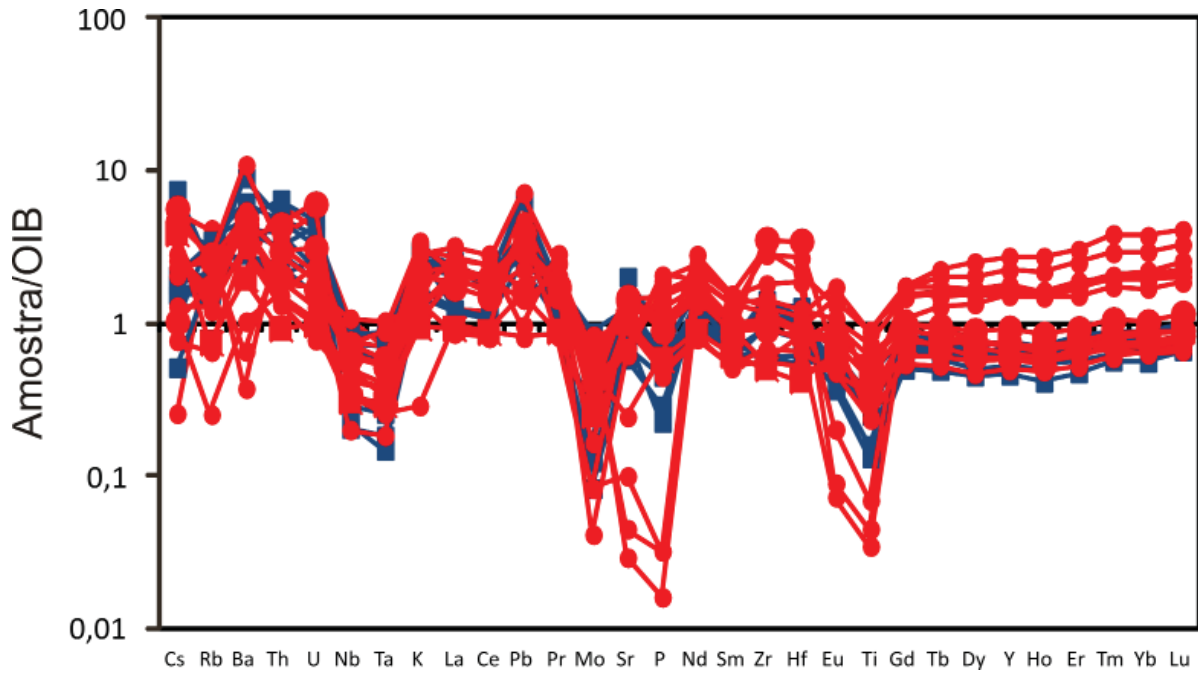


Figura 144 - Diagrama multielementar para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia é a mesma da figura 141.

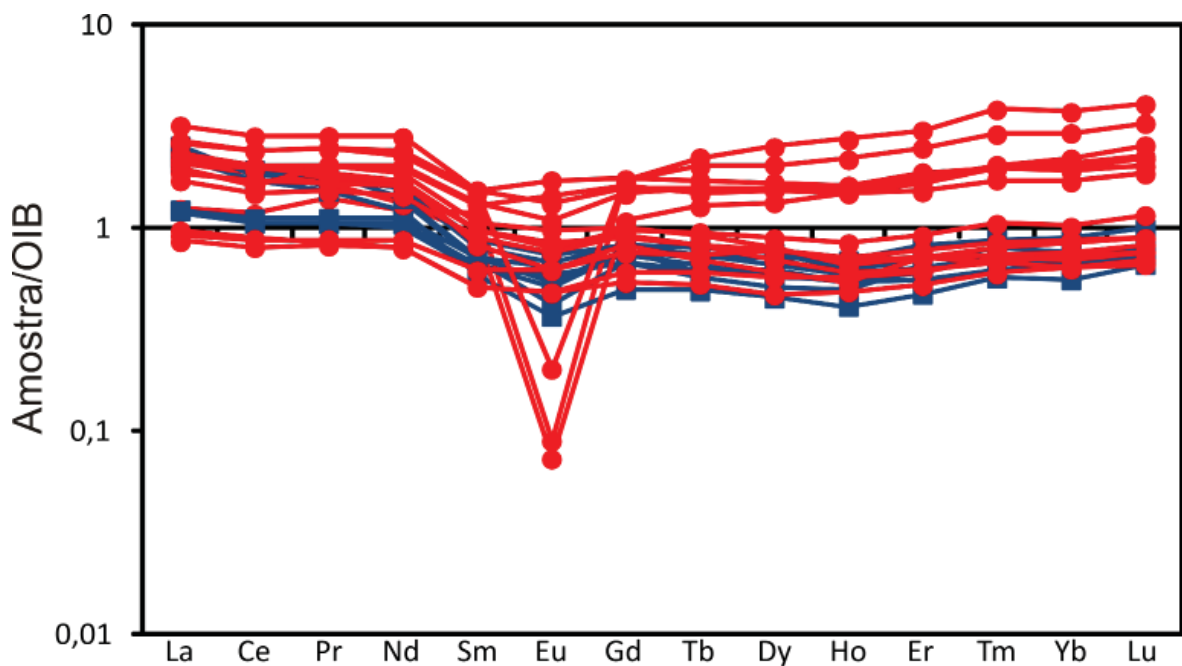


Figura 145 - Diagrama de elementos terras raras (ETR) para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua, normalizados pelos valores do OIB de Sun e McDonough (1989). Simbologia é a mesma da figura 141

leve inclinação das terras raras leves, com razão $(La/Sm)_n$ ao redor de 3. Para a Formação Acampamento Velho o grupo de riolitos alcalinos é bem marcado pelo padrão “asa de andorinha”, com anomalia positiva de Eu bem pronunciada, Eu/Eu^* ao redor 0,1.

Quando do uso de diagramas para definir os ambientes tectônicos, as amostras vulcânicas da

Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua se distribuem melhor no campo de rochas cálcico-alcalinas de Pearce e Cann (1973)(Figura 146B). Tendo como fonte os basaltos arco vulcânico no diagrama de Wood (1980)(Figura 146A) ou basaltos intra-placa, no diagrama de Meschede (1986)(Figura 146C). No diagrama de Pearce (1982)(Figura 146D) as amostras da Formação Hilário distribuem-se no campo das rochas shoshoníticas, enquanto que as

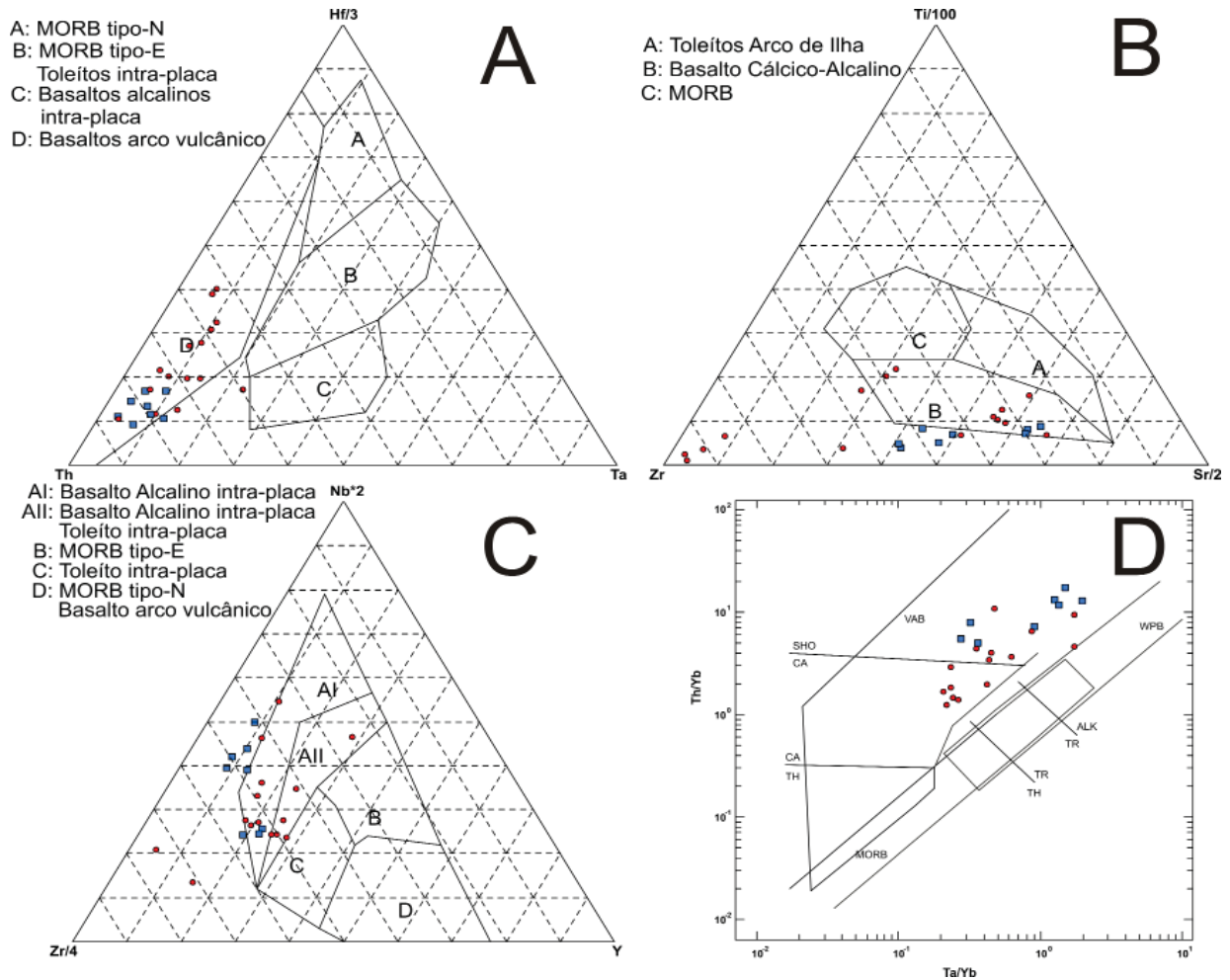


Figura 146 - Diagramas de afinidade geoquímica e tectônica para as amostras vulcânicas da Bacia do Camaquã na Folha Lagoa da Meia Lua. A- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas de Wood (1980); B- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas de Pearce e Cann (1973); C- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas de Meschede (1986); D- Diagrama de ambientes tectônicos para rochas basálticas de Pearce (1982). Simbologia é a mesma da figura 141.

da Formação Acampamento Velho caem tanto no campo dos shoshonitos, como no das rochas cálcico-alcalinas, ambas as formações têm suas amostras plotando no campo de arcos vulcânicos.

10.4. Geocronologia e Geoquímica Isotópica

Uma compilação dos dados isotópicos e geocronológicos pode ser encontrada em Soliani Júnior *et al.* (2000).

Os dados isotópicos disponíveis para o magmatismo shoshonítico da Formação Hilário fornecem idades Rb-Sr de 608 ± 54 Ma, razões iniciais de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de 0,7048 e valores de ϵ_{Nd} próximos a -0,2 (Gastal e Lafon, 1998) o que, juntamente com os padrões de elementos traços, sugere a participação de fontes mantélicas litosféricas do tipo EM-1 (Nardi e Lima, 2000). Dados de Pb-Pb em zircões, obtidos nas rochas monzoníticas, indicam idades de 601 ± 5 Ma (Gastal e Lafon, 2005). Almeida *et al.* (2012) datam um lamprófito desta formação e obtém uma idade U-Pb de 592 ± 3 Ma. Similar

idade foi encontrada em zircões de vulcanoclásticas associadas a sedimentos da Formação Maricá pelos mesmos autores 601 ± 13 Ma.

Dados geocronológicos fornecem idades entre 550 e 570 Ma para as rochas da Formação Acampamento Velho. Análises U-Pb SHRIMP em zircões extraídos de riolitos resultaram em idades de 573 ± 18 Ma (Chemale Júnior, 2000), na região do Passo do Salsinho, e 549 ± 5 Ma, na região do Platô da Ramada (Sommer *et al.*, 2005). Almeida *et al.* (2012) datam uma rocha andesítica desta formação, considerado como a base da unidade, e obtém uma idade U-Pb de 553 ± 5 Ma. A origem deste magmatismo é assumida por muitos autores como de fontes mantélicas, e dados isotópicos de Rb-Sr, Sm-Nd, aliados a geoquímica de elementos traços, em rochas do Platô do Taquarembó, sugerem uma fonte do tipo EM1 (Gastal e Lafon, 1998, Wildner *et al.*, 1999, Chemale Júnior *et al.*, 1999), com valores de ϵ_{Nd} variando entre -15,78 e -17,48 e razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em torno de 0,7045.

Tabela 33. Resultado das análises de óxidos de elementos maiores das Vulcânicas do Camaquã.

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Sum %
Formação Hilarío													
EB-029B	55,04	14,34	8,05	7,30	5,65	3,19	2,17	0,79	0,36	0,12	0,06	2,50	99,61
EB-081	62,57	15,05	6,14	1,96	3,11	2,75	2,52	0,74	0,28	0,06	0,01	4,50	99,74
EB-191A	70,27	13,35	4,11	0,97	1,22	3,89	3,80	0,46	0,14	0,05	0,004	1,20	99,44
EB-303A	55,76	18,33	6,66	2,09	4,69	4,08	4,22	0,96	0,41	0,09	<0,002	2,30	99,63
EB-431	56,15	15,91	8,06	3,24	3,99	4,11	3,30	1,29	0,54	0,10	0,01	2,80	99,48
EB-451	68,07	15,23	3,26	0,59	1,57	4,91	3,53	0,38	0,18	0,06	<0,002	2,00	99,73
EB-071B	60,30	16,33	5,47	2,00	2,91	4,43	4,30	0,93	0,39	0,07	0,01	2,40	99,53
EB-051	63,26	15,56	4,45	1,76	2,86	4,47	3,70	0,72	0,30	0,05	0,01	2,50	99,59
Formação Acampamento Velho													
EB-094	53,74	18,67	7,11	2,25	5,88	4,25	3,17	1,27	0,56	0,08	0,004	2,60	99,60
EB-095A	49,86	12,64	11,81	3,01	6,09	2,87	1,49	2,58	1,28	0,14	<0,002	7,90	99,66
EB-146	49,61	16,77	9,99	5,52	8,01	3,95	1,36	1,50	0,36	0,15	0,01	2,40	99,67
EB-219F	60,25	15,79	6,09	2,94	4,30	4,30	3,17	0,97	0,56	0,08	0,01	1,00	99,46
EB-257	63,65	14,09	5,69	1,08	2,97	3,87	4,79	0,70	0,77	0,06	0,01	1,70	99,39
EB-267	55,24	13,58	10,71	2,49	4,11	3,02	1,77	2,10	0,98	0,15	<0,002	5,40	99,56
EB-438	59,51	13,93	8,84	0,81	3,42	3,88	4,08	1,07	0,38	0,16	0,002	3,60	99,64
EB-439B	72,42	11,06	6,01	0,31	0,49	3,40	4,34	0,20	0,02	0,08	0,002	1,50	99,85
EB-278C	58,98	16,66	5,96	3,85	4,40	4,59	2,02	0,68	0,28	0,08	0,02	2,10	99,65
EB-279B	60,20	15,54	5,82	2,93	4,53	5,09	0,42	0,96	0,30	0,07	0,01	3,90	99,75
EB-380	53,58	14,15	10,66	3,29	5,73	3,80	2,42	2,50	1,18	0,17	<0,002	2,10	99,55
EB-384A	54,42	16,70	7,67	2,86	5,60	3,79	2,92	1,59	0,66	0,09	<0,002	3,30	99,58
EB-465-1B	44,74	14,77	8,94	4,45	6,99	4,22	1,88	1,73	0,91	0,12	0,01	10,80	99,55
EB-099	77,45	11,16	2,10	0,12	0,12	2,99	4,61	0,13	0,02	0,02	<0,002	1,10	99,78
EB-005	75,85	11,79	3,08	0,05	0,43	3,32	4,98	0,10	0,01	0,03	<0,002	0,30	99,93

< - Abaixo do limite de detecção; LOI - Loss On Ignition = perda ao fogo.

Tabela 34. Resultado das análises de elementos traços das Vulcânicas do Camaquã.

	Ni	Sc	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Formação Hilário																				
EB-029B	158	16	1008	1	30,60	0,60	19,10	4,30	10,50	48,00	1	735,40	0,40	8,00	2,70	122	0,80	171,00	18,20	
EB-081	29	11	997	1	12,80	2,90	17,70	6,30	13,90	75,20	1	463,30	0,70	9,70	1,60	77	0,70	259,10	22,20	
EB-191A	51	3	3161	3	6,80	0,60	10,80	10,00	35,50	64,80	3	567,70	1,90	19,80	3,90	56	0,70	371,90	15,30	
EB-303A	<20	12	1421	2	14,40	1,70	20,50	4,80	9,90	97,80	1	840,50	0,50	12,40	4,30	117	1,20	171,80	17,80	
EB-431	40	11	1828	2	21,90	0,70	17,40	8,10	32,20	68,60	2	1334,00	1,50	11,90	2,00	96	1,20	320,00	21,00	
EB-451	<20	4	1420	2	4,20	0,20	17,50	6,50	39,00	61,20	2	387,50	2,40	15,70	2,40	22	<0,5	260,30	13,40	
EB-071B	<20	9	2178	3	11,10	0,80	19,50	8,40	42,50	103,00	1	808,10	2,20	19,20	3,30	71	0,70	355,90	19,80	
EB-051	<20	7	1660	3	11,80	0,40	18,90	8,60	42,40	108,30	2	814,50	2,20	26,00	4,80	16	1,00	398,40	16,80	
Formação Acampamento Velho																				
EB-094	29	11	1242	3	20,00	1,80	23,30	6,50	16,30	87,20	2	924,30	0,80	17,70	6,20	159	1,30	257,60	21,50	
EB-095A	<20	27	1076	2	20,40	0,30	15,90	7,10	24,00	20,40	2	453,50	0,90	5,30	0,80	122	0,70	330,10	44,20	
EB-146	44	28	686	1	35,20	1,50	20,00	3,30	14,90	23,20	1	677,30	0,80	3,70	1,00	221	<0,5	142,60	20,80	
EB-219F	31	9	1706	4	17,30	2,20	18,00	27,00	35,10	79,20	3	947,70	1,60	11,90	3,20	99	4,70	995,00	17,30	
EB-257	<20	6	3829	2	7,20	0,90	16,50	6,50	35,90	78,90	2	633,90	2,40	12,90	2,20	64	0,70	260,20	18,40	
EB-267	<20	17	1866	2	24,40	1,10	19,90	9,70	24,30	51,80	3	413,20	1,10	5,70	1,00	164	10,40	410,50	49,60	
EB-438	<20	15	1421	1	8,50	1,00	19,50	17,00	20,20	47,70	2	162,50	1,00	7,90	1,30	33	0,70	855,70	47,10	
EB-439B	<20	2	231	2	1,90	0,80	20,20	14,50	30,50	89,20	4	29,90	1,50	11,50	2,00	<8	0,70	507,30	64,70	
EB-278C	46	11	1107	2	17,80	1,40	19,50	4,10	9,70	37,60	1	809,90	0,50	6,10	2,40	95	0,60	158,20	14,50	
EB-279B	23	12	361	1	16,30	0,40	16,80	5,10	15,90	7,90	1	638,90	0,70	6,10	1,10	94	0,70	190,40	17,20	
EB-380	<20	25	1907	2	20,20	0,50	19,10	8,60	22,00	39,30	3	459,80	1,00	5,50	0,80	172	<0,5	366,10	52,00	
EB-384A	<20	14	1562	2	18,90	0,40	20,20	7,00	28,80	54,00	2	977,60	1,40	8,10	1,70	144	<0,5	301,10	27,00	
EB-465-1B	27	14	1544	2	24,60	1,10	16,90	6,20	51,80	39,00	2	935,40	2,80	7,20	1,80	150	<0,5	263,70	20,50	
EB-099	<20	<1	722	4	1,10	0,10	17,30	20,90	51,60	97,60	6	66,30	1,90	23,50	4,30	<8	<0,5	791,40	79,50	
EB-005	<20	1	132	3	0,90	2,10	19,20	6,50	36,80	129,10	4	19,40	1,90	14,80	5,20	<8	1,30	158,90	45,00	

< - Abaixo do limite de detecção

Tabela 35. Resultado das análises dos elementos terras raras das Vulcânicas do Camaquã.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Σ ETR	Eu/Eu*	(La/Lu) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Lu) _N
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm				
Formação Hilário																			
EB-029B	44,30	84,60	10,32	39,00	6,27	1,76	5,13	0,66	3,52	0,58	1,58	0,25	1,46	0,21	199,64	0,90	1,71	1,91	0,96
EB-081	46,00	85,20	10,29	40,70	6,61	1,53	5,78	0,75	4,02	0,74	2,18	0,31	1,93	0,30	206,34	0,72	1,24	1,88	0,76
EB-191A	82,90	151,00	15,68	53,50	6,96	1,27	5,12	0,61	2,84	0,53	1,70	0,24	1,51	0,22	324,08	0,62	3,06	3,22	0,92
EB-303A	45,40	89,70	10,95	43,20	7,23	1,94	5,68	0,70	3,26	0,60	1,57	0,25	1,55	0,22	212,25	0,88	1,67	1,70	1,02
EB-431	77,10	148,50	17,16	61,00	8,82	2,19	6,35	0,84	4,26	0,67	1,83	0,28	1,64	0,24	330,88	0,85	2,60	2,36	1,04
EB-451	82,80	139,10	14,88	46,80	5,95	1,11	3,84	0,52	2,55	0,44	1,25	0,20	1,21	0,20	300,85	0,68	3,36	3,76	0,76
EB-071B	88,60	155,90	18,06	61,60	8,15	2,05	6,27	0,77	3,75	0,63	1,66	0,25	1,64	0,23	349,56	0,83	3,12	2,94	1,07
EB-051	94,60	145,70	18,12	54,30	7,27	1,63	6,01	0,63	3,32	0,58	1,46	0,22	1,48	0,22	335,54	0,72	3,49	3,52	1,08
Formação Acampamento Velho																			
EB-094	63,90	119,40	14,73	55,70	8,97	2,29	7,03	0,88	4,32	0,74	1,87	0,26	1,66	0,25	282,00	0,84	2,07	1,93	1,11
EB-095A	73,50	130,40	19,99	75,60	13,14	4,33	12,49	1,56	8,69	1,59	3,99	0,61	3,68	0,56	350,13	0,98	1,06	1,51	0,88
EB-146	34,30	70,20	8,61	33,90	6,22	1,87	5,79	0,78	4,32	0,76	2,03	0,30	1,90	0,27	171,25	0,91	1,03	1,49	0,84
EB-219F	86,00	160,90	17,10	65,40	8,26	1,90	6,22	0,74	3,42	0,57	1,88	0,28	1,84	0,27	354,78	0,77	2,58	2,81	0,91
EB-257	80,20	156,60	18,04	65,70	9,74	2,58	6,90	0,87	3,91	0,64	1,64	0,24	1,37	0,20	348,63	0,92	3,25	2,23	1,36
EB-267	76,70	159,60	19,69	78,60	13,30	3,25	11,28	1,65	8,80	1,63	4,59	0,69	4,16	0,61	384,55	0,77	1,02	1,56	0,73
EB-438	118,90	227,40	27,66	108,50	15,34	3,97	12,03	1,68	8,74	1,67	4,68	0,72	4,78	0,77	536,84	0,85	1,25	2,09	0,62
EB-439B	99,10	194,40	23,79	88,30	15,04	0,61	12,98	2,12	11,50	2,32	6,53	1,02	6,38	0,99	465,08	0,13	0,81	1,78	0,52
EB-278C	32,00	64,80	7,99	30,70	5,16	1,46	4,16	0,56	2,65	0,52	1,38	0,21	1,40	0,21	153,20	0,92	1,24	1,68	0,78
EB-279B	36,30	71,20	8,21	31,20	5,16	1,45	4,64	0,63	3,22	0,61	1,60	0,25	1,53	0,23	166,23	0,86	1,28	1,90	0,79
EB-380	97,20	193,20	24,35	92,80	15,48	5,18	13,35	1,81	9,43	1,73	4,96	0,70	4,51	0,68	465,38	1,05	1,16	1,70	0,77
EB-384A	69,60	138,30	16,40	62,10	9,85	2,41	7,53	1,01	5,03	0,90	2,42	0,37	2,21	0,35	318,48	0,81	1,61	1,91	0,85
EB-465-1B	81,20	162,30	19,70	73,00	10,76	2,97	7,70	0,96	4,47	0,70	1,91	0,24	1,59	0,23	367,73	0,95	2,86	2,04	1,32
EB-099	46,30	94,80	13,64	46,70	12,06	0,27	13,26	2,35	14,10	2,90	7,96	1,35	8,10	1,23	265,02	0,06	0,31	1,04	0,42
EB-005	77,90	149,30	16,21	50,70	9,32	0,22	8,27	1,35	7,55	1,58	4,41	0,70	4,32	0,66	332,49	0,07	0,96	2,26	0,49

< - Abaixo do limite de detecção

Tabela 36. Resultado das análises dos elementos metálicos e de interesse econômico das Vulcânicas do Camaquã.

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm
Formação Hilário														
EB-029B	0,60	43,30	10,70	60,00	108,80	5,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,80	<0,01	<0,1	<0,5
EB-081	0,30	15,10	7,80	49,00	26,40	0,80	<0,1	<0,1	0,10	<0,1	4,80	<0,01	0,10	<0,5
EB-191A	0,90	6,20	8,30	46,00	3,60	0,70	0,10	0,10	<0,1	<0,1	2,00	<0,01	<0,1	<0,5
EB-303A	0,60	88,10	14,00	64,00	6,90	15,70	<0,1	0,80	0,10	<0,1	1,50	0,03	<0,1	<0,5
EB-431	0,40	19,30	9,60	72,00	36,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,30	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-451	0,20	5,80	11,20	60,00	9,00	1,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-071B	1,50	10,70	12,40	57,00	16,90	0,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-051	2,10	12,70	20,60	46,00	13,70	1,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,10	<0,01	<0,1	<0,5
Formação Acampamento Velho														
EB-094	1,20	128,30	12,60	84,00	28,40	3,80	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	5,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-095A	0,70	12,70	7,20	106,00	9,40	1,40	0,10	0,20	<0,1	<0,1	2,40	<0,01	<0,1	0,60
EB-146	0,60	58,20	5,00	52,00	27,90	5,40	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-219F	1,40	10,40	9,80	45,00	19,90	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,80	<0,01	0,20	<0,5
EB-257	0,40	10,10	10,80	27,00	9,30	1,50	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-267	0,10	6,70	9,40	103,00	4,60	19,10	0,20	0,10	<0,1	0,10	1,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-438	1,20	11,80	3,10	76,00	5,70	0,60	0,20	<0,1	<0,1	0,20	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-439B	1,60	13,80	22,90	105,00	6,10	<0,5	0,20	0,20	<0,1	0,10	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-278C	0,20	27,50	15,00	69,00	33,00	3,60	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-279B	2,00	33,20	2,60	66,00	25,70	1,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,20	<0,01	<0,1	<0,5
EB-380	1,00	7,80	5,60	93,00	4,30	<0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,70	<0,01	<0,1	0,80
EB-384A	1,00	13,70	9,70	77,00	11,00	1,70	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,90	<0,01	<0,1	<0,5
EB-465-1B	0,80	21,10	4,60	90,00	22,80	<0,5	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,01	<0,1	<0,5
EB-099	0,20	6,40	20,20	50,00	1,50	2,80	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,60	<0,01	<0,1	<0,5
EB-005	2,10	1,40	11,60	45,00	3,70	1,00	0,20	0,30	0,10	<0,1	1,60	<0,01	<0,1	<0,5

< - Abaixo do limite de detecção

11- UNIDADES SEDIMENTARES DA BACIA DO CAMAQUÃ

11.1. Introdução

Na Bacia do Camaquã ocorre um conjunto de unidades estratigráficas sedimentares e vulcanogênicas aflorantes sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense que representariam o Estágio de Transição da Plataforma Sul-Americana, sem feições indicativas de metamorfismo regional, porém intensamente deformado, conforme definição de Almeida (1969). Estas unidades estratigráficas registrariam os eventos tectônicos ocorridos após os episódios colisionais da Orogenia Brasileira, caracterizando a redução gradual da mobilidade tectônica, com a diminuição dos dobramentos e predomínio dos falhamentos (Leitão *et al.*, 2007).

De acordo com Fragoso Cesar *et al.* (2003), os depósitos sedimentares da bacia foram reunidos no Supergrupo Camaquã e estas unidades estão separadas por discordâncias regionais e denominadas da base para o topo em: Grupo Maricá, Grupo Bom Jardim, Formação Acampamento Velho, Grupo Santa Bárbara, Grupo Guaritas e Suíte Rodeio Velho.

Novas ferramentas foram empregadas na divisão estratigráfica aplicando conceitos de fácies sedimentares, sistemas deposicionais, alostratigrafia e estratigrafia de sequências com a contribuição de trabalhos como Paim (1994), Porcher *et al.* (1995), Paim e Lopes (2000), Borba (2006), entre muitos outros. No entanto, neste trabalho segue o modo tradicional de litoestratigrafia, empregada pelos pesquisadores da CPRM: Grupo Maricá, Grupo Bom Jardim, Grupo Cerro do Bugio, Grupo Santa Bárbara e Grupo Guaritas.

Tratando-se da estratigrafia desta bacia, o período deposicional corresponde do Ediacarano (Neoproterozoico) até o Dapingiano (Ordoviciano Médio) que abrange as idades de 620 – 470Ma, com intervalo de tempo em torno de 150Ma. No entanto, a bacia, na Folha Lagoa da Meia Lua, está representada pelos Grupos Maricá, Bom Jardim e Cerro do Bugio, sendo os dois últimos eminentemente vulcânicos e apresentados em capítulo aparte.

11.2. Grupo Maricá

11.2.1. Formação São Rafael - NP3ms

A primeira unidade sedimentar de cobertura do escudo foi definida por Leinz *et al.* (1941) como Formação Maricá, constituída por arenitos arcoseanos que se intercalam com ritmitos laminados, além de ocorrerem rochas vulcânicas ácidas (Santos *et al.*, 1978). Esta formação também foi adotada por Robertson (1966), Ribeiro *et al.* (1966), Ribeiro

e Fantinel (1978), que por sua vez, corresponde à porção basal das coberturas vulcano-sedimentares de Leites *et al.* (1990), que foi informalmente designada de Sequencia Vulcano-Sedimentar 1 ou Alogrupo Maricá de Paim *et al.* (2000). Tratando-se da unidade litoestratigráfica basal da Bacia do Camaquã, segundo proposta formal de Pelosi e Fragoso-Cesar (2003), foi designada de Grupo Maricá, que por sua vez propõem a divisão em três unidades litoestratigráficas, a saber: Formação Passo da Promessa (fluvial, base), Formação São Rafael (marinho) e Formação Arroio América (fluvial, topo). O grupo é considerado como sendo do Ediacarano, com dados geocronológicos entre 620Ma e 600Ma (Paim *et al.*, 2000).

No mapeamento da Folha Lagoa da Meia Lua (1:100.000), o Grupo Maricá está representado pela Formação São Rafael e está localizada nas bacias do Rio Jaguari e do Arroio Jaguarzinho II. Localmente, os contatos com as unidades mais antigas é por recobrimento ou por falha, como no Lineamento Ibaré, distribuindo-se em uma estreita faixa alongada de direção NW-SE. O Grupo Maricá está recoberto, por discordância angular, pela coberturas gondwânicas das formações Taciba e Rio Bonito. As camadas ocorrem desde suave até verticalmente inclinadas, intensamente falhadas e algumas com evidências de deformação.

As rochas sedimentares que constituem a Formação São Rafael estão representadas por arenitos médios a finos e pelitos e subordinadamente a arenitos grossos. É comum a ocorrência arenitos maciços com intercalações de ritmitos tabulares de siltitos, siltitos arenosos e argilitos. A proporção entre os ritmitos e arenitos é variável em alguns locais, algumas vezes ocorrendo predominância de arenitos sobre pelitos e vice-versa, ou terem as mesmas proporções e apresentando considerável tabularidade (Figuras 147, 148, C e D).

De origem marinha, os ritmitos areno-pelíticos apresentam como característica a laminação plano-paralela de cor castanha achocolatado a creme. As espessuras das camadas de ritmitos são variáveis, desde centimétricas a métricas (Figura 151). Os arenitos apresentam estruturas como estratificação cruzada hummocky e marcas de ondas (Figuras 152 e 153), sendo atribuído a um ambiente dominado por ondas de tempestades (Figura 147), apesar de subordinadamente serem maciços.

Petrograficamente a unidade é constituída por arcósio lítico como tipo predominante, ocorrendo



Figura 147 - Formação São Rafael constituída por arenitos de espessuras variando desde cm(s) a metros. Apresenta arenito com estratificação cruzada hummocky, detalhe da foto tirada no pavimento. Afloramento CK04 (Rodovia Lavras do Sul – Bagé/RS 357).



Figura 148 - Foto tirada verticalmente, evidenciando no piso as intercalações de arenitos com pelitos de cor castanho achocolatado. Formação São Rafael, afloramento CK04 (Rodovia Lavras do Sul – Bagé/RS 357).



Figura 149 - Intercalações de arenitos e pelitos subverticalizados. A camada acima da lapiseira constitui-se de arenito grosso representando a variação no regime de fluxo. A foto foi obtida no pavimento da estrada, próximo à vala. Formação São Rafael, afloramento CK06.

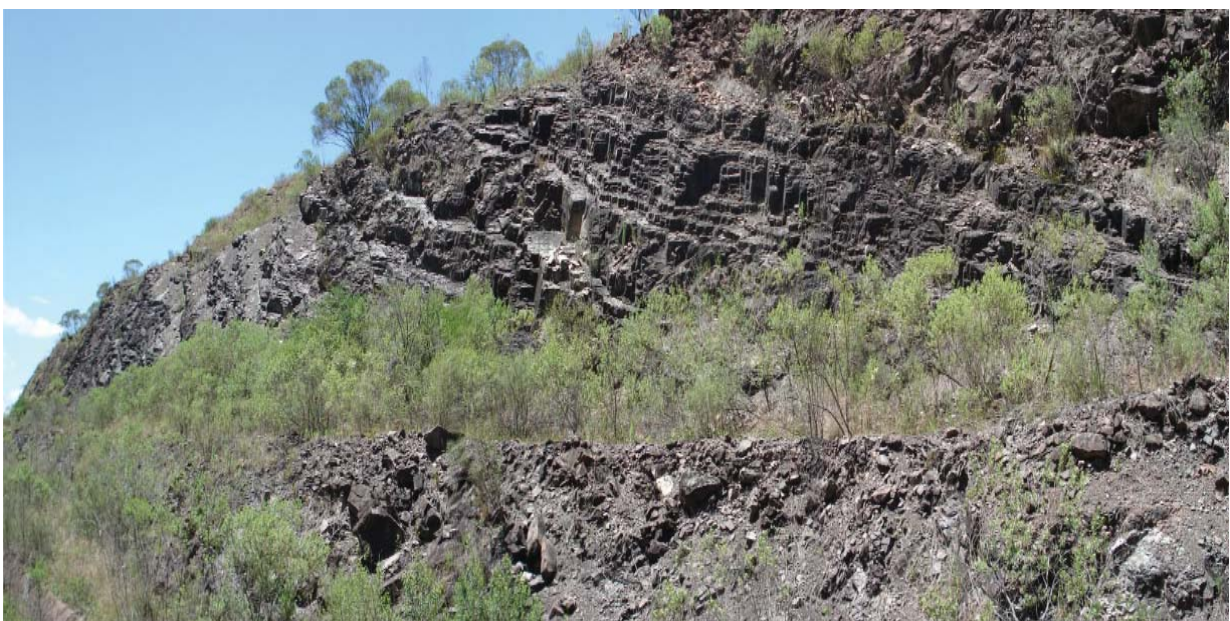


Figura 150 - Depósito sedimentar da Formação São Rafael com a tabularidade característica (afloramento CK239).



Figura 151 - Ritmito formado por interestratificações de arenito, pelito e argilito de cor castanho achocolatado, inclinados e com tabularidade predominante. Depósito por decantação dos sedimentos em suspensão com marcas de ondas trativas, representando fácies de tempestitos. Formação São Rafael (afloramento CK130). Foto perpendicular ao corte da estrada (tamanho da escala: 5cm).



Figura 152 - No pavimento do afloramento CK239 marcas de ondas. Constituído por areia fina e silte. Observar cores esverdeada (arenito) e vermelha (siltito).



Figura 153 - Detalhe da foto anterior, vista perpendicularmente.

também subarcócio. São moderadamente a mal selecionados, com esfericidade dos grãos média e subarredondados, os contatos entre os grãos são longos, convexos e suturados, evidenciando dissolução por pressão, deformação e fraturamento, consequentemente resultando em um empacotamento apertado. O ambiente diagenético apresenta evidências de soterramento profundo (mesodiagênese profunda). O que implica na elevada litificação, compactação e

fraturamento das camadas, encobrendo frequentemente as estruturas originais (Pelosi, 2005).

Conforme Almeida (1969), “ a Formação Maricá é predominantemente areno-arcosiana, mostrando-se intensamente dobrada por compressão, mas sem metamorfismo.” No afloramento CK238 pode-se observar nitidamente que entre as camadas de arenito e pelito ocorreram movimentos interestratais (Figura 154).



Figura 154 - Camadas de arenito e siltito deformados por movimentos interestratais.

12- BACIA DO PARANÁ

12.1. Introdução

A Bacia do Paraná (Figura 155), considerada uma vasta bacia intracratônica, 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 1750 km de comprimento, largura média de 900 km e espessuras máximas em torno de 6000 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 155 - 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 nesta bacia com o objetivo de obter maiores conhecimentos e entendimento, sejam estes de cunho geral ou específicos. White (1908) foi o pioneiro no estudo, 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, como: Gordon Júnior (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; contribuíram para o entendimento da sucessão estratigráfica, seguindo uma evolução desde os preceitos litoestratigráficos até a estratigrafia de seqüências.

A evolução da bacia Paraná iniciou ao final do Ciclo Brasileiro, em condições tardi- a pós-orogênicas, sobre a considerada 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 ediacaranos-paleozoicos e da tafrogenia mesozoica do Atlântico Sul (Milani *et al.*, 1994). Conforme estes últimos autores, este registro constitui-se de seis grandes seqüências regionais: Ordovício-Siluriana (O-S), Devoniana(D), Carbonífera-Eotriássica (C-EoTr), Neotriássica (Ne-oTr), Jurássica-Eocretácea (J-EoK) e Neocretácea (Neok) (Milani *et al.*, 1994).

As unidades mapeadas na Folha Lagoa da Meia Lua pertencem à Sequência Carbonífera-Eotriássica, representada pela Formação Taciba (P1t) do Grupo Itararé e Rio Bonito (P1rb) do Grupo Guatá. Correspondem a cerca de 285,48 Km² aflorantes em boa parte na porção noroeste, ao longo das bacias de drenagem da Sanga da Pedra, Sanga Funda, Restinga Santo Antônio e do Rio Jaguari e Arroio Salsinho. Além disso, ocorre numa estreita faixa na porção sudeste da folha, nas bacias do Rio Jaguari e da Sanga da Cachoeira.

A coluna estratigráfica utilizada para a Bacia Paraná, neste trabalho, baseou-se na coluna de Milani *et al.* (1994) (Figura 156).

12.2. Litoestratigrafia

12.2.1. Grupo Itararé - Formação Taciba (C2P1t)

São rochas sedimentares de origem glacial e foram inicialmente denominadas de Série Itararé por Oliveira (1916). Posteriormente Gordon Júnior (1947) e Maack (1947), elevaram a Série Itararé para Grupo. Somente Northfleet *et al.* (1969) consideraram esta seqüência como formação. A partir da proposta de

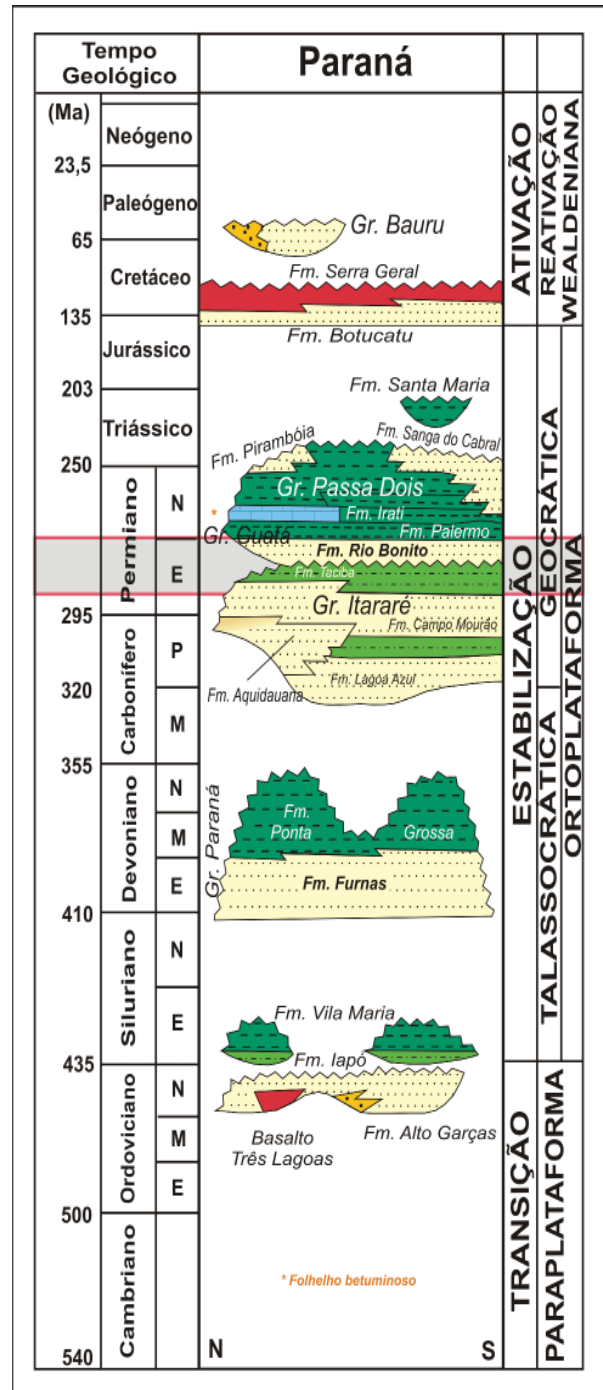


Figura 156 - Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Paraná (figura modificada de Milani *et al.*, 1994).

Schneider *et al.* (1974) as rochas deste grupo foram separadas em diferentes unidades litoestratigráficas, por suas diversas características litológicas e conteúdo fóssil. Assim, o Grupo Itararé foi dividido por estes autores em quatro formações: Campo do Tenente, Mafra, Rio do Sul e Aquidauana.

Ao final da década de 80, 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, 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 ainda intercalações espessas de arenitos e pelitos.

Embora a maior parte da área mapeada da Bacia do Paraná na Folha da Lagoa da Meia Lua se constitua, na clássica coluna, como Formação Rio do Sul de Schneider *et al.* (1974), segundo a proposta de França e Potter (1988), estas rochas, correspondem à Formação Taciba (Grupo Itararé), composta por conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos, correspondendo a tilitos, turbiditos e ritmitos (Figura 157).

A Formação Taciba repousa em discordância erosiva e litológica sobre o Escudo Sul-Rio-Grandense e angular com a Formação São Rafael (Grupo Maricá), ocorrendo preferencialmente na calha do Lineamento Ibaré, porém encontra-se distribuída em pequenas áreas descontínuas, com espessura aproximada de 40 metros e cobre uma área em torno de 67,61 Km². Na rodovia São Gabriel - Bagé (RS 156) conhecida informalmente no Rio Grande do Sul por unidade estratigráfica Budó, é constituída por arenitos e siltitos marinhos. Este afloramento apresenta discordância angular com a Formação São Rafael, apresentando na sua porção basal fina camada de diamictito, com camadas intercaladas de arenito fino e siltito arenoso, com presença de fósseis de origem marinha (braquiópodes) (Martins, 1948) (Figura 158).

Afloramento similar ao descrito anteriormente, ocorre próximo a Estância do Cedro (NE da Folha Ibaré - afloramento CK40), formado por espessa camada de fácies pelíticas – siltito creme a rosado de aspecto porcelanáceo.



Figura 157 - Tilitos maciços (porção inferior) e com incipiente estratificação (porção superior) com seixos de milonito, granito e riolito facetados e de vários tamanhos. O depósito representa fácies chuvas de detritos. Grupo Itararé. Afloramento CK78.



Figura 158 - Discordância angular da Formação Taciba (porção superior) com a Formação São Rafael (porção inferior encoberto). Afloramento Budó, Rodovia São Gabriel – Bagé (RS 156). Afloramento CK89.

No entanto as estruturas sedimentares da Formação Taciba estão bem caracterizadas nos afloramentos CK97 e CK128, que foram estudados e caracterizados nos trabalhos de Tomazelli e Soliani Júnior (1990, 1997).

No afloramento CK97, localizado a Norte de Ibaré, ao longo da RFFSA (entre as estações Coronel Linhares e Suspiro), ocorre extenso e espesso pacote, com intercalações de arenitos e siltitos, estruturas de correntes trativas de fundo, com marcas de ondas (*ripples*), estratificações cruzadas cavalgantes e plano paralelas dado pela influência da água de degelo. Também ocorrem estruturas deformativas (dobras atectônicas), geradas pelo deslocamento do gelo sobre o substrato inconsolidado, afetando intervalos da seqüência (Figura 159).

Próximo a Fazenda Querência, o afloramento CK128 está sobreposto ao embasamento de mármore com vênulas de quartzo. A seqüência sedimentar nesta localidade foi subdividida por Tomazelli e Soliani Júnior (1997) em quatro diferentes fácies e no afloramento foram identificadas duas delas (Fácies B e C). A fácies B é formada por diamictitos maciços,

com clastos e seixos facetados dos mais variados tamanhos de granitos, rochas sedimentares e metamórficas, distribuídos caoticamente em uma matriz siltico arenosa, sugerido depósito de tilito de ablação (Figura 160A).

A fácies C é constituída por diamictitos, arenitos e siltitos intercalados por delgadas camadas de arenito fino com marcas de ondas, geradas por correntes trativas e alternadas por períodos de quiescência, sendo estes períodos os responsáveis pela acumulação de *drapes* de lama, que separam camadas e cobrem seixos depositados por queda de clastos (*dropstones*) dos icebergs, onde os autores supracitados sugeriram depósito lacustre *outwash* (Figura 160).

12.2.2. Grupo Guatá - Formação Rio Bonito (P1rb)

Esta formação foi descrita por White (1908) como “Schistos e grés do Rio Bonito com extractos carboníferos e a Flora *Glossopteris*”, expostos nas proximidades de Lauro Muller, Santa Catarina. Usualmente a formação é dividida em três intervalos, denominados de Membro Triunfo (inferior) essencialmente

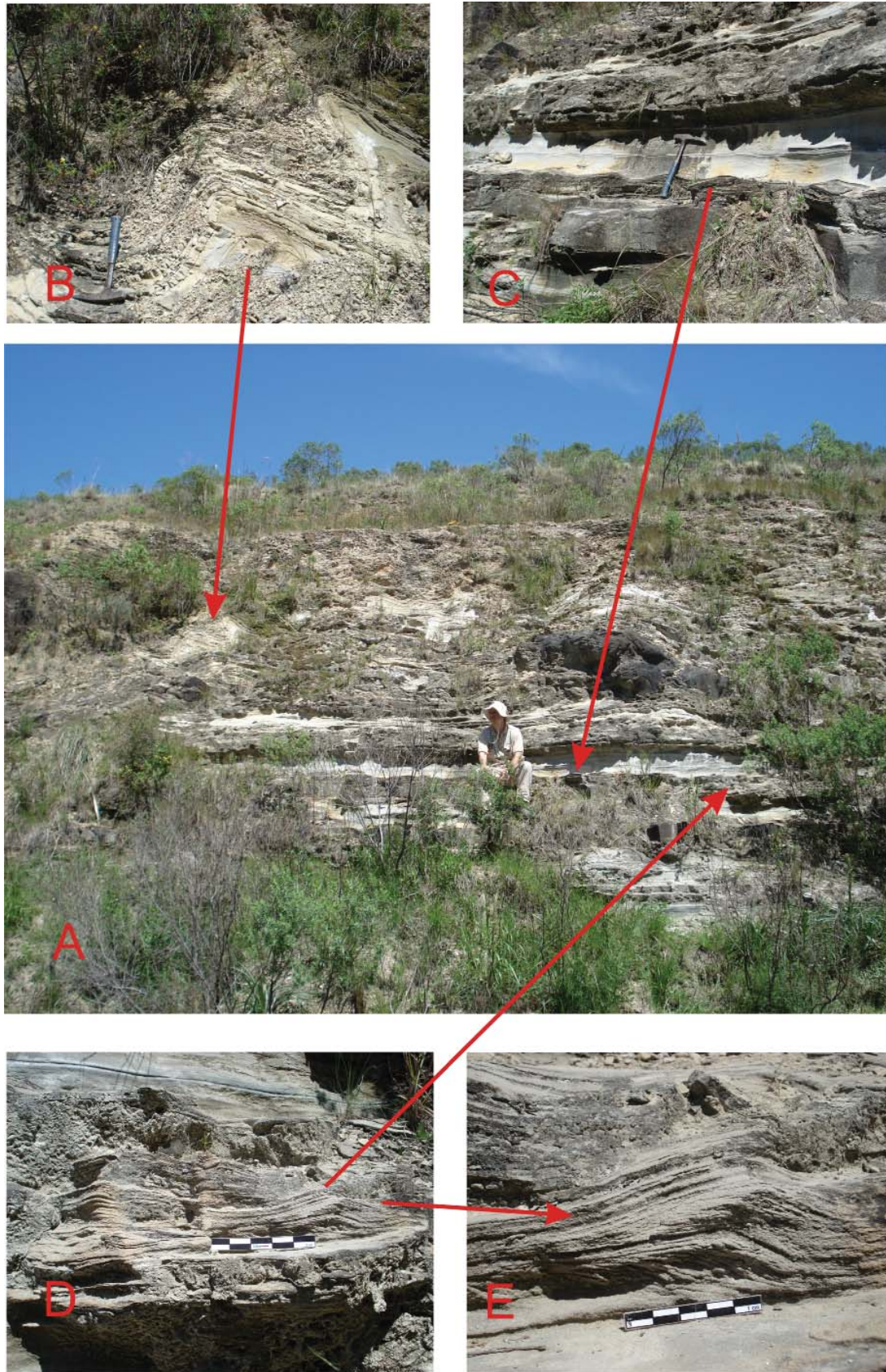


Figura 159 - Afloramento CK 97 - A) Espesso pacote exibindo camadas tabulares com níveis de arenitos e siltitos; B) Dobras atectônicas geradas pelo deslocamento da geleira sobre o substrato inconsolidado; C) Intercalações de arenito e siltito com ondulações de corrente trativas; D) Ritmos intercalados por ondulações de correntes e estratificação cruzada cavalgante (escala: 10cm); E) detalhe da foto anterior (escala: 5cm).

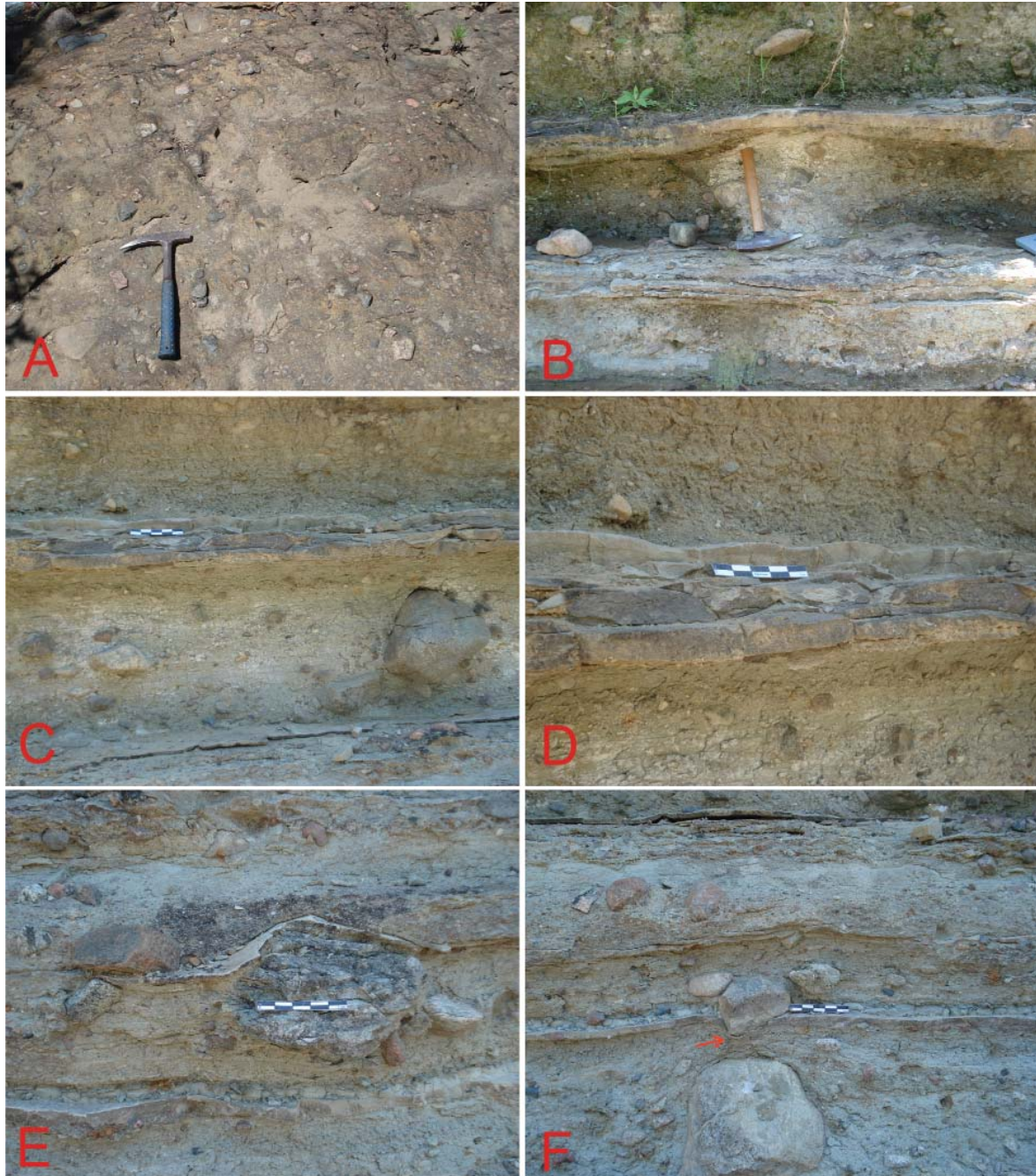


Figura 160 - Afloramento CK128- Grupo Itararé, Formação Taciba, Batovi: A) Pavimento formado por tilito com clastos facetados (granito, riolito, filito); B) Tilito com intercalação de camada delgada de arenito fino; C) Tilito com intercalação de arenito com marcas de ondas - representando variação de material proveniente da geleira (escala: 10cm); D) Detalhe da foto anterior com marcas de ondas (escala: 10cm); E) Tilito com drape de lama cobrindo seixo e sobre este material mais grosso, como resultado de chuva de detritos (escala: 5cm); F) Tilito - Chuva de detritos com variados tamanhos de seixos. Detalhe de seixo deformando a película de areia (escala: 5cm).

arenoso, Paraguaçu (intermediário) formado por siltitos, folhelhos e arenitos interdigitados e Siderópolis (superior) composto por arenitos finos a muito finos, intercalados com folhelhos carbonosos e leitos de carvão (Schneider *et al.*, 1974).

A deposição sedimentar desta formação, na área de mapeamento, se assenta sobre rochas do embasamento pré-gondwânico e sobre o Grupo Itararé, ocorrendo principalmente na porção noroeste da Fo-

lha Lagoa da Meia Lua, e descontinuamente ao norte da folha. Apresenta uma área em torno de 217,87 Km² e espessura de aproximada de 50 metros.

A Formação Rio Bonito está constituída por espessas camadas de quartzo arenitos, quartzo-feldspáticos (subarcóseo) esbranquiçados, amarelos e róseos (ferruginosos) siltitos de cor amarelo palha e subordinadamente níveis de conglomerados, arenitos com grânulos e intraclastos pelíticos. Petrograficamente

composta por subarcóseos médios a grossos, algumas vezes conglomeráticos, os grãos são subangulares a subarredondados, com esfericidade média a baixa e mal selecionados. No entanto, ocorrem camadas intercaladas de arenitos quartzosos finos a médios, com grãos subarredondados de esfericidade média a alta. Das estruturas primárias, ocorre laminação plano paralela, marcas de ondas, estratificação cruzada acanalada e tangencial, estratificação cruzada *hummocky*, geometria lenticular, que denotam ambiente deltáico e fluvial com sigmóides e barras conglomeráticas; marinho raso dominado por ondas (*foreshore* a *shoreface* inferior); até porções mais profundas.

O contato é discordante com as rochas do embasamento e são formadas inicialmente por conglomerados, que são sustentados por seixos arredondados com estratificação cruzada normalmente com granodecrescência ascendente, amalgamados ou associados a arenitos conglomeráticos. Estes arenitos são grossos a muito grossos, com estratificação cruzada tangencial, com seixos de quartzo, riolito e detritos arredondados nos estratos frontais, constituindo, predominantemente, camadas lenticulares (Figuras 161A e B).

A unidade apresenta camadas arenosas com *ripples* de ondas (*wave ripples*), indicando

condições de fluxo oscilatório em regime de fluxo inferior, o que caracteriza a ação de ondas, sendo algumas de interferência. Mostram a presença de icnofósseis, representados por traços de tubos, predominantemente horizontais, levemente curvos a retilíneos, nos arenitos finos a arenitos siltosos (Figuras 161D, 162A e B).

Com o aumento da lâmina d'água, geram-se formas de leito de migração de dunas, que são denominadas de *sand waves*. Onde é possível se observar a oscilação do nível de base dado pela intercalação entre *sand waves* e *wave ripples* (Figura 161C). Com o aumento na profundidade, a plataforma dominada por tempestades, forma camadas amalgamadas com estratificação cruzada *hummocky*, produto da ação das ondas, que se caracterizam pelo seu efeito erosivo irregular e preenchimento, sob a ação da oscilação do fluxo (Figura 161E). Prosseguindo no intervalo sedimentar da formação, inicia-se a deposição das fácies mais profundas, caracterizando o aumento dos sedimentos mais finos a pelíticos.

O padrão deposicional da unidade, no geral, é granodecrescente, indicando nitidamente a mudança nos ambientes deposicionais desde fluvial até o marinho profundo, caracterizando o evento de transgressão, dado pelo aumento do nível de base, com padrão retrogradacional.

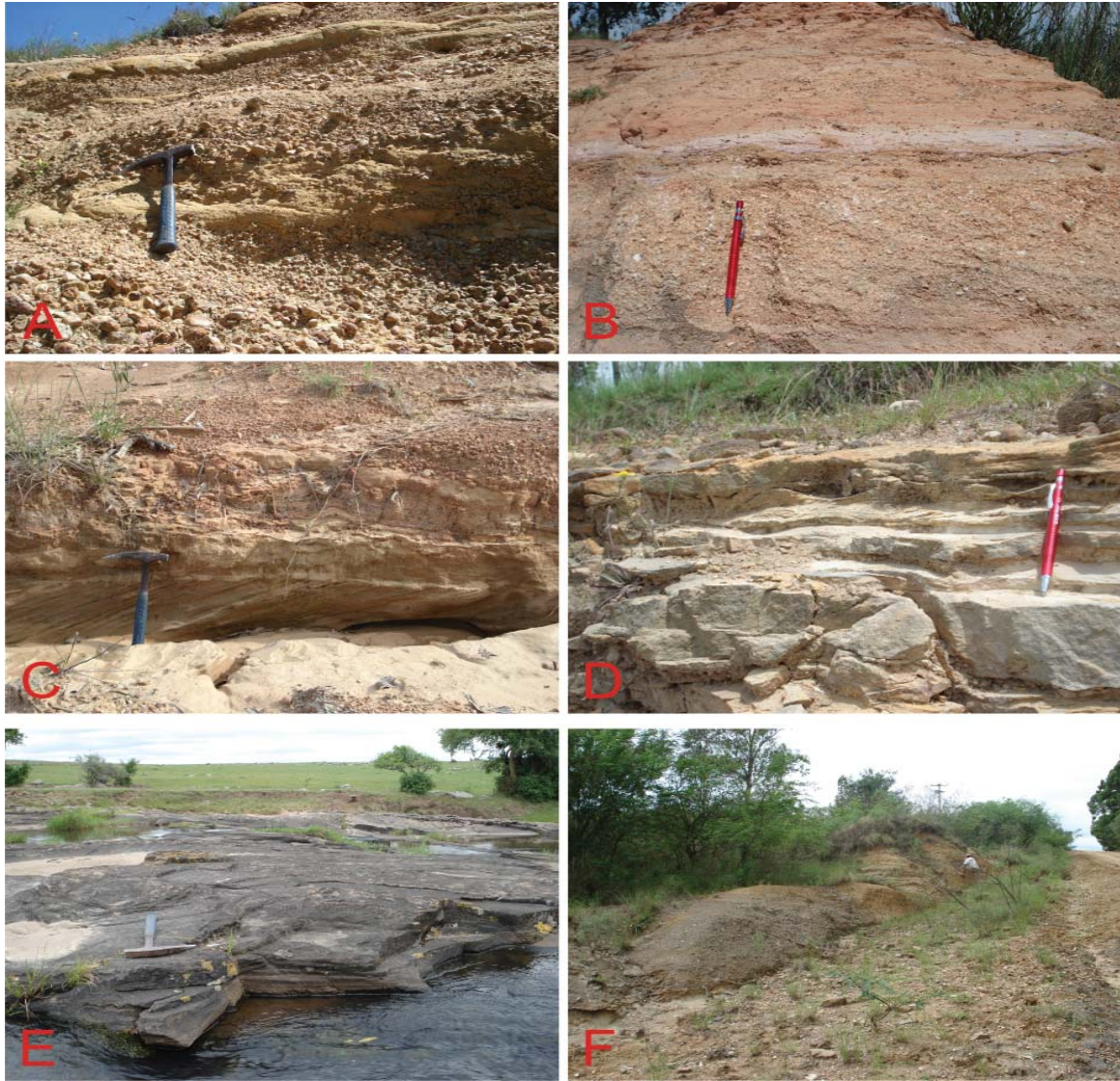


Figura 161A - Afloramento CK99. Conglomerados com seixos amalgamados por arenitos conglomeráticos, com estratificação cruzada tangencial; B) Afloramento CK178. Arenito muito grosso com estratificação cruzada tangencial e presença de superfície de reativação, no topo - arenito arcossiano com laminação paralela ou de baixo ângulo; C) Afloramento CK185. Na porção inferior do afloramento ocorre migração de dunas subaquosas de cristas retas (sand waves), dado pela ação de correntes de marés. Na porção superior da camada observa-se a ação de ondas; D) Afloramento CK179. Arenitos médios a finos com marcas onduladas separadas por lâminas de arenitos com grânulos; E) Afloramento CK193. Arenito fino, litificado, com estratificação cruzada de baixo ângulo (hummocky); F) Afloramento CK200. Siltitos argilosos e arenitos muito finos, laminados, com coloração cinza e amarela, respectivamente, formando camadas tabulares.

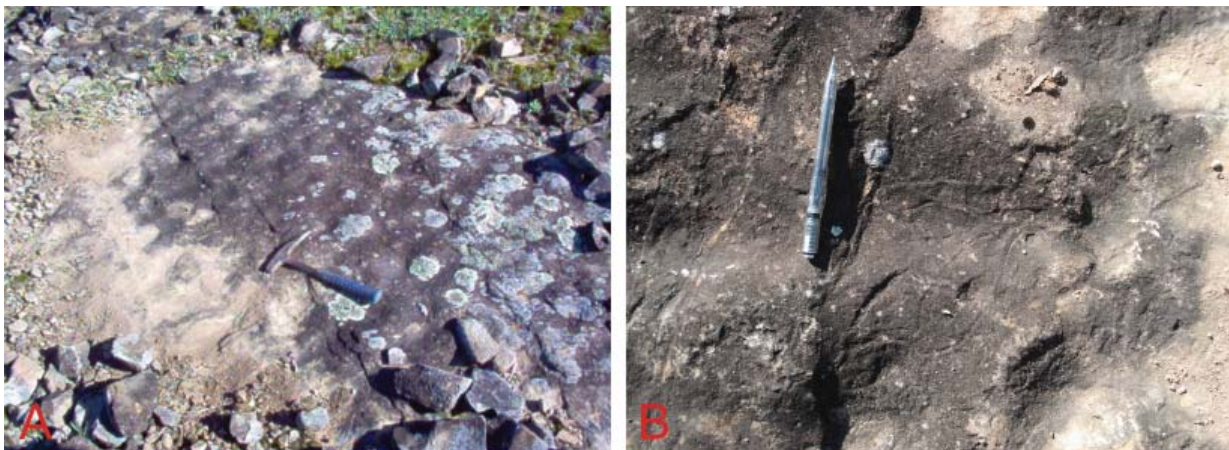


Figura 162 - Afloramento CK134. A) Pavimento com marca de ondas simétricas; B) Detalhe das marcas de ondas com icnofósseis nos arenitos finos.

13- DEPÓSITOS CENOZOICOS (PALEÓGENO/NEÓGENO)

13.1. Formação Santa Tecla - ENst

Foi denominada de Série Santa Tecla por Carvalho (1932), referente à localidade tipo na serra homônima, que é uma coxilha alongada situada a nordeste do município de Bagé. Alguns trabalhos foram realizados por: Leinz (1942), Formoso e Willig (1966), Tessari e Giffoni (1970), entre outros.

Na Folha Lagoa da Meia Lua, a Formação Santa Tecla se assenta sobre rochas do embasamento pré-gondwânico (Formação Sanga da Cachoeira e granitos Jaguari e Saibro). Compreende uma camada formada por arenitos conglomeráticos, arenitos finos a grossos com crostas silicosas e ocupam uma área em torno de 36,66 km². Ocorre principalmente na porção oriental da folha, a sudeste de Ibaré, ao longo das estradas que passam por Torquato Severo e da estrada que vai de São Gabriel a Lavras do Sul. Morfologicamente, corresponde a elevações de topo achatado, formando um grande platô (Figura 163). Apresenta uma espessura de aproximadamente 10 metros na área mapeada.

A litologia está representada por arenitos conglomeráticos, arenitos e pelitos, como produtos da erosão das rochas pré-existentes, constituídos por pacotes, predominantemente maciços, afetados por fenômenos posteriores de silicificação e ferrificação (concreções)(Figura 164A). Os arenitos que compõem esta formação são médios a grossos, constituídos por grãos de quartzo arredondados a subar-

redondados e com grânulos de quartzo e feldspatos dispersos numa matriz argilosa. Não são visíveis estratificações internas, porém ocorrem intercalações de níveis de arenitos e arenitos conglomeráticos (Figuras 164A, B e D). Cimento silicoso são comuns. Possui coloração esbranquiçada e amarelada, subordinadamente são ferruginosos. Envolvem os grânulos de quartzo e feldspatos dando aparência imatura ao conjunto (Figuras 164B, C, E e F). Estas concreções silicosas, de hábito mamelonar, preferencialmente concentradas na superfície, formam crostas de calcedônias, com espessura variável de 20 cm a 1,50m (Figura 164F) e sustentam a topografia.

13.2. Depósitos Aluviais - Q2a - Aluviões

São sedimentos clásticos, mal selecionados, inconsolidados, onde predominam depósitos arenosos e subordinadamente argilas e conglomerados e, alguns casos, com presença de blocos e matacões. Encontram-se, principalmente, ao longo dos cursos d'água, em especial nos arroios Taquarembó, Santo Antônio e Salso, que cortam rochas cristalinas. também se depositam ao longo do Rio Vacacai e do Arroio Jaguari, só que estes últimos cortam as rochas cristalinas e também terrenos sedimentares. Ocupam uma área com cerca de 77,27 km² e podem ser referidos como uma cobertura das rochas subjacentes, derivadas dos sedimentos fluviais depositados no leito ou ao longo das margens dos rios e drenagens (Figura 165).



Figura 163 - Vista geral (sentido N-S) da Formação Santa Tecla, formando platôs de elevações achatadas e resistentes morfologicamente.

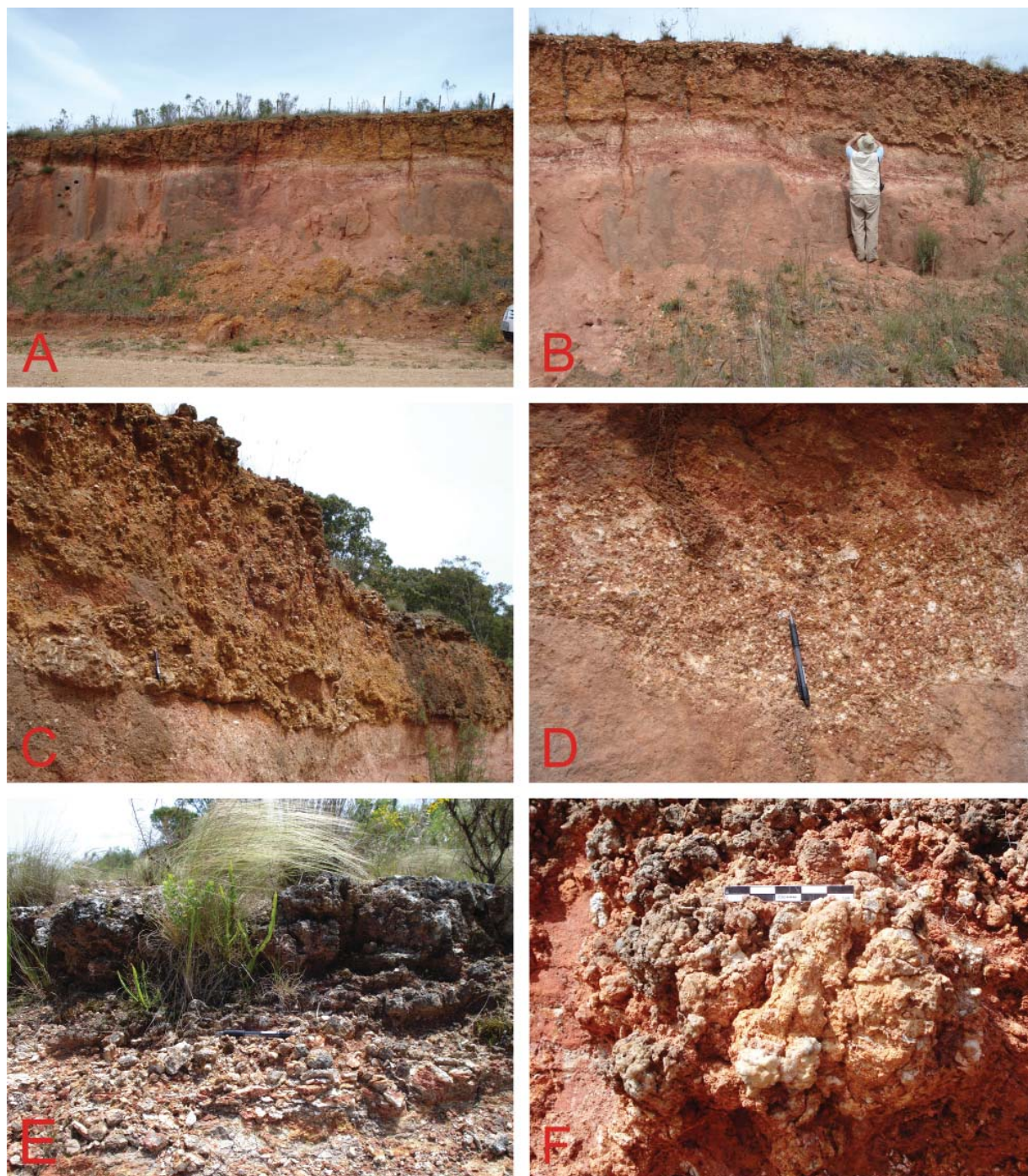


Figura 164 - Formação Santa Tecla. A) Vista geral do afloramento CK45; B) Foto mostrando arenito conglomerático, arenitos e pelitos formados pela erosão de rochas pré-existentes. Na superfície observa-se crosta silicificada; C) Detalhe da crosta silicificada do afloramento CK45; D) Detalhe da porção inferior da crosta silicificada do afloramento CK45, com nível de arenito conglomerático e arenito, sem estratificação interna; E) Detalhe da crosta silicificada do afloramento CK60; F) Detalhe da crosta silicificada do afloramento CK80, formada por arenito e cimento silicoso de coloração esbranquiçada, amarelada e ferruginosa.



Figura 165 - Aluviões - A) No pavimento do Arroio Jaguarizinho, afluente do Rio Jaguari ocorre a Formação Itararé com seixos angulosos e sobre esta ocorre espesso depósito arenoso, constituído por grânulos e seixos (Afloramento CK39); B) Próximo a estrada, voçoroca com 1 metro de profundidade e na sua base ocorre um arenito grosso com grânulos, possível depósito de canal fluvial, recoberto por lama preta, rico em matéria orgânica, da planície de inundação. Observar o contato entre o depósito de canal com o da planície de inundação (Afloramento CK38); C) Arenito conglomerático inconsolidado de cor marron clara, próximo do arroio, formando barras anexas à margem do canal (Afloramento CK108); D) No arroio, próximo ao afloramento CK158, anexo as suas margens, ocorre um arenito conglomerático inconsolidado com barras cascalhosas e arenosas, sobreposto por pelito preto com grânulos, de 1 metro de espessura.

14- RECURSOS MINERAIS

14.1. Introdução

A Folha Lagoa da Meia Lua (SH.21-Z-B-VI) constitui uma das áreas de maior potencial mineral no Estado do Rio Grande do Sul, com recursos reais ou potenciais para metais nobres, ferrosos e não ferrosos; insumos para a agricultura; além

de minerais e rochas industriais para uso na construção (Figura 166).

Parcela de três dos Distritos Mineiros definidos por Santos *et al.* (1998) para o Rio Grande do Sul estão incluídos no âmbito da Folha, os quais são a seguir descritos.

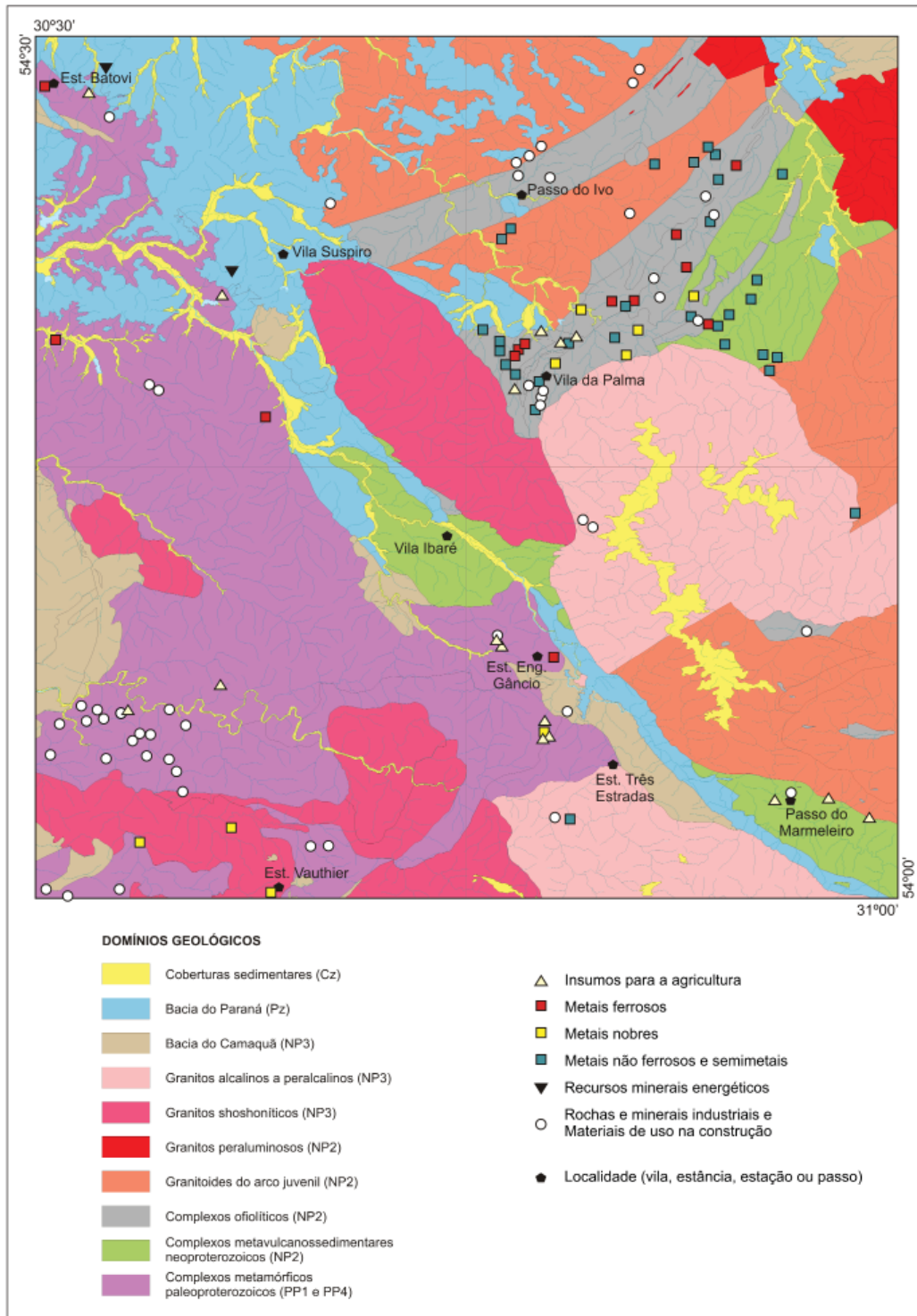


Figura 166 - Ocorrências minerais na Folha Lagoa da Meia Lua (SH.21-Z-B-VI), incluindo dados históricos do arquivo da CPRM (Base META) e cadastrados pelo projeto.

Constituindo uma extensa região na porção noroeste do Escudo Sul-Rio-Grandense, no âmbito do Terreno São Gabriel, o **Distrito Mineiro Vila Nova do Sul – São Gabriel** engloba, na sua porção sudoeste (no âmbito da Folha), litótipos neoproterozoicos (NP2) dispostos em faixas de direção NE-SW que, de norte para sul, constituem as seguintes unidades tectono-estratigráficas: Granito Passo da Areia, Complexo Ofiolítico Passo do Ivo, Suíte Lagoa da Meia Lua, Complexo Ofiolítico Palma e Formação Pontas do Salso e Domínio de Dioritos e Tonalitos do arco juvenil (correlacionáveis à Suíte Lagoa da Meia Lua).

O distrito constitui uma das áreas de maior potencial mineral para ouro no Estado, além de conter reservas significativas de mármore para uso agrícola, e potencial ainda para, entre outros insumos, cobre, níquel, talco, asbesto e feldspato.

A região, com desenvolvimento em ambiente de arcos de ilhas, apresenta potencial para, portanto, desde depósitos relacionados com ambientes de cordilheiras oceânicas (ofiolitos) até os convencionalmente atribuídos aos processos sin e pós-colisionais da colagem orogênica.

No **Distrito Mineiro Vauthier**, limite sudoeste da folha, na área de exposição da Suíte (subvulcânica) Vauthier (Hartmann e Nardi, 1982), há potencial para ouro (uma mina de ouro abandonada) e não metálicos (feldspatos).

A porção oeste do **Distrito Mineiro Lavras do Sul** está também parcialmente incluída no âmbito da Folha Lagoa da Meia Lua, englobando litótipos relacionados ao Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras, para os quais Santos *et al.* (1998) caracterizam ocorrências e potencial para cromo, talco e asbesto.

14.2. Metais Nobres e Minerais Metálicos

14.2.1. Região do Vauthier (Sul da Folha)

No sul da Folha Lagoa da Meia Lua, no âmbito das folhas Ibaré e Coxilha do Tabuleiro, de escala 1:50.000, ocorrem litologias orto e paraderivadas do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, suítes de rochas granitoides das unidades Santo Afonso, Vauthier e Passo da Chácara e diques intermediários e ácidos relacionados ao magmatismo da Bacia do Camaquã.

Forte guias para minerais metálicos são representados na região por alterações hidrotermais não pervasivas (venulares) e pervasivas. Os filões, abundantes nas diversas litologias, formados em ambiente rúptil, com estrutura brechada e orientados conforme as direções NE, NW e NS-NNE, sendo comum a percolação de calcedônia e substituição de barita por sílica.

Conforme os relatórios de vistoria de acompanhamento de pesquisa executados pelo DNPM na região (Santos e Maciel, 2007a), as áreas (prospectos) de interesse para recursos minerais foram denominadas por empresas que efetuaram pesquisa neste setor da Folha Lagoa da Meia Lua (e.g., Companhia Brasileira do Cobre – CBC, Iamgold e Santa Elina) como Tunas, Caneleiras, Saibro Norte (Passo das Trindades, neste relatório), Taquarembó, Mascarenhas/Cerro Vermelho (Cerro Vermelho, neste relatório), Saibro Leste (Saibro, neste relatório), Três Estradas e Vauthier (Figura 167). Em algumas destas áreas foram executados furos de sonda, tais como na Caneleiras, Cerro Vermelho, Três Estradas e Passo das Trindades, sendo que nas duas últimas as sondagens resultaram em teores baixos, porém positivos, para ouro.

Vauthier

Na região do Vauthier, conforme Santos *et al.* (1998), o ouro ocorre em filões de pequeno porte, com ouro livre ou incluso na pirita, em dacitos e outros tipos petrográficos relacionados. A mina de ouro Barcellos, ativa até a década de 1930, não deixou registro de produção.

Laux *et al.* (2009) referem para a Suíte Vauthier dacitos e riocacitos isótopos e porfíricos com afinidade subalcalina, reconhecendo alteração hidrotermal nos estilos não pervasivo (venulares) e pervasivo, considerados fortes guias para minerais metálicos.

Entre as feições venulares referem a presença de veios, *stockworks* e brechas hidrotermais de quartzo (localizadamente com textura do tipo *vuggy silica*) (Figura 168), enquanto as feições pervasivas são representadas por alteração do tipo potássica (neoformação de biotita) e “sericítica” em granitoides porfíricos (subvulcânicos). A alteração sericítica referida pelos autores é exclusivamente petrográfica, necessitando de estudos de maior detalhe para identificação do estágio hidrotermal correspondente.

Com base nos dados levantados, Laux *et al.* (2009) caracterizam a Suíte Vauthier como potencial para depósitos do tipo pórfiro e epitermal ou mesmo de um *continuum* entre esses dois tipos.

Passo das Trindades

Na região do **Passo das Trindades**, pesquisada pela Mineração Iamgold Brasil sob a denominação Saibro Norte, Santos e Maciel (2007a) caracterizam anfíbolitos com intercalações de rochas de composição granítica e traquitos, ocorrendo alterações hidrotermais da zona da sílica e ilita, veios bandados com magnetita, quartzo e pirita e veios de quartzo leitoso de orientação N-S. Entre outras atividades, foram executadas, nesta área, trincheiras e sete furos de

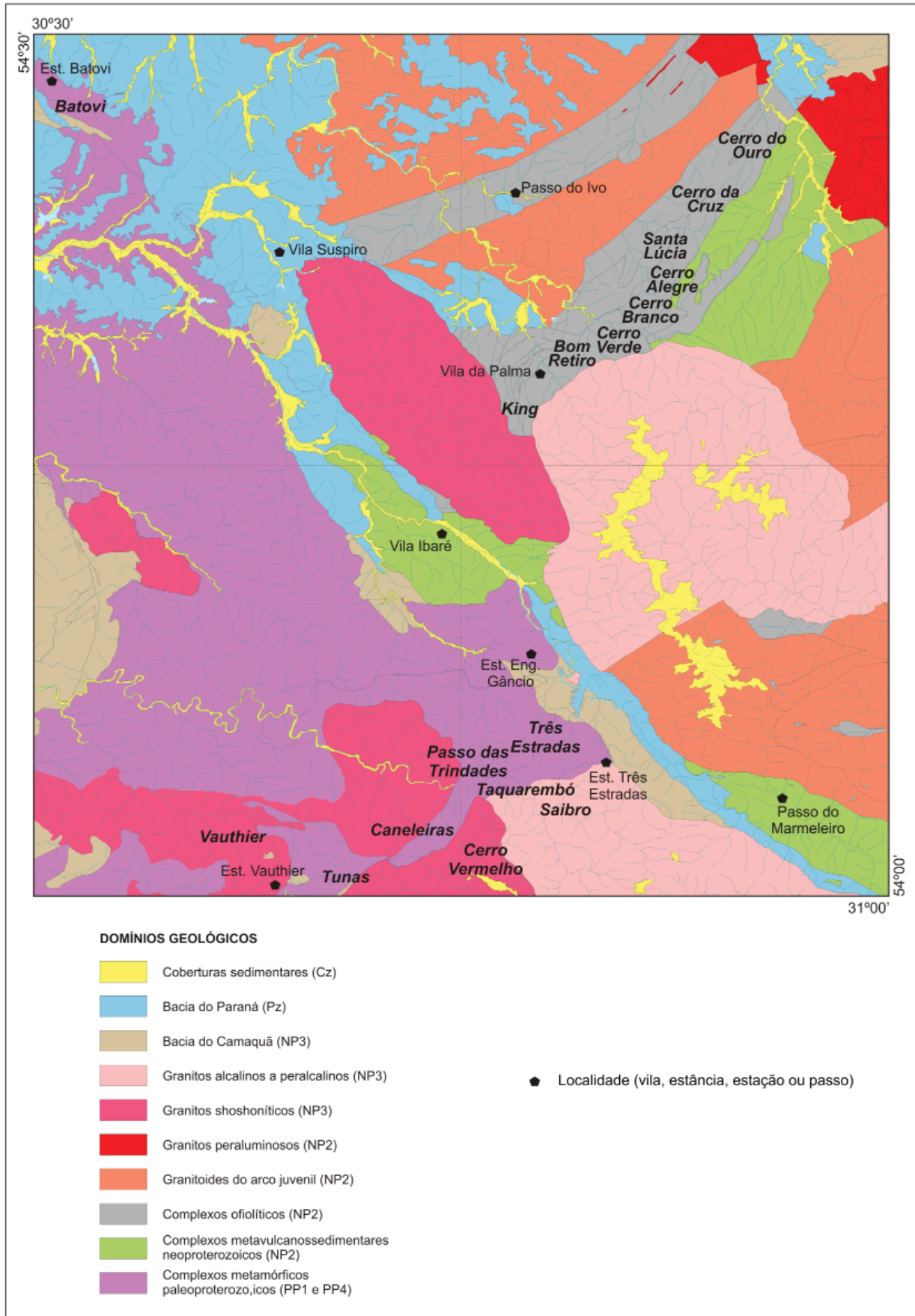


Figura 167 - Principais áreas de interesse para recursos minerais metálicos na Folha Lagoa da Meia Lua (textos em *itálico* são nomes históricos encontrados em relatórios de pesquisa disponíveis na CPRM e DNPM).

sonda visando à interceptação dos filões mineralizados, os quais variam de 0,9 a 9,6 m de espessura e resultaram em teores de Au muito baixos, entre 0,014 ppm Au a 13,9 ppm Au.

Tunas

Na região denominada Tunas (Figura 169), Vargas *et al.* (2007) referem processos hidrotermais epitermais com a presença de brechas hidráulicas e a

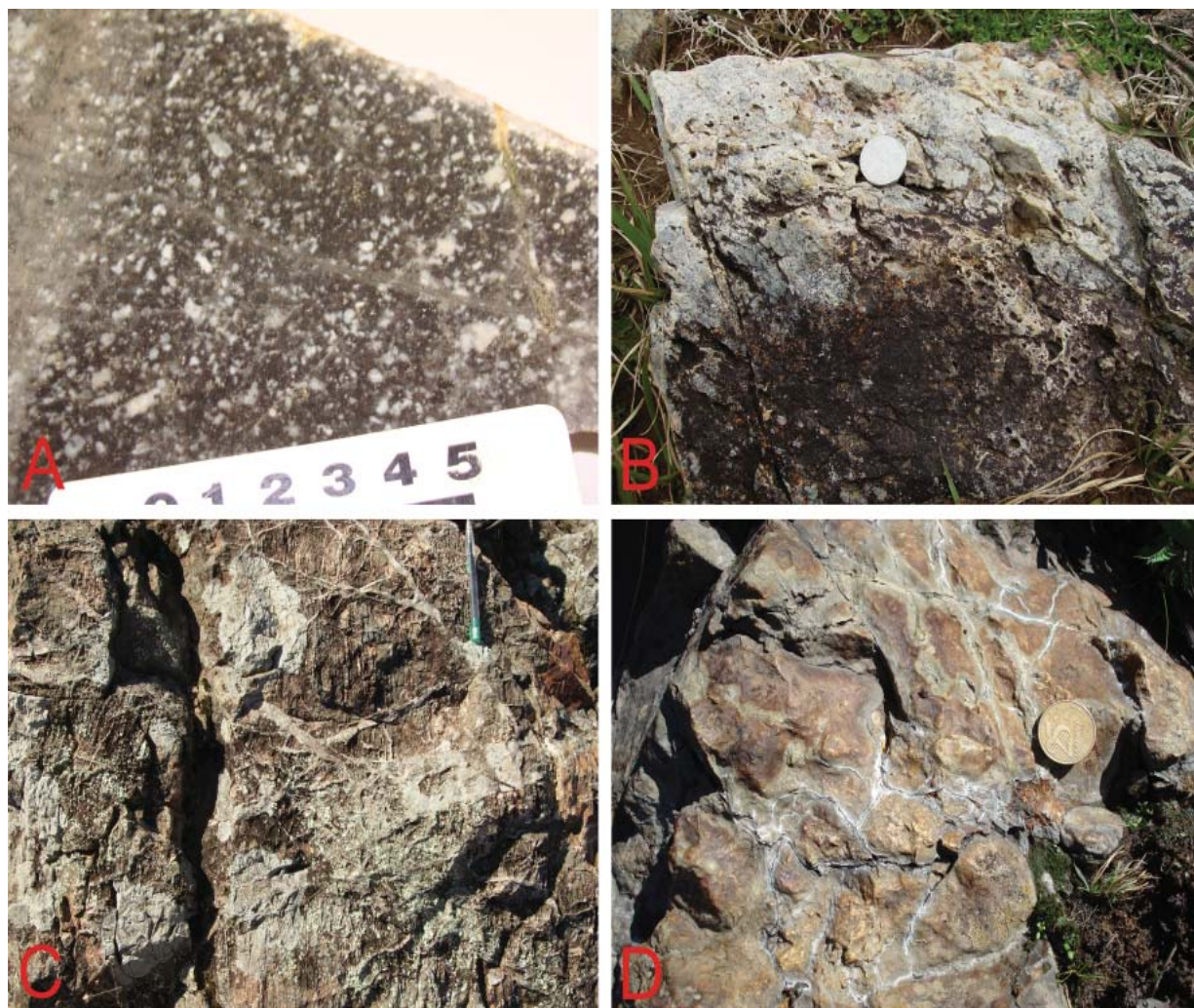


Figura 168 - Feições da área do Vauthier. A) Amostra com disseminação de sulfetos com vênulas e veios em rocha subvulcânica, B) Veio de quartzo com textura do tipo vuggy silica, C) Vênulas de carbonato, D) Brecha hidrotermal.



Figura 169 - Feição da área da Tuna, caracterizado pela crista de quartzo.

formação de veios de quartzo e carbonatos nas rochas granitoides da Suíte Santo Afonso e traquítitos associados. Estes processos dão origem a cloritização venular e pervasiva associada à presença de sericita, sulfetos e ouro. Processos tardios de hematitização também são observados e, no topo das brechas, os autores caracterizaram a ocorrência de barita associada com veios de quartzo.

Vargas (2007) refere que no mapeamento da área foram caracterizadas brechas hidrotermais, centimétricas a métricas, de direção geral NE-SW e veios de quartzo associados na forma de drusas, com textura *vuggy*, com barita, carbonato, clorita, pirita e hematita. Como encaixantes, gnaisses e granitos cortados por diques NW-SE e NE-SW de rochas traquíticas e traquiandesíticas cálcico-alcalinas.

Conforme o autor, a alteração hidrotermal é marcada principalmente pela presença de carbonato e quartzo preenchendo espaços gerados pela brecha hidráulica, sendo também observados clorita na forma de veios e acompanhada de quartzo e disseminada na rocha; hematita na forma de veios; e pirita disseminada e venular. A alteração pervasiva é caracterizada como sendo do tipo propilítica (clorita + epidoto + carbonato) e fílica (sericita).

As três fases minerais reconhecidas por Vargas (2007), precoce, intermediária e tardia, possuem assembleias minerais de composição muito semelhantes. Na fase precoce a clorita, pirita e hematita ocorrem associadas e paralelas aos veios de carbonato. Já na fase tardia, a clorita está corroendo os veios de carbonato, mas ainda associada com hematita e pirita. O que diferencia mineralogicamente as duas fases são a albita e a sericita, que ocorrem tardiamente, demonstrando uma alteração fílica pervasiva. Além destas, ocorre uma fase intermediária composta por carbonato.

As alterações hidrotermais descritas refletem um sistema hidrotermal epitermal, com assembléias minerais e texturas indicativas tanto de sistema epitermal do tipo alta sulfetação, quanto de baixa sulfetação, não sendo possível definir o tipo pela não determinação dos minerais diagnósticos alunita e adularia.

Caneleiras

Na área Caneleiras (Figura 170), situada logo a nordeste e no mesmo contexto geológico da Tunas, afloram também gnaisses para e ortoderivados paleoproterozoicos do complexo granulítico, granitoides neoproterozoicos e intrusivas traquíticas. Conforme Silva *et al.* (2007), ocorrem filões de quartzo de direção N30-50°E, com até 5m de espessura, brechados e contendo clorita, ilita, calcita, hematita e sulfetos como minerais de alteração.

Kersting (2007) refere que na área afloram principalmente anfibolitos contendo brechas quartzo-carbonáticas com *boxwork* de pirita. A descrição de quatro furos de sondagem efetuados no prospecto, permitiu caracterizar que a alteração hidrotermal é marcada, principalmente, por carbonato e quartzo, que preenchem os espaços das brechas hidráulicas. Tanto os gnaisses anfibolíticos, que são as rochas predominantes, quanto os diques traquíticos, estão fortemente alterados, fazendo com que as rochas apresentem uma coloração esverdeada devido à intensa cloritização e ilitização. Além dessa alteração pervasiva são encontrados veios de quartzo e carbonato acompanhados de clorita e sulfetos. Hematita também é encontrada na forma de veios e disseminada nas rochas.

Segundo Kersting (2007), as análises por Difração de Raios X permitiram a determinação dos dois tipos de alteração hidrotermal, a pervasiva e a venular.



Figura 170 - Vista do Cerro Caneleiras, com a direção da crista de direção aproximada N30-50°E.

A alteração do tipo pervasiva é caracterizada como sendo do tipo propilítica, que é marcada pela intensa cloritização e carbonatação da rocha. A alteração do tipo venular é caracterizada como outro pulso da alteração propilítica, sendo formada por veios, principalmente, de carbonato e, em menor escala, por veios de clorita. Associados a esses veios geralmente ocorre a sulfetação.

Os processos de oxidação que ocorreram nas rochas da superfície são intensos e marcados pela presença de hematita e goethita. Esses processos concentraram Au, tornando os teores desse metal extremamente altos, enquanto em subsuperfície os teores são muito baixos.

O estudo das assembléias minerais nas áreas Caneleiras e Tunas (Kersting, 2007; Vargas, 2007) mostra que as mesmas, ainda que próximas e em ambientes assemelhados, são resultantes de diferentes fluidos, como mostrado pelos diferentes tipos de alteração hidrotermal.

Na área Tunas (Vargas, 2007) foi identificada a presença de barita e de *silica vuggy* em amostras da superfície, indicadores de ambientes de alta sulfetação. É ainda referida a presença de drusas de quartzo, que por sua vez são típicas de ambientes de baixa sulfetação. Há ainda a caracterização de uma fase de alteração fílica posterior a fase propilítica. Nenhuma dessas evidências ocorre na área Caneleiras que, por outro lado, contem talco e dolomita, o que para Vargas (2007) indica um fluido rico em Mg como gerador das assembléias de alteração neste setor.

Três Estradas

No centro-sul da folha, na região referida como Três Estradas pela Mineração Santa Elina (Santos e Maciel, 2007a; Mineração Santa Elina, 2008), afloram rochas do complexo granulítico (principalmente tipos básicos e gnáissicos quartzo-dioríticos e carbonáticos) e granitos intrusivos. Duas estruturas tectônicas de caráter regional cortam os litótipos na região: a Falha Cerro dos Cabritos, de caráter transcorrente sinistral, direção N35-45°E e rejeito direcional de cerca de 7 Km; e o Sistema de Falhas Ibaré, de direção NW-SE, que limita os terrenos Taquarembó e São Gabriel.

Dois frentes de lavra artesanal abandonadas ocorrem na área, a noroeste da Estância Três Estradas. Apresentam exposição de rochas calcissilicáticas com vênulas e manchas de carbonato e limonita, pirita disseminada e veios centimétricos de quartzo com escassa limonita e goethita. Pesquisas da Nuclear são mencionadas na área, mas sem acesso as informações.

A contagem de pintas em concentrados de pesados na área Três Estradas resultou em < 15 pintas de Au muito finas (< 0,5 mm) em uns poucos concentrados, o que também ocorre no *Vauthier* (ver Capítulo 15, Geoquímica Prospectiva). Estes valores caem substancialmente em quantidade de resultados quando consideradas as contagens de pintas nos intervalos entre 0,5 e 1 mm e > 1 mm, que resultam em até 4 pintas em poucas amostras. Em sedimentos de corrente os resultados analíticos positivos para o metal não ultrapassam teores cerca de 270 ppb Au. Os resultados obtidos em amostras de testemunhos obtidos em quatro sondagens executadas pela Santa Elina são também muito baixos, o que levou a empresa a descontinuar as pesquisas para Au no setor.

14.2.2. Região do Batovi (NW da Folha)

No noroeste da folha, no âmbito das metavulcanossedimentares de baixo grau do Complexo Metamórfico Cerro Batovi (Figura 167), a presença de ouro é referida através de resultados pouco significativos obtidos por sedimentos de corrente e concentrados de bateia (ver Capítulo 15, Geoquímica Prospectiva).

Em metavulcânicas básicas do Complexo Metamórfico Cerro Batovi (amostras de rocha EB-R436A e 437A) foram obtidos valores de aproximadamente 30 ppb de Au (na segunda, também 437 ppm de Cu). Ainda que em baixos teores, o metal ocorre em diversas outras amostras destes litótipos, mostrando constância de resultados na unidade.

14.2.3. Região da Palma (NE da Folha)

A porção nordeste da Folha Lagoa da Meia Lua está inserida no âmbito do Terreno São Gabriel (terreno acrescionário juvenil neoproterozoico) e engloba faixas de metamorfitos máfico-ultramáficos com metassedimentares químicas interpretadas como ofiolitos (complexo ofiolíticos Passo do Ivo e Palma), ortognaisses da Suíte Lagoa da Meia Lua (raízes do arco juvenil) e as sequências metavulcanossedimentares associadas, representadas na área pela Formação Pontas do Salso.

Incluído no Distrito Mineiro Vila Nova do Sul – São Gabriel de Santos *et al.* (1998), a Faixa Palma constitui uma das áreas de maior potencial mineral para ouro no Estado do Rio Grande do Sul com atividades de extração artesanal do metal que remontam ao início do século XX.

A área da Palma aparece muito bem representada nas três faixas granulométricas consideradas na contagem de pintas de Au (< 0,5 mm, entre 0,5 e 1 mm e acima de 1 mm; ver Capítulo 15, Geoquímica Prospectiva), confirmando sua potencialidade para este metal.

Nos corpos de sílica friável da região, interpretados como derivados de sedimentação química (*chert*), foram identificadas texturas brechadas, venulações de calcedônia e anomalias de bário em estreita relação espacial com ocorrências de ouro referidas em diversas atividades de pesquisa no distrito (e.g., Szubert *et al.*, 1977, 1978). Com estes metalotectos também se relacionam anomalias de Au, Cu, Pb e Zn em amostras de sedimentos de corrente e de solo; bem como alguns registros de anomalias geofísicas de VLF, Slimgram e Magnetométricas superpostas às anomalias da geoquímica prospectiva (Bentes *et al.*, 1977).

Segundo Santos e Maciel (2007b), existe relação entre as ocorrências de ouro próximas aos corpos de sílica friável investigados, com o desenvolvimento de skarns em metabasaltos e mármore. Os skarns resultariam, provavelmente, de fluidos que ascenderam pelas fraturas de natureza dúctil-rúptil de direção nordeste e forte mergulho para noroeste, que atingem as litologias mais reativas, em zonas próximas a fontes de calor, como o Granito Jaguarí.

No Complexo Ofiolítico Palma – também referida genericamente como área da Palma – os principais prospectos para ouro do Distrito foram denominadas por empresas de pesquisa que atuaram ou atuam na região (CPRM, DOCEGEO, CBC, Trans Atlantic Enterprise, Amazônia Mineração, Santa Elina e Iamgold, entre outras), de nordeste para sudoeste, como: Cerro do Ouro, Cerro da Cruz, Santa Lúcia, Cerro Alegre, Cerro Branco, Silveirinha (Cerro Verde), Bom Retiro e Palma Sudoeste (King) (Figura 167).

Cerro do Ouro / Cerro da Cruz

No Cerro do Ouro, nordeste da Palma, onde há registro de atividade garimpeira que remonta ao final do século XIX, afloram corpos de sílica friável em uma estrutura mineralizada que consiste de stockwork de quartzo com traços de pirita e calcopirita. Além dos corpos de sílica friável, afloram rochas máficas e ultramáficas serpentinizadas, xistos magnesianos e xistos grafitosos.

No Cerro da Cruz, área, onde o conjunto de corpos de sílica granular friável apresenta a maior quantidade de vênulas de calcedônia da região, os corpos de sílica têm direção média N45°E e espessuras de até 200 m.

Nas pesquisas por amostragem de solos (e.g., Szubert *et al.*, 1978; Santos e Maciel 2007b) foram encontradas anomalias de bário, arsênio, cobre, cromo e níquel, sendo as principais anomalias de cobre, cromo e níquel consideradas litológicas, coincidentes com os corpos de metaultamáficas aflorantes na área. As anomalias de bário ocorrem na borda de al-

guns corpos de sílica e se estendem para norte, na direção de Cerro do Ouro, sendo as principais delas coincidentes com as ocorrências de vênulas de calcedônia.

A Iamgold executou dois furos de sonda no Cerro da Cruz, os quais somaram cerca de 450 m. Os furos tiveram como base: o porte dos corpos de sílica, o controle estrutural, as anomalias de bário e cobre, a relação espacial com as ocorrências do Cerro do Ouro e, principalmente, a presença de venulações de calcedônia que cortam os corpos de sílica friável.

As sondagens no Cerro da Cruz não interceptaram zonas mineralizadas, nem áreas contendo alterações hidrotermais que pudessem confirmar algum sistema mineralizado para ouro, relacionado aos corpos de sílica friável. Em subsuperfície esses corpos são constituídos por sílica maciça, raramente com vênulas de quartzo, são estruturalmente brechados e contêm localmente ilita em fraturas.

Santa Lúcia

A área Santa Lúcia, extensão sudoeste do Cerro da Cruz, é constituída por corpos de sílica friável de direção N65°E, brechados e com sericita nas bordas, o que sugere um controle estrutural para os mesmos.

Na extensão sudoeste da Santa Lúcia (projeção nordeste da ocorrência de Au-Cu Bom Retiro) ocorrem corpos de sílica friável localizados no contato entre um pacote de metaultamáficas e metabasaltos; alguns destes corpos apresentam mineralização de pirita + esfalerita + galena + calcosita.

Anomalias de ouro em solo e a relação espacial com a ocorrência Bom Retiro levaram a Iamgold a executar três furos de sonda neste prospecto, os quais interceptaram sistematicamente uma sequência de rochas metaultamáficas em contato por uma zona de cisalhamento com metabasaltos contendo intercalações de níveis calcissilicáticos métricos.

As paragêneses de alteração encontradas nas encaixantes dos corpos de sílica granular incluem clorita, epidoto, magnetita, actinolita, pirrotita, pirita, calcopirita e localmente granada, caracterizando-os como um skarn. A sílica granular contém comumente relictos de talco, clorita, calcita, magnetita e outros minerais de fácil decomposição em superfície, o que confere o caráter friável verificado nos corpos de sílica aflorantes.

Cerro Alegre

A área foi definida com base em dados de geoquímica prospectiva por sedimentos de corrente e concentrados de bateia, além da presença de atividade garimpeira histórica, que incluiu a abertura de galerias. A mineralização ocorre em veios de quartzo

branco com pirita, traços de galena e localmente grafita nas bordas, encaixados em litologias metabásicas com alteração sericitica.

Cerro Branco / Cerro Verde (Silveirinha)

Os cerros Verde (Silveirinha de Szubert *et al.*, 1977, 1978) e Branco constituem áreas contíguas no centro-sul da Faixa Palma, com mineralizações de Cu, Mo e Au (Szubert *et al.*, 1977), confinadas em filões de quartzo ao longo de zona cataclásada de direção nordeste ou como disseminações em metabasitos (“xistificados”) e metassedimentares (muscovita-biotita xistos e metapelitos).

Pesquisas pioneiras de detalhe focalizadas na ocorrência de ouro na área do Cerro Branco foram executadas pela Companhia Brasileira do Cobre (envolvendo mapeamento, abertura de trincheiras, poços e, particularmente, sondagem) (Matuella e Iglesias, 1992). Os melhores resultados foram obtidos em dois furos contíguas, espaçados de 30m, com 5m @ 10,17 ppm Au e 2m @ 15,57 ppm Au em rocha granítica milonitizada com venulações de quartzo (conforme os perfis avulsos dos furos de sondagem PA-CB-03-1995 e PA-CB-01-1996, da CBC).

Os levantamentos geológicos de detalhe na área caracterizaram, além das várias unidades convencionalmente cartografadas (como metamáficas e metaultramáficas, xistos paraderivados e litologias do Granito Jaguari), ampla ocorrência de veios de quartzo e um corpo metadiorítico subcircular, com aproximadamente 1,5 km de diâmetro, com bordos limitados por falhas milonitizadas, com evidências de alterações hidrotermais representadas por epidotização e carbonatação do plagioclásio, cloritização do anfibólio e sulfetação por pirita e calcopirita e, mais raramente, molibdenita.

A mineralização de ouro está hospedada em veios de quartzo com pouca pirita, calcopirita e molibdenita, encaixados em zonas de cisalhamento conforme N20-30°E, ocorrendo indícios de Cu-Mo em litótipos a sericita, quartzo, carbonato, epidoto e magnetita com disseminações e bandas de pirita, calcopirita (malaquita), bem como venulações com estes sulfetos, segundo a mesma orientação.

Bom Retiro

Constitui uma área mineralizada a Cu-Au-Mo a aproximadamente 2 km a NNE da Vila da Palma, com cavas que remontam as primeiras décadas dos anos 1900, e cujas mineralizações são referidas, entre outros, por Jost e Villwock (1966), que caracterizaram depósitos filonianos contendo pirita, calcopirita, bornita, malaquita, molibdenita e Au no âmbito dos metamorfitos, com gênese interpretada como vinculada às intrusivas graníticas.

A área foi objeto de lavra incipiente pela Mineração Terra Santa através de escavação a céu aberto medindo cerca de 100 m x 30 m x 8 m de profundidade, da qual teriam sido extraídos cerca de 30 kg de Au.

Como sulfetos ocorrem pirita, pirrotita, calcopirita, calcosita e bornita, sendo os minerais secundários de cobre a malaquita, a azurita e a crisocola. O ouro livre ocorre nas porções com maior concentração de sulfetos de cobre e também nas zonas de enriquecimento supergênico desenvolvidas nas bordas dos corpos sulfetados.

Posteriormente, a área minerada e seu entorno foram objeto de pesquisa da Amazônia Mineração (Carvalho e Pereira, 2004) que selecionou cinco alvos com base num programa de exploração através de malha de solo, mapeamento de detalhe e geofísica terrestre (IP e EM).

Nestes alvos foram realizadas trincheiras e oito furos de sondagem que investigaram o prospecto até a profundidade máxima de 30 m. Nos canais, o melhor resultado obtido foi um intervalo de três metros com 48,74 ppm Au, 8,25% Cu e 32 ppm Ag (na borda de um dique de hornblenda diorito porfirítico) que, todavia, não foi confirmado em profundidade.

Estudos petrográficos feitos em conexão com o mapeamento geológico sugeriram um modelo tipo skarn para os sulfetos (pirita e calcopirita) da área escavada, cuja fonte seria um hornblenda diorito pórfiro.

A Mineração Santa Elina (Mineração Santa Elina, 2008) também realizou pesquisas na área, discriminando metatufos andesíticos a dacíticos e ignimbritos contendo um extenso horizonte, com cerca de 10m de espessura, de metachert maciço, localmente com fácies jaspilítico, além de possíveis corpos subvulcânicos de metadiorito.

Segundo Mineração Santa Elina (2008), o metachert mostra disseminação de magnetita e sulfetos, incluindo pirita e calcopirita e, comumente, seus produtos oxidados, o que lhe empresta uma coloração gossanífera amarelo-alaranjada. As rochas tufáceas, conforme observado em testemunhos de sondagem pela empresa, apresentam indícios pervasivos de alterações hidrotermais, tais como cloritização, carbonatação, feldspatização e silicificação, além da mencionada sulfetação por pirita e calcopirita.

No entorno da cava a Mineração Santa Elina coletou e analisou 54 amostras de rocha, sendo os resultados litogeoquímicos mais consistentes obtidos em metacherts (até 1.072 ppb Au, 0,1% Cu e 27 ppm Mo). Os maiores resultados isolados para cobre

(0,46%) e ouro (2.461 ppb) foram detectados, respectivamente, em vulcânica félsica e rocha carbonática. Considerando a irregularidade e os valores obtidos para ouro na pesquisa, a Mineração Santa Elina deu descontinuidade à pesquisa na área.

Palma Sudoeste / King

O extremo sudoeste da Faixa Palma (área denominado como King pela lamgold), a sul da mina de calcário da Palma, é caracterizado pela inflexão para SSW com terminação em cunha da seqüência ofiolítica, disposta entre os granitos Jaguari e Santa Rita, bem como pela exposição do maior corpo contínuo de sílica friável da região. Diques básicos a ácidos intrudem as unidades metamórficas, sendo relevante a ocorrência de níveis de mármore a granada e actinolita e de basalto a actinolita, epidoto e magnetita.

O ouro livre ocorre em veios de quartzo branco leitoso ou de sílica friável com pouco sulfeto oxidado, num contexto litológico e estrutural adequado para mineralizações de ouro do tipo *skarn*.

14.3. Insumos para a Agricultura

14.3.1. Mármore Calcíticos e Dolomíticos

Szubert e Presotto (1974) realizaram um estudo sistemático regional acerca dos mármore do Rio Grando do Sul (Convênio CPRM/SUDESUL), cadastrando 12 exposições de mármore na região do Batovi (Figura 171), extremo noroeste da folha, e nove no entorno da Vila da Palma, porção central da área mapeada.

Conforme os autores, no Batovi ocorrem quatro horizontes estratigráficos diferentes, de direção N5-20°W, com espessura variável (de poucas dezenas até 300 m) e grande extensão (até 2 km). Os mármore são predominantemente dolomíticos, foliados, granulação muito fina a fina e coloração variando de cinza-escuro (dominante) a creme esbranquiçado.

Duas pedreiras abandonadas ocorrem nesta área, Waick e Cerro Batovi, que, somadas a ocorrência Figueiras, totalizam reservas inferidas de 9,5 Mt. Outras ocorrências cadastradas por Szubert e Presotto



Figura 171 - Vista de pedreira de calcário abandonada no Batovi e detalhe do calcário.

(1974; CA-2, 5, 7, 8 e 12) somam cerca de 5 Mt, totalizando 14,5 Mt de recursos inferidos para o distrito.

Na Vila da Palma, onde uma pedreira tem sido lavrada intermitentemente desde 1929 (Figura 172), o mármore é branco, constituído essencialmente de carbonatos, com raríssimos grãos de talco, antigorita e opacos. Tem granulação média (em torno de 2 mm, variando de 0,5 a 3 mm) e textura sacaroide, sendo quimicamente classificado como calcário puro ($MgO < 1\%$), de aplicação para a indústria do cimento.

A atividade extrativa foi referida, por exemplo, nos levantamentos efetuados por Knijnik e Pozza (1971), época em que eram extraídos 15.000 t/mês pela Companhia de Cimento Gaúcho, para abastecimento de sua fábrica de cimento na localidade de Esteio, nas proximidades de Porto Alegre, capital do Estado.

Os levantamentos efetuados pelo Projeto Inventário de Calcário no RS (Szubert e Presotto, 1974) permitiram inferir, já descontados os recursos lavrados, reservas de aproximadamente 7,8 Mt de mármore para a mina da Palma.

Mármore calcítico cinza esbranquiçados bandados ocorrem também no sudeste da folha, cerca de 2 km a leste do Passo do Marmeleiro (Figura 173), onde se relacionam com metapelitos, quartzitos e anfibolitos do Complexo (metavulcanossedimentar) Marmeleiro.

Os mármore da área foram estudados por Siviero e Pulz (2001) que os classificaram como calcíticos, com teores de MgO entre 0,32 e 0,86% em peso, e descritos como consistindo de uma associação de calcita, quartzo, mica branca, albita, epidoto, zoisita, allanita, clinzoisita, titanita, turmalina, wollastonita, granada e minerais opacos. Segundo os autores, os

teores de SiO_2 combinados com o somatório das proporções de MgO e CaO dos mármore do Marmeleiro atendem as especificações técnicas para sua utilização pela indústria do cimento. Os resultados do poder neutralizante somados com a composição do mármore também caracteriza sua adequação como corretivo de solo.

No centro-sul da folha, cerca de 2km a noroeste da Estação Eng. Gâncio (antiga estrada de ferro), são referidas duas ocorrências de mármore (Szubert e Presotto, 1974) sem significado econômico e que se relacionam com litologias paraderivadas do Complexo Granulítico Santa Maria Chico (Figura 174). Segundo moradores da localidade, estes mármore foram motivo de lavra artesanal para a elaboração de cal.

14.3.2. Fosfato

Na região das Três Estradas (porção centro-sul da folha), a cerca de 4 km a WNW da Estância Três Estradas, ocorrem clinopiroxenitos com teores em rocha total de 4,45% de P_2O_5 (amostras EB-R188). Cabe ainda referir no âmbito da folha a amostra CK-R137A, a sudoeste da Vila Suspiro, que resultou em 1,5% de P_2O_5 .

A área de coleta da amostra EB-R188 foi objeto de pesquisas orientadas para ouro através do Projeto Palma – Alvo Três Estradas da Mineração Santa Elina (Mineração Santa Elina, 2008) que, ao descrever a porção sudoeste do bloco, refere granulitos (incluindo principalmente tipos básicos e gnáissicos quartzo-dioríticos e carbonáticos) e granitos intrusivos. A área está condicionada pela Falha Cerro dos Cabritos, de direção geral N35-45°E e rejeito sinistral de cerca de 7 km.

Segundo Santos e Maciel (2007a) e Mineração Santa Elina (2008), os metabasitos de alto grau



Figura 172 - Vista da pedreira de calcário da Vila da Palma.



Figura 173 - Afloramento de calcário da área do Arroio Marmeleiro.



Figura 174 - Cava de extração de calcário artesanal abandonada, na região da Estação Engenheiro Gâncio.

(anfíbólio xistos, anfíbolitos) mostram impregnações de carbonatos e intercalações métricas de rochas graníticas e lentes de rochas calcissilicáticas.

Quatro sondagens foram efetuadas pela empresa no alvo Três Estradas, das quais uma, a cerca de 700 m para ENE do afloramento EB-R188, foi descrita como contendo 67 m de rocha máfica (anfíbolito/metagabro) e 64 m de rochas calcissilicáticas (67-131 m), seguidas de biotita gnaisses e muscovita granitos.

Através do Projeto Agrominerais do Rio Grande do Sul (CPRM; e.g., Toniolo *et al.*, 2010) foram ampliados os conhecimentos petrológicos e litogeoquímicos acerca das calcissilicáticas e interpretados os litótipos como carbonatitos. Resultados do projeto revelaram valores extremos de P_2O_5 entre 0,66 e 25%, com uma amostra com valor superior a 25% obtida em trincheira de pesquisa abandonada. Os estudos petrográficos apresentados caracterizam o carbonatito como de granulação fina a média, foliado, contendo carbonato (75 a 90%), apatita (10%), flogopita (10%), opacos (< 5%) e raro anfíbólio.

Segundo a Agüia Resources Limited (2012a), atual detentora da área, o complexo está intercalado com anfíbolitos e gnaisses sendo, composto por (meta) carbonatitos de cores amarronzadas a róseas e esbranquiçadas, com foliação proeminente, contendo disseminações de magnetita e venulações de sulfetos e metamorfismo na fácies anfíbolito.

Com base nos resultados de 18 perfurações (totalizando 1.317,15 m até junho de 2012) e 1.488 intervalos amostrados, a Agüia caracterizou uma reserva inferida de 21,33 milhões de toneladas com 4,63 % de P_2O_5 (e, ainda, 34,3 % de CaO e 7,05 % de MgO). As pesquisas realizadas pela Agüia Resources Limited

(2012b) resultaram em recuperações metalúrgicas de até 83,4% e graus de concentração de até 33,9% de P_2O_5 , indicando a área de pesquisa como potencial para a produção de concentrado comercial.

14.4. Minerais Industriais

14.4.1. Grafita

Conforme Oliveira (2003) e Oliveira *et al.* (2003) grafita (micro e criptocristalina) ocorre em filitos carbonosos do Complexo Arroio Marmeleiro (Figura 175) que se dispõem como lentes em metasedimentos de origem clástica (com contribuição vulcanogênica) de direção NW-SE, dobrados e boudinados, na região do Passo do Marmeleiro, sudeste da folha (Figura 176).

14.4.2. Talco

A grande maioria dos depósitos comerciais brasileiros de talco está associada a calcários dolomíticos metamorfisados, sob a forma de lentes ou bolsões, ou a rochas básicas/ultrabásicas, principalmente nas bordas dos maciços, formando auréolas, algumas vezes com zonas bem definidas de mineralização (Lara Filho, 1997).

No Estado do Rio Grande do Sul o talco era extraído somente no município de Caçapava do Sul, no local denominado Estrada do Boqueirão, onde uma área autorizada para lavra teve a extração paralisada.

Na folha, as ocorrências de talco conhecidas se vinculam com rochas do Complexo Ofiolítico Cerro Mantiqueiras (Figura 176), têm pequeno volume e formato irregular, na forma de zonas talcificadas, com impregnações de óxidos de ferro que constituem uma impureza prejudicial para o seu aproveitamento.



Figura 175 -Local da ocorrência de grafita em xistos do Complexo Arroio Marmeleiro.



Figura 176 - Cava para extração de talco abandonada e detalhe da ocorrência de talco

14.4.3. Feldspato - Quartzo

As ocorrências de feldspato e quartzo assinalados na Folha Lagoa da Meia Lua, em especial no âmbito do Complexo Granulítico Santa Maria Chico e em granitoides da região do Vauthier e do Passo do Ivo, referem-se a corpos de pegmatitos de pequena possança e mineralogia simples, constituída essencialmente de feldspato e quartzo com muscovita e, eventualmente, granada como acessórios.

Não existe qualquer avaliação acerca da qualidade ou possibilidade de aproveitamento destes corpos.

14.5. Materiais de Uso na Construção

A atividade extrativa de insumos minerais para uso na construção é exercida de maneira intermitente e restringe-se a extrações artesanais de pedras para construção, nas áreas de exposição de rochas graníticas, saibreiras para uso nas vias vicinais (Figura 177) e garimpos de areias para construção, no leito de drenagens ativas.

A única pesquisa na folha para a avaliação de litologias para aproveitamento ornamental foi realizada por Renner (2005) nos granitoides Santa Rita (Figura 178) e Jaguari, numa área com 12 km (E-W) por 6 km (N-S) na região da Vila Ibaré.

Renner (2005), com base em ensaios tecnológicos (massa específica aparente, absorção de água aparente, porosidade aparente, velocidade ultrassônica, resistência à flexão, resistência à compressão uniaxial e ao impacto de corpo duro e desgaste Amsler) combinados com dados petrográficos e dados levantados em campo, conclui que as rochas daquelas suítes podem ser utilizadas em pisos, placas de revestimento externo e interno, elementos de uso estrutural e objetos de uso decorativo.

Na área pesquisada, à época dos levantamentos de Renner (2005), foram identificadas duas frentes de extração artesanais ativas e uma paralisada em campos de matacões métricos (~4 m) do Granito Jaguari, a aproximadamente 4 km a ENE da Vila Ibaré; e uma, abandonada, em um bloco com 3,5 m do Granito Santa Rita.

14.6. Carvão Mineral

Conforme referido por Szubert e Toniolo (1982), duas ocorrências de carvão sem significado econômico ocorrem no âmbito da Folha Lagoa da Meia Lua: a) um fino leito (3 cm) a nordeste do Cerro Batovi; e b) uma camada com cerca de 20 cm de espessura a, aproximadamente, 3 km a WSW da Vila Suspiro.

14.7. Análise da geoquímica dos Elementos Metálicos e Preciosos

Foram analisadas (pela ACME Analítica Laboratórios Ltda.) em rocha total para elementos maiores e elementos traços 179 amostras de rocha (para 46 variáveis) coletadas na área da Folha Lagoa da Meia Lua.

Das variáveis analisadas algumas apresentaram poucos valores acima do respectivo limite inferior de detecção, como Cd (22 valores), Sb (47 valores), Bi (18 valores), Ag (16 valores), Hg (7 valores), Tl (41 valores) e Se (20 valores), que representam percentuais muito baixos de valores com relação ao total de amostras enviadas para análise. Outras variáveis apresentam boa quantidade de valores, mas ainda em percentual reduzido com relação ao total, como Ni (85 valores), W (75 valores) e As (95 valores).

Cabe referir que resultados significativos para Ni coincidem com resultados para As no centro-sudeste da área (curso inferior da Sanga Banhado dos Correias), em amostra de ultramáfica do Complexo



Figura 177 - Exemplo de saibreras abandonadas, na época do mapeamento, na Folha Lagoa da Meia Lua. A) Granito Saibro, B) Monzogranito Santa Rita, C) Metasedimentos do Complexo Metamórfico Cerro Batovi.

Ofolítico Cerro Mantiqueiras (EB-R12B, com 3.200 ppm de Ni e 927 ppm de As), e na região da Palma (EB-R364, com 2.468 ppm de Ni e 1.253 ppm de As), podendo indicar a presença de níquel sulfetado.

Também no sudeste da folha, no Passo da Cardoso, a amostra EB-R25 (ultramáfica do Mantiqueiras) apresenta 1.150 ppm de V em área onde resultados de Ti em rocha alcançam até 1,2%.



Figura 178 - Bloco do monzogranito Santa Rita para extração de pedras para construção.

No sudoeste da folha, amostras com sulfetação incipiente da Suíte (subvulcânica) Vauthier, em área onde o ouro foi explorado até o início do século XX (mina Barcelos), apresentam até 46 ppb de Au e valores menores que 15 ppm de As.

Resultados analíticos em rocha com teores significativos de P_2O_5 e ETR foram obtidos nas amostras EB-R188, na região das Três Estradas, com 4,45% de P_2O_5 e 1.190 ppm de ETR/total; e CK-R137A, a oeste da vila Suspiro, na região do Passo das Mercedes, com 1,5% de P_2O_5 e 440 ppm

de ETR/total, dos quais cerca de 200 ppm de Ce.

Teor de 25% de Fe_2O_3 foi obtido na amostra EB-R196C, na estrada de ferro São Gabriel – Bagé, nas proximidades da Parada Eng. Gâncio. Cabe referir, ainda, a ocorrência de magnetitito (amostra EB-R353) na Formação Cerro do Ouro, na estância Cerro Alegre (cabeceiras do rio Vacacaí); e de BIFs (fácies óxido e sulfeto) ao longo da sanga da Pedra (Estância Batovi), onde a análise da amostra EB-R437E (fácies óxido) resultou 43% de Fe_2O_3 .

15- GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

15.1. Introdução e Metodologia

A distribuição das estações de amostragem na Folha Lagoa da Meia Lua (SH.21-Z-B-VI) obedeceu aos critérios determinados pela metodologia do programa de levantamentos geoquímicos da CPRM – Serviço Geológico do Brasil para as folhas da escala 100.000 do corte internacional.

Foram programadas e amostradas 222 estações de coleta de sedimentos ativos de corrente e concentrados de bateia, numa densidade aproximada de uma amostra a cada 8,5 km² (Tabela 37). A distribuição das estações obedeceu a um padrão regular, de forma a abranger homoganeamente a área levantada, tanto para as amostras de sedimentos de corrente quanto para as de concentrados de bateia.

Todas as informações de campo das amostras coletadas foram registradas em formulário próprio (caderneta de campo geoquímica) para posterior arquivamento, junto com os resultados analíticos, na base de dados geoquímicos da CPRM no GEOSGB.

As amostras de sedimentos foram analisadas pela ACME Analítica Laboratórios Ltda., por ICP-MS para 53 elementos, conforme o seguinte processamento: a) secadas a 60°C e peneiradas a 80 mesh; b) pulverizadas e digeridas com água régia (0,5 g com 3 ml 2-2-2 HCl-HNO₃-H₂O a 95°C por uma hora, diluída para 10 ml); e c) analisadas para 53 elementos traços por ICP-MS e ICP-AES (Au, Ag, Al*, As, B*, Ba*, Be*, Bi, Ca*, Cd, Ce*, Co, Cr*, Cs*, Cu, Fe*, Ga, Ge*, Hf*, Hg, In, K*, La*, Li*, Mg*, Mn*, Mo, Na*, Nb*, Ni*, P*, Pd*, Pt*, Pb, Rb*, Re, S*, Sb, Sc*, Se, Sn*, Sr*, Ta*, Te, Th*, Ti*, Tl, U*, V*, W*, Y*, Zn, Zr*). A solubilidade dos elementos assinalados* foi limitada pelas espécies minerais presentes, geralmente resistatos.

Os concentrados de bateia foram secados e tiveram suas frações magnéticas identificadas em separador Frantz. O restante do material foi passado através de líquido denso (bromofórmio) e as alíquotas formadas pelos minerais de densidade abaixo de 2,97 foram descartadas. As frações pesadas obtidas foram avaliadas em lupa binocular e microscópio, sendo o resultado da análise mineralógica reportada de forma semiquantitativa conforme os intervalos abaixo referidos (Tabela 37).

Os valores da tabela referem que uma amostra de campo na qual tenha sido observada uma quantidade de determinado mineral, por exemplo, entre 50% e 75% receberá o código 60; ou seja, amostras com 51% e com 74% estimados em quantidade do referido mineral serão classificadas sob o mesmo código. Os códigos se posicionam próximos aos

pontos médios dos respectivos intervalos a que se referem, assumindo que todos os pontos situados dentro daquele intervalo sejam considerados como tendo uma mesma quantidade percentual daquele mineral nas interpretações futuras.

Tabela 37. Códigos dos intervalos de resultados de análise mineralógica semiquantitativa de concentrados de bateia.

Código	Quantidade Presente
85	75 - 100 %
60	50 - 75 %
40	25 - 50 %
15	5 - 25 %
03	1 - 5 %
01	< 1%

Optou-se por concentrar a interpretação agrupando estas faixas em cinco grupos com respeito a estas quantidades, respectivamente os de códigos 85, 60, 40, 15 e 03/01; este último incluindo todas as amostras de campo com quantidades inferiores a 5% do total do concentrado obtido.

Os resultados para ouro foram registrados em três faixas granulométricas: <0,5 mm, entre 0,5 e 1 mm e acima de 1mm; nestas faixas granulométricas os resultados são referidos em número de pintas de ouro presentes no concentrado.

15.2. Sedimentos de Corrente

Os resultados analíticos de 53 elementos para sedimentos de corrente da Folha Lagoa da Meia Lua foram avaliados conforme os seguintes métodos de interpretação: 1) análise univariada dos elementos; 2) análise e interpretação dos resultados das correlações lineares existentes entre as variáveis principais; e 3) análise multivariada utilizando a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP) como forma de verificar as associações presentes nos dados analíticos.

Dos 53 elementos analisados nas 222 amostras coletadas, B e Ta não tiveram nenhum resultado analítico superior ao limite inferior de detecção observado, Ge teve apenas quatro resultados analíticos detectados, S e Pt apenas cinco resultados, W catorze resultados e Re teve 19 resultados. Tendo em vista o baixo percentual de amostras com resultados analíticos superiores ao limite mínimo de detecção, é recomendada para estes elementos uma análise visual dos locais em que tais valores ocorrem, sem tratamento estatístico para os mesmos, visto estarem, também, dispersos em toda a área. Os

elementos In (com 41 valores), Te (66 valores) e Pd (89 valores) também não foram incluídos nos estudos multivariados, tendo sido feito, entretanto, estudo de seus comportamentos individuais.

Variáveis com elevado percentual de dados denominados qualificados, isto é, que estão abaixo do limite inferior de detecção (caso frequente nos dados disponíveis), ou acima do limite superior de detecção (o que não ocorre nos dados do presente projeto), não foram submetidos a tratamento estatístico por estarem sujeitos a enviesamento dos parâmetros básicos que caracterizam as distribuições.

Os parâmetros estatísticos básicos das variáveis analisadas que apresentaram quantidade de valores acima do limite inferior de detecção que permitem uma análise estatística são apresentados na Tabela 38.

15.2.1. Análise Univariada

A análise univariada dos elementos se concentrou sobre Mo, Cu, Pb, Zn, Ag, Ni, Co, As, Au, Cd, Sb, Bi, Cr e Hg, considerados os principais elementos no sentido de melhor poderem refletir a potencialidade mineral da área de trabalho. A Tabela 39 apresenta, para estas variáveis, os respectivos limiares definidos.

As anomalias de **ouro** (Figura 179) em sedimentos de corrente se concentram em duas regiões da Folha Lagoa da Meia Lua: 1) na Palma, porção centro-nordeste da área, onde há predomínio de complexos ofiolíticos e unidades metavulcanossedimentares intrudidas por granitoides cálcico-alcálicos; e 2) no sudoeste da Folha, onde afloram predominantemente suítes de granitoides shoshoníticos e alcalinos a peralcalinos e litótipos do Complexo Granulítico Santa Maria Chico.

Tabela 39. Limiares - Sedimentos de Corrente.

Elemento	Limiar
Au (ppb)	15,9
Ag (ppb)	45
Mo (ppm)	0,80
Cu (ppm)	34
Pb (ppm)	22
Zn (ppm)	56
Ni (ppm)	83
Co (ppm)	35
Cr (ppm)	115
Cd (ppm)	0,09
As (ppm)	8
Sb (ppm)	0,19
Bi (ppm)	0,18
Hg (ppb)	18,70

Junto à Palma, com cinco amostras relativamente próximas entre si com valores elevados para ouro, a amostra ES-S39 é a que está situada mais a norte (21,7 ppb Au), tendo sido coletada após banhar rochas da Suíte Lagoa da Meia Lua, junto a uma ocorrência de talco. Outras três anomalias estão mais ao sul e formam um alinhamento de direção aproximadamente NW-SE, como segue: a) a mais a SE, amostra ES-S25 (com 102,9 ppb Au), junto à conhecida ocorrência de Cu-Au-Mo das proximidades da Palma, foi coletada em drenagem que percorreu o Granito Jaguari e depois metabasaltos, metandesitos e xistos básicos e metacherts. Junto à Vila da Palma a Ag tem valor próximo do seu limiar anômalo nesta amostra; b) mais a NW está a amostra ES-S32, com 42,9 ppb Au, também com valor próximo ao limiar respectivo para Ag, coletada em drenagem sobre xistos básicos, e c) a amostra do extremo NW é a ES-S74, com 34 ppb Au, que teve contribuições na bacia de drenagem de xistos magnesianos, metacherts e serpentinitos. Pouco ao sul desta linha de três amostras anômalas há outra anomalia para ouro, relativa a amostra ES-S36; coletada a SW da Vila da Palma, apresenta 62,6 ppb Au e também concentração de Ag próxima ao seu limiar, ocorrendo junto a ocorrência de talco e sobre drenagem que banha metabasaltos e metandesitos.

Este conjunto de cinco amostras anômalas para ouro confirma dados anteriores que referem esta área como anômala para o elemento, muito especialmente nos arredores da Vila da Palma e junto a ocorrências conhecidas de cobre e talco, principalmente, e também da mina de mármore aí presente. A área que engloba estas anomalias, e também algumas de prata e de alguns outros elementos, como o molibdênio, que tem anomalias próximas das de ouro, também junto à ocorrência de Cu-Au-Mo cadastrada desde muito tempo na região, é uma zona de dimensões aproximadas de dez quilômetros por sete quilômetros que contém anomalias de vários elementos e ocorrências cadastradas de talco, Fe e Cu (também Cu-Au-Mo). O mercúrio também apresenta anomalias próximas a estas amostras.

Outras anomalias de ouro ocorrem no sudoeste da área da Folha, sendo duas as amostras ES-S114 e 181, distantes entre si cerca de 4,5 km. A amostra 114 foi coletada em ponto a jusante de exposição de gnaisses do Complexo Granulítico Santa Maria Chico e litologias da Suíte Granítica Santo Afonso; a amostra 181 é resultado de coleta em drenagem que banha apenas subvulcânicas do Granito Passo da Chácara, com valor de 23,4 ppb Au.

Outras duas amostras, no sudoeste da área, também registram anomalias para ouro. Uma delas é a ES-S207, com o maior valor encontrado para ouro

Tabela 38. Parâmetros estatísticos básicos das variáveis analisadas.

Elemento	Amostras	Média Aritmética	Média Geométrica	Mediana	Valor Mínimo	Valor Máximo	Primeiro Quartil	Terceiro Quartil	Amplitude	Variância	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Assimetria	Curtose
Mo ppm	222	0.27	0.20	0.20	0.04	2.32	0.12	0.31	2.28	0.06	0.25	95.61	3.95	23.17
Cu ppm	222	11.35	9.42	10.39	1.75	34.49	5.72	15.35	32.74	44.77	6.69	58.98	0.95	0.88
Pb ppm	222	10.23	9.14	9.28	3.08	93.3	6.84	11.89	90.22	48.15	6.94	67.85	7.96	92.90
Zn ppm	222	28.01	25.99	25.90	8.20	77.4	19.70	35.60	69.20	120.75	10.99	39.23	0.88	1.03
Ag ppb	222	19.77	17.29	17.00	4.00	191	12.00	23.00	187.00	219.64	14.82	74.98	7.38	80.83
Ni ppm	222	18.20	10.40	11.10	1.00	239.6	5.00	19.90	238.60	739.36	27.19	149.36	4.62	27.15
Co ppm	222	11.64	9.46	10.55	1.40	51.8	6.30	14.60	50.40	62.28	7.89	67.81	2.11	7.17
Mn ppm	222	568.27	468.56	508.00	92.00	2402	303.00	694.00	2310.00	147449.61	383.99	67.57	1.95	5.14
Fe %	222	1.67	1.50	1.54	0.52	7.76	1.09	2.02	7.24	0.74	0.86	51.35	2.53	12.59
As ppm	220	2.31	1.74	1.70	0.20	12	1.10	2.85	11.80	3.64	1.91	82.76	2.31	6.84
U ppm	222	0.86	0.69	0.70	0.20	3.9	0.40	1.10	3.70	0.39	0.62	72.87	2.00	5.09
Au ppb	208	7.49	1.53	1.35	0.20	784.4	0.80	2.50	784.20	3048.12	55.21	736.84	13.63	192.02
Th ppm	222	6.02	4.29	3.90	0.70	36.1	2.30	7.40	35.40	34.42	5.87	97.39	2.50	7.70
Sr ppm	222	25.68	21.70	22.75	4.60	82.8	15.20	32.20	78.20	228.52	15.12	58.86	1.23	1.52
Cd ppm	215	0.04	0.03	0.03	0.01	0.48	0.02	0.05	0.47	0.00	0.04	93.21	9.36	115.07
Sb ppm	214	0.07	0.06	0.06	0.02	0.31	0.04	0.09	0.29	0.00	0.05	68.14	2.18	5.71
Bi ppm	222	0.08	0.07	0.06	0.02	0.34	0.05	0.09	0.32	0.00	0.04	58.23	2.12	6.50
V ppm	222	36.49	31.63	33.00	11.00	217	22.00	45.00	206.00	553.28	23.52	64.47	3.50	20.28
Ca %	222	0.21	0.17	0.19	0.03	0.7	0.11	0.28	0.67	0.02	0.12	60.20	1.01	1.32
P %	222	0.03	0.03	0.02	0.01	0.227	0.02	0.04	0.22	0.00	0.02	73.91	4.00	28.64
La ppm	222	22.33	18.95	20.10	3.00	77.6	13.70	29.70	74.60	158.06	12.57	56.31	1.13	1.86
Cr ppm	222	28.02	18.95	21.80	1.70	220.4	9.70	34.80	218.70	879.92	29.66	105.88	3.49	16.42
Mg %	222	0.21	0.17	0.18	0.03	1.06	0.10	0.27	1.03	0.03	0.16	75.51	2.05	6.35
Ba ppm	222	127.75	113.75	109.30	39.90	396.1	78.60	155.60	356.20	4484.41	66.97	52.42	1.52	2.51
Ti %	222	0.03	0.03	0.03	0.00	0.129	0.02	0.04	0.13	0.00	0.02	63.62	1.84	5.93
Al %	222	0.85	0.78	0.78	0.25	2.61	0.59	1.06	2.36	0.14	0.37	43.98	1.22	2.19
Na %	222	0.01	0.01	0.01	0.00	0.016	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	49.62	0.83	0.36
K %	222	0.05	0.04	0.04	0.01	0.31	0.03	0.06	0.30	0.00	0.03	64.70	3.59	23.50
Sc ppm	222	2.93	2.60	2.60	0.70	9.8	1.90	3.80	9.10	2.24	1.50	51.05	1.38	2.58
Tl ppm	211	0.07	0.06	0.06	0.02	0.23	0.04	0.08	0.21	0.00	0.03	50.72	1.46	2.92
Hg ppb	167	9.74	9.08	9.00	5.00	31	7.00	11.00	26.00	16.64	4.08	41.87	1.86	5.15
Se ppm	146	0.23	0.21	0.20	0.10	0.6	0.20	0.30	0.50	0.01	0.10	44.08	1.24	2.49
Te ppm	66	0.04	0.03	0.03	0.02	0.18	0.03	0.04	0.16	0.00	0.02	59.87	4.15	24.05
Ga ppm	222	3.01	2.80	2.80	0.80	10.4	2.20	3.50	9.60	1.40	1.18	39.30	1.61	6.40
Cs ppm	222	0.69	0.62	0.57	0.26	2.31	0.46	0.80	2.05	0.13	0.36	52.43	1.91	4.03
Hf ppm	191	0.05	0.04	0.04	0.02	0.14	0.03	0.06	0.12	0.00	0.02	48.47	1.46	2.99
Nb ppm	222	0.54	0.32	0.27	0.04	5.09	0.17	0.46	5.05	0.67	0.82	151.53	3.31	11.44
Rb ppm	222	8.51	7.81	7.90	2.30	26.8	5.90	10.20	24.50	13.93	3.73	43.86	1.52	3.77
Sn ppm	222	0.85	0.63	0.60	0.20	8.9	0.40	0.90	8.70	0.91	0.95	111.80	4.56	28.69
Zr ppm	222	1.79	1.60	1.65	0.60	6.4	1.10	2.20	5.80	0.82	0.90	50.50	1.74	5.36
Y ppm	222	8.85	8.01	7.58	2.70	25.8	5.97	11.07	23.10	17.54	4.19	47.35	1.39	2.57
Ce ppm	222	37.71	33.25	34.85	6.80	102.6	24.00	47.70	95.80	348.03	18.66	49.47	0.95	1.01
In ppm	41	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01	31.90	1.36	0.98
Be ppm	221	0.68	0.57	0.60	0.10	2.4	0.40	0.80	2.30	0.19	0.44	64.71	1.56	2.44
Li ppm	222	6.16	5.60	6.00	1.40	20.5	4.20	7.40	19.10	7.18	2.68	43.52	1.17	3.28
Pd ppb	89	17.46	16.34	16.00	10.00	38	12.00	21.00	28.00	45.89	6.77	38.80	1.08	0.51

nos levantamentos, 784,4 ppb, e também anomalia para Ag (191 ppb), coletada em drenagem que banha as suítes Vauthier e Santo Afonso e o Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Muito próximo da amostra 207 foi coletada a amostra ES-S206, anômala para Ag (56 ppb) e com 5,6 ppb Au. Uma terceira amostra anômala para ouro é a ES-S213, com 78 ppb Au e também anômala para Ag (com 66 ppb), coletada em drenagem que banha a Suíte Vauthier e depois o Complexo Granulítico Santa Maria Chico; esta amostra foi coletada em drenagem que nasce nas proximidades da ocorrência de ouro da mina abandonada (mina Barcelos) próximo a antiga Estação Vauthier. As amostras ES-S207 e 213 podem refletir uma maior concentração de ouro em terrenos próximos à Estação Vauthier, sendo importante salientar que este conjunto de amostras próximas entre si delimitam uma região com elevados resultados, anômalos para ouro e prata. A amostra ES-S213 é anômala também para Mo, Hg e Sn, com valor muito próximo ao limiar para Pb.

A **prata** (Figura 180) também apresenta anomalia na amostra ES-S127 (sudoeste da Folha), próxima das amostras 206 e 207, com 45 ppb Ag. Também é anômala para Ag a amostra ES-S66, isolada no leste da área, com 47 ppb Ag, em drenagem que banha o Granito Jaguari, na região de contato deste com a área de domínio de granitoides do arco juvenil. Outra amostra anômala para Ag é a ES-S15, no Complexo Ofiolítico Passo do Ivo, onde afloram predominantemente rochas ultramáficas. O elemento mercúrio confirma várias anomalias de ouro e prata, sendo também anômalo na amostra ES-S51, no nordeste da área, onde se relaciona com litologias ultramáficas do Complexo Ofiolítico Passo do Ivo e ocorre isolada e não acompanhada de valor elevado para nenhum dos demais elementos de maior interesse da área.

Chumbo (Figura 181) aparece como anomalia no Granito Passo da Chácara e com a relativa proximidade de várias amostras com valores próximos ao limiar, mas inferiores a ele, tanto nas redondezas desta amostra ES-S192, provenientes tanto da contribuição de vulcânicas do Hilário e de gnaisses do Complexo Granulítico Santa Maria Chico; quanto em um grupo de sete amostras no centro-leste da área, em amostras que drenam o Granito Jaguari. Também na parte sul da área de trabalho, onde antes foram referidas anomalias de Au e Ag, se encontram valores de Pb próximos (mas inferiores) ao limiar para chumbo.

Zinco (Figura 182) ocorre em valor anômalo na amostra ES-S161, coincidindo com anomalia de Ag, na unidade Itararé, e com alguns valores próximos do seu limiar em rochas do Complexo Granulítico San-

ta Maria Chico, na porção centro-sul da área. Outra amostra anômala para zinco é a ES-S40, com outras cinco amostras próximas, logo abaixo do respectivo limiar, todas na região da Palma. A mesma situação ocorre na região do Passo do Ivo.

O **molibdênio** (Figura 183) apresenta zona anômala junto à Palma, em zona formada por pelo menos cinco amostras (três anômalas e duas outras com valores próximos ao limiar), junto à ocorrência de Cu-Au-Mo cadastrada na região. Outro conjunto de amostras anômalas para Mo ocorre sobre o Granito Jaguari (amostras ES-S35, 136, 150 e 151) e também em drenagem que banha litologias do Granito Saibro (ES-S107), neste caso a aproximadamente 800 m de uma ocorrência de Mo cadastrada na área. No sudoeste da área ocorre outra anomalia, no âmbito do Complexo Granulítico Santa Maria Chico (amostra ES-S213; também anômala para Au, Ag, Hg e Sn), a cerca de dois quilômetros de ocorrência de Mo cadastrada sobre a Suíte Granítica Santo Afonso.

O **mercúrio** (Figura 184), acima referido como anômalo na amostra ES-S213, coletada na sanga das Minas (na região do Vauthier), é também anômalo na amostra ES-S162 (também anômala para Zn), no sudeste da folha, no âmbito do Complexo Arroio Marmeleiro; na amostra ES-S84, noroeste da área, em drenagem do Complexo Metamórfico Cerro Batovi; na ES-S51, extremo nordeste, em depósitos particulados da Formação Acampamento Velho (também anômala para Pb); e na região da Palma, amostras ES-S7 e 27, esta última também anômala para Mo e próxima ao limiar para Sb.

Anomalia para **cobre** (Figura 185) ocorre apenas junto à Palma, com mais cinco amostras próximas ao limiar nas proximidades, junto à ocorrência de Cu-Au-Mo cadastrada na área.

Elemento normalmente associado ao ouro, o **arsênio** (Figura 186) também é anômalo na região da Palma; ainda na amostra ES-S160, na Formação Ibaré (centro da Folha); e no sudeste da área, onde forma uma zona anômala com três amostras próximas entre si coletadas no âmbito do Complexo Marmeleiro, amostras ES-S98, 99 e 222 (as três também anômalas para Sb, outro elemento comumente associado com ouro).

Para **antimônio** (Figura 187), na região do Complexo Arroio Marmeleiro, além das três amostras acima referidas (ES-S98, 99 e 222), ocorre uma quarta amostra anômala (ES-S132), bem como outras quatro com valores superiores ao limiar. As zonas anômalas para As e Sb coincidem pontualmente nesta porção (sudeste) da área. Sb também apresenta anomalias em amostras isoladas no leste (ES-S144),

sobre granitoides do arco juvenil; centro-sudoeste (ES-S192), no Granito Passo da Chácara; e extremo noroeste (ES-S85) da área, neste caso em drenagem de metavulcanossedimentares estaterianas do Complexo Metamórfico Cerro Batovi. Na zona da Palma o elemento forma zona anômala com três amostras acima do limiar e outras três próximas a ele.

Bismuto (Figura 188) também confirma a zona anômala na Palma, com uma ocorrência. O elemento tem sua maior concentração de anomalias no âmbito das rochas do Complexo Ofiolítico Passo do Ivo, onde quatro amostras são anômalas. Pelo menos cinco outras amostras devem ser referidas, todas elas sobre rochas do Granito Jaguari. A amostra ES-S206, sobre subvulcânicas da Suíte Vauthier no sudoeste da área, também é anômala, confirmando anomalia em zona em que vários outros elementos também são anômalos.

Com relação aos elementos normalmente associados com rochas ultramáficas, **níquel** (Figura 189) e **cromo** (Figura 190) têm seis valores anômalos junto à Palma, e mais quatro amostras próximas aos respectivos limiares cada uma; o **cobalto** (Figura 191) confirma quatro destas amostras e mais uma próxima ao seu limiar; e o **cádmio** (Figura 192) tem três anomalias nesta zona e mais duas amostras próximas ao limiar. Estes quatro elementos demarcam a zona da Palma, por anomalias e por valores que margeiam a zona definida como anômala, e também se apresentam com valores elevados no Passo do Ivo (Cr e Cd). Além disso, o Co representa uma anomalia isolada na amostra ES-S152, no centro da área, no âmbito da Formação Ibaré; enquanto o Cd tem duas anomalias no centro-oeste da área, no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, e uma anomalia no sudoeste da área, amostra ES-S206, em amostra representativa de drenagem da Suíte Vauthier, também anômala para Ag e Bi.

Em termos de amostras há que se ressaltar a amostra ES-S40, junto à Palma, que é anômala para catorze dos elementos analisados (Ni, Co, Mn, Fe, Cd, V, Cr, Mg, Ti, Al, Sc, Ga, Hf e Zr); a amostra ES-S39, também na zona da Palma, anômala para Ni, Co, Fe, Au, Cr, Mg, Al, Sc, Ga, Hf e Zr; a amostra ES-S150, sobre o Granito Jaguari, anômala para Mo, U, Th, La, Nb, Rb, Sn, Y, Ce e Be; a amostra ES-S136, também sobre o Granito Jaguari, anômala para Th, Bi, Tl, Cs, Nb, Rb, Y e Mo; e a amostra ES-S66, no leste da área, anômala para Ag, Bi, Tl, Cs, Nb, Rb, Y e Be. Outras amostras são anômalas para vários elementos simultaneamente, tais como as ES-S21, 57, 71 e 106, cada uma anômala para sete elementos; ES-S58 e 161, que são anômalas para seis elementos; e ES-S18, 146 e 213, anômalas para cinco elementos cada uma.

Em termos de configuração de zonas anômalas se destacam a região da Palma e do Passo do Ivo. O sudoeste e o sudeste da folha, respectivamente regiões do Vauthier e dos arroios Marmeleiro e Ingazeiro, também formam conjuntos de amostras que delimitam zonas anômalas e não apenas pontos isolados, com valores superiores aos respectivos limiares. O centro-leste da área, de exposição do Granito Jaguari, deve também ser referido.

15.2.2. Análises das Correlações Lineares

Foi feita análise e interpretação dos resultados das correlações lineares existentes entre as variáveis principais, assim denominadas àquelas que são de ocorrência mais frequente nos ambientes e nas litologias presentes na área de trabalho, bem como as associadas com o tipo de mineralização mais comum nas mesmas. As quantidades de valores disponíveis para as diversas variáveis selecionadas, geralmente em torno de duzentos e vinte e dois resultados analíticos, conferem confiabilidade aos resultados obtidos.

Foram consideradas significativas, por representarem associações importantes do ponto de vista estatístico, as correlações representadas por coeficientes de correlação linear (Momento-Produto de Pearson) maiores ou iguais a 0,70 (ou 70%), tanto positivos como negativos.

Um elemento analisado com especial atenção é o ouro, por representar uma potencialidade mineral da área de trabalho de acordo com estudos prévios e de caráter regional. O ouro apresenta correlações lineares baixíssimas com todos os demais elementos analisados, inclusive com aqueles com os quais ocorre associado na quase totalidade dos depósitos minerais, como prata (coeficiente de correlação linear em torno de 0,37), com Sb (0,53), com Hg, com o qual tem correlação negativa igual a -0,38, ou seja, uma fraca associação que mostra que valores mais elevados de ouro têm uma leve tendência a se associarem com os valores mais baixos de mercúrio. Com os elementos Cu, Pb, Zn e Bi a correlação praticamente inexistente. Com Pd, baseado em menos valores, a correlação linear também não é significativa (em torno de 0,48).

O Mo só apresenta correlações, que diferem um pouco das demais (também muito baixas), com Sn (igual a 0,73), com La (0,70) e com os elementos U e Th, respectivamente com 0,69 e 0,64.

Cu só apresenta correlação, que pode ser considerada como forte, em torno de 0,87, com Sc, com Fe (0,80), Mn (0,78), Ca (0,77) e U (-0,77; correlação negativa, mostrando que quando um deles se concentra o outro diminui), V (0,75), Al (0,74), Co (0,73), e correlação negativa de -0,71 com Be e La. Não mos-

tra associação importante em termos de valores com Pb, Zn, Ni, Cr e Cd, todos em torno de 0,60.

Pb e Zn têm uma correlação quase nula entre eles (negativa de valor muito baixo), Pb só apresenta correlação significativamente elevada com V (-0,73), com Fe (-0,72) e com U (0,71), enquanto que a correlação do Zn com o Ga é 0,78 e com Fe é de 0,74.

Sn apresenta correlações entre 0,80 e 0,90 com os elementos U, Th, Nb, Rb, Y e Be, além da já citada correlação de 0,73 com Mo.

Também o Sc é um elemento que apresenta uma série de valores de correlação linear elevados, entre 0,80 e 0,90 com Co, Fe, Mn, Mg e V, e entre 0,70 e 0,80 com Ni e Cr, todas elas positivas.

Pd, que tem menos valores analíticos válidos, apresenta correlação linear com As em torno de 0,75.

Fe apresenta correlações entre 0,70 e 0,80 com Ni, Mn e Cr, e U tem associações inversas com Co, Mn e V em torno de 0,75.

Outras associações, que apresentam correlações com valor mais elevado, como as dos elementos presentes em rochas máficas e/ou ultramáficas, podem representar apenas a presença destas litologias na área de trabalho. É o caso das correlações lineares entre Co e Mn, Ni e Cr e Mg e Ni, todas maiores que 0,90; Cr com Co, de 0,87; e do Ni com Co de 0,86.

Resumidamente, os elementos sobre os quais se concentram maiores expectativas nesta área, em termos de mineralizações, não apresentam correlações lineares significativas com quais comumente se associam em eventos mineralizadores. Disto decorre que a concentração mais elevada de um deles, em uma determinada bacia de captação, não tem implicação direta com a concentração mais elevada ou mais baixa do(s) outro(s) na mesma bacia.

15.2.3. Análise Multivariada

Foi utilizada a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP) como forma de verificar as associações que poderiam estar presentes nos dados analíticos, que são de natureza multivariada. Tendo em vista que os processos geológicos são, por sua própria natureza, dependentes de diversas variáveis, que agem simultaneamente para gerar o quadro resultante, as técnicas multivariadas se prestam bem à tentativa de explicar o comportamento geoquímico das áreas trabalhadas.

A técnica de ACP cria variáveis hipotéticas que são composições lineares das variáveis originais. Estas variáveis hipotéticas recebem o nome de Componentes Principais (as CPs) e são em mesmo número

que as variáveis originais. Como é uma técnica que visa à redução da dimensionalidade do problema, são retidas apenas algumas novas variáveis (CPs) que expliquem um determinado percentual da variabilidade total presente nos dados originais.

A técnica de ACP se mostra útil, e adaptada para ajudar a descrever os dados disponíveis, quando uma quantidade reduzida (com relação à quantidade de variáveis originais) consegue responder por um percentual significativo da variabilidade total dos dados. Quando as associações representadas nas CPs podem ser associadas a processos geológicos definidos, fica ampliada a utilidade da aplicação da ACP a um conjunto de dados. Todavia, nem sempre esta associação é obtida, e, em outras vezes, algumas delas simplesmente refletem o comportamento de uma das variáveis originais.

Os fundamentos teóricos desta técnica não fazem parte do escopo do presente trabalho, mas pode-se afirmar que os seus pressupostos teóricos básicos foram contemplados com os dados de sedimentos de corrente da Folha Lagoa da Meia Lua, pelo que se apresentam aqui os seus resultados. Foi aplicada aos dados a Rotação Varimax, que aperfeiçoa as associações obtidas em muitos casos, como no presente.

Alguns elementos não foram utilizados por estarem presentes com quantidades reduzidas de resultados analíticos (B, W, S, Hg, Se, Te, Ge, Hf, Ta, In, Re, Pd e Pt), restando quarenta variáveis levadas a estudo pela ACP.

Oito variáveis hipotéticas (CPs), dentre as quarenta geradas, respondem por cerca de 82,5% da variabilidade total dos dados. Oito foi o número de componentes retidas para estudo por serem as que contêm autovalores maiores que um, que é uma das possibilidades de definição do número de CPs a serem estudadas, e que foi adotada no presente trabalho.

A primeira CP, que, por definição, responde pela maior variabilidade total dentre todas as geradas pela ACP, que responde por aproximadamente 33% (um terço) da variabilidade total observada nos dados analíticos disponíveis, é representada com todas as relações entre a CP e as variáveis com valores negativos. Ou seja, valores mais altos destas variáveis significam atuação mais fraca do processo relacionado a esta associação, que pode ser representada pela associação entre os elementos (por ordem de importância no que diz respeito ao coeficiente de correlação variável x CP; Sc, Cu, Fe, Mg, V, Al, Co, Ca, Zn, Cr, Ga e Ni). Esta associação é muito comum em rochas ígneas básicas e pode representar sua ocorrência na área de trabalho.

A segunda CP responde por cerca de 19,6% da variabilidade total, podendo ser definida como a associação entre Y, Rb, Cs, Be e Tl, todos positivamente correlacionados com a CP. A associação Rb – Cs – Be ocorre com frequência em greisens estaníferos, bem como em pegmatitos.

A terceira CP responde por aproximadamente 8,9% das variações totais presentes e é representada por Ba, Ce e Sr, com valores negativos em relação à intensidade do processo nesta associação.

A quarta componente, As e Sb, com valores negativos, e por Ti, em valor positivo, e com cerca de 6,3% das variações totais presentes nos dados. Os elementos As e Sb ocorrem normalmente em associações com mineralizações auríferas.

A quinta componente mostra as variações dos elementos Au e Ag de forma inversa (4,8% da variabilidade total).

A sexta componente (aproximadamente 3,9% da variabilidade total) novamente está representada por Au e Ag, também de forma inversa, com menor participação de Pb e Cd (positivos); ou seja, o comportamento do Au e da Ag está indicado em duas CPs (a quinta e a sexta), totalizando cerca de 8,7% das variações dos dados. Assim, a quarta, quinta e sexta CPs parecem refletir basicamente a presença de ouro na área.

A sétima e a oitava CPs apenas refletem os comportamentos individuais de Pb e Sb, respectivamente, e juntas correspondem por cerca de 5,8% das variações totais.

15.3. Minerais Pesados

Os valores de minerais pesados foram, na sua identificação e estudo, separados em faixas de valores no que diz respeito às suas quantidades presentes no material coletado em campo. São, portanto, valores semiquantitativos. As faixas de valores para classificação das quantidades detectadas são, conforme anteriormente referido na Tabela 37 (código e quantidade presente): 85 (75 – 100 %); 60 (50 - 75 %); 40 (25 - 50 %); 15 (5 - 25 %); 03 (1 - 5 %) e 01 (< 1 %). Definiu-se agrupar os resultados em cinco grupos com respeito a estas quantidades, respectivamente os grupos de códigos 85, 60, 40, 15 e 03/01; o último grupo inclui todas as amostras com quantidades inferiores a 5% do total do concentrado obtido.

Dentre as variáveis rotineiramente analisadas pelo método, algumas foram eliminadas das considerações por aparecerem em poucas amostras de campo: a) **marcassita**, que aparece apenas na amostra ES-B22, em quantidade inferior a 1%; b) **calcopirita**, apenas nas amostras ES-B27 e 31, também abaixo

de 1%; c) **cinábrio**, na mesma faixa de valores nas amostras ES-B98 e 99; d) **espínélio**, que ocorre quatro vezes, nas amostras ES-B2, 12, 88 e 89 (no nível 1, isto é, < 1 %); e) **carbonato**, com três ocorrências, nas amostras ES-B15, 27 e 31 (nível 1); e f) **serpentina**, que ocorre na amostra ES-B71 no nível 3 (entre 5 e 25%). **Limonita**, **leucoxênio**, **monazita**, **apatita**, **scheelita** (aparece em poucas amostras) e **turmalina** aparecem apenas com valores da faixa inferior, na quase totalidade dos dados; o esfeno também apresenta o mesmo comportamento, só que em poucos locais. Os minerais de ocorrência mais significativa são **magnetita**, **hematita**, **ilmenita**, **rutilo**, **zircão**, **granada**, **anfíbólios** e **epidoto**.

Concentrações elevadas de **magnetita** (entre 75% e 100% do total do concentrado) ocorrem no leste da área de trabalho, região das amostras ES-B59 e 64, em área de contribuição das metavulcanoclásticas da Formação Pontas do Salso. Relativamente próximas ocorrem as amostras ES-B18 e 56 (faixa de 50 a 75%), também com contribuição da mesma unidade. As demais quantidades de magnetita da região ocorrem em menor concentrações, havendo valores na faixa entre 25 e 50%, em duas amostras na zona da Palma; em duas amostras no Monzogranito Santa Rita (ES-B80 e 155); uma no Granito Jaguari (ES-B149) e uma no extremo norte da área (ES-B12, Granito Passo da Areia). Ainda no Monzogranito Santa Rita ocorrem oito amostras com valores de magnetita entre 5 e 25%, faixa de valores também em várias amostras coletadas no âmbito do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, na faixa da Palma e no Granito Passo da Areia. As anomalias de magnetita não apresentam coincidências com anomalias de outros minerais pesados, e com relação a sedimentos de corrente se sobrepõem a valores altos para vários elementos na faixa da Palma.

Hematita apresenta valores entre 75 e 100% nas amostras ES-B35 e 145, no Granito Jaguari, que também tem três outras amostras na faixa de 50 a 75%; esta faixa está também em três amostras sobre o Granito Passo da Areia, uma sobre o Maricá e em uma sobre as metavulcanossedimentares Ibaré. Próximas às duas amostras da faixa superior ocorrem, ao lado de cada uma, outra amostra na faixa 25-50%, faixa que registra ainda uma única amostra isolada na faixa da Palma e outra sobre os gnaisses máficos do centro-sul da área (ES-B127).

Ilmenita é o mineral pesado que aparece bem representado na área da Folha Lagoa da Meia Lua, com vinte e oito amostras na faixa superior (75 a 100%). Catorze destas amostras estão no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, no qual estão ainda doze na faixa 50-75% e outras na faixa 25-50%. A ilmenita

também aparece na faixa superior nos granitos Saibro e Passo da Chácara, nos gnaisses do sul da área e nas unidades Ibaré, Pontas do Salso e Maricá, mas com apenas uma a duas amostras por unidade, ainda com outras amostras próximas na faixa 50-75%, mas em quantidade menor. Também o Monzogranito Santa Rita contém algumas amostras na faixa 25-50%, enquanto a zona da Palma contém cerca de quinze amostras na faixa 50-75% e várias outras na faixa 25-50%. Outras unidades contêm algumas amostras com presença importante de ilmenita, mas duas zonas ficam bem caracterizadas como de maior incidência deste mineral nos concentrados de minerais pesados: a) a faixa da Palma (centro-norte da área) e b) a porção centro-oeste da folha, de exposição do Complexo Granulítico. Como conclusão, pode-se afirmar que a ilmenita está amplamente distribuída na área, ocorrendo em quase todas as unidades e em quantidades significativas do total dos concentrados obtidos.

Rutilo aparece praticamente só na área do Complexo Santa Maria Chico, em quatro amostras na faixa 25-50% e em várias outras na faixa 5-25%. As demais unidades apresentam rutilo apenas em quantidades inferiores a 5%.

Zircão, mineral típico de granitoides, aparece nas unidades Santa Rita, Passo da Chácara e Jaguari e nos gnaisses graníticos do sul da folha, na maior parte das amostras na faixa 5-25%. Aparece em apenas uma amostra na faixa 25-50%, no âmbito do Granito Saibro.

Granadas aparecem de forma mais notável no Complexo Ofiolítico Passo do Ivo (uma na faixa 50-75% e cinco na faixa 25-50%); também com uma amostra na faixa máxima (75-100%) e algumas poucas mais abaixo no Complexo Ofiolítico Palma; e em muitas amostras na faixa 5-25% nos granitoides. Destaca-se a concentração no Complexo Granulítico Santa Maria Chico, onde predomina a faixa 5-25%, com quatro amostras na faixa 25-50%. O valor mais elevado ocorre na extremidade norte da zona da Palma, onde as metavulcanossedimentares fazem contato com granitoides aluminosos. No Complexo Marmeleiro também ocorrem vários pontos com a presença deste mineral entre 5 e 25%.

Cassiterita foi determinada em poucas amostras, todas na zona da Palma, em concentrações sempre abaixo de 5%. Também o Passo do Ivo apresenta algumas amostras com cassiterita na mesma faixa de concentração (<5%).

Cromita ocorre da mesma forma, mas com uma amostra (ES-B26), no centro da zona da Palma, com concentração entre 25 e 50%.

Esfeno, está pouco presente na área, aparece no Monzogranito Santa Rita em três amostras na faixa 5-25%, assim como em uma amostra no Passo do Ivo. O mineral ocorre, ainda, em valores abaixo de 5% em amostras relacionadas ao Monzogranito Santa Rita, na Palma e no Passo do Ivo, sobre gnaisses do leste da área, assim como em cerca de dez outras sobre granitoides do sul da folha.

Anfibólios aparecem com valor superior a 75% apenas em amostra do extremo nordeste da área (ES-B45, sobre o Sienogranito Camaquã Pelado) e na amostra ES-B112, sul da área, sobre rochas gnáissicas; entre 50 e 75% em cinco amostras no leste da área, uma na Palma e quatro em gnaisses; e alguns valores entre 25 e 50% em quatro amostras no Santa Maria Chico e uma no Passo do Ivo. Ainda ocorrem amostras entre 5 e 25% de anfibólios nos concentrados de minerais pesados em granitoides.

Epidoto é mineral muito disseminado em quase toda a área de trabalho, sem muitas limitações de litologias, ocorrendo na faixa da Palma, no Passo do Ivo, em gnaisses, granitos e no Complexo Granulítico Santa Maria Chico. Sua maior ocorrência se dá na faixa de valores entre 5 e 25%, mas também está bem representado na faixa 25-50%, ocorrendo, ainda, seis valores entre 50 e 75% e duas concentrações acima de 75%, neste caso nas amostras ES-B23 e ES-B161, respectivamente, nas faixas de xistos da Palma e Ibaré.

Ouro foi determinado em três faixas granulométricas, < 0,5 mm, entre 0,5 e 1 mm e acima de 1 mm; nestas faixas granulométricas os resultados são referidos em número de pintas de ouro presentes no concentrado. Na faixa inferior a 0,5 mm (Figura 194) ocorre uma grande concentração de amostras com valores mais elevados de quantidades de pintas na faixa da Palma (várias amostras em torno de 15 a 30 pintas), havendo amostras em torno de 60 pintas de ouro (e uma com 85 pintas de ouro, amostra ES-B37). Outra zona de ocorrência de amostras com cerca de 15 pintas está no sul-sudeste da folha, em área de exposição dos granitos subvulcânicos Passo da Chácara e Vauthier. O Monzogranito Santa Rita apresenta algumas amostras com quantidades de pintas entre 2 e 8. O intervalo entre 0,5 e 1 mm (Figura 195) confirma a Palma como o setor de maior ocorrência, com quantidades de pintas em torno de dez para várias amostras. Neste setor, uma amostra resultou 32 pintas de ouro no intervalo considerado (ES-B38), coletada em drenagem sobre a Suíte Lagoa da Meia Lua, mas cujas cabeceiras se estabelecem sobre a Faixa da Palma; e uma com 48 pintas (ES-B29), em amostra coletada sobre a Palma que drena também a Formação Pontas do Salso. A porção sul da área,

referida na faixa inferior a 0,5 mm, não confirma em quantidade de resultados o que ocorre naquela faixa granulométrica, havendo poucas amostras com uma a duas pintas no intervalo entre 0,5 e 1 mm. O Monzogranito Santa Rita tem uma amostra com 8 pintas e outra com quatro pintas entre 0,5 e 1 mm, a última em drenagem no contato com Granito Jaguari. A faixa com pintas de ouro maiores que 1 mm (Figura 196) novamente confirma integralmente a faixa da Palma como a de maior favorabilidade para o metal, com várias amostras apresentando em torno de 5 a 15 pintas, uma com 22 pintas (ES-B27) e outra com 29 pintas (ES-B29). Três amostras coletadas na Faixa Passo do Ivo, no contato com a Suíte Lagoa da meia Lua, resultaram entre 3 e 8 pintas de ouro (o último valor, na amostra ES-B10). O Monzogranito Santa Rita tem duas amostras nesta faixa (com duas e quatro pintas) e o Granito Passo da Chácara aparece também com duas amostras, com uma e duas

pintas. Para ouro a região da Palma aparece muito bem representada nas três faixas granulométricas, confirmando plenamente a potencialidade desta área do trabalho, para este metal. No sudoeste da folha deve ser referida a região de drenagem da Suíte Vauthier, também com resultados significativos. O Monzogranito Santa Rita aparece com certo destaque pela repetida presença de ouro nas três faixas granulométricas determinadas, o mesmo ocorrendo com Granito Passo da Chácara.

A reunião e análise dos dados obtidos nos levantamentos geológicos, geoquímicos e de recursos minerais, associados à reinterpretação dos dados aerogeofísicos disponíveis para a Folha Lagoa da Meia Lua, permitiram a confecção do mapa Geológico e o Texto Explicativo que acompanha esta carta temática, onde se destacam as conclusões e recomendações apresentadas a seguir.

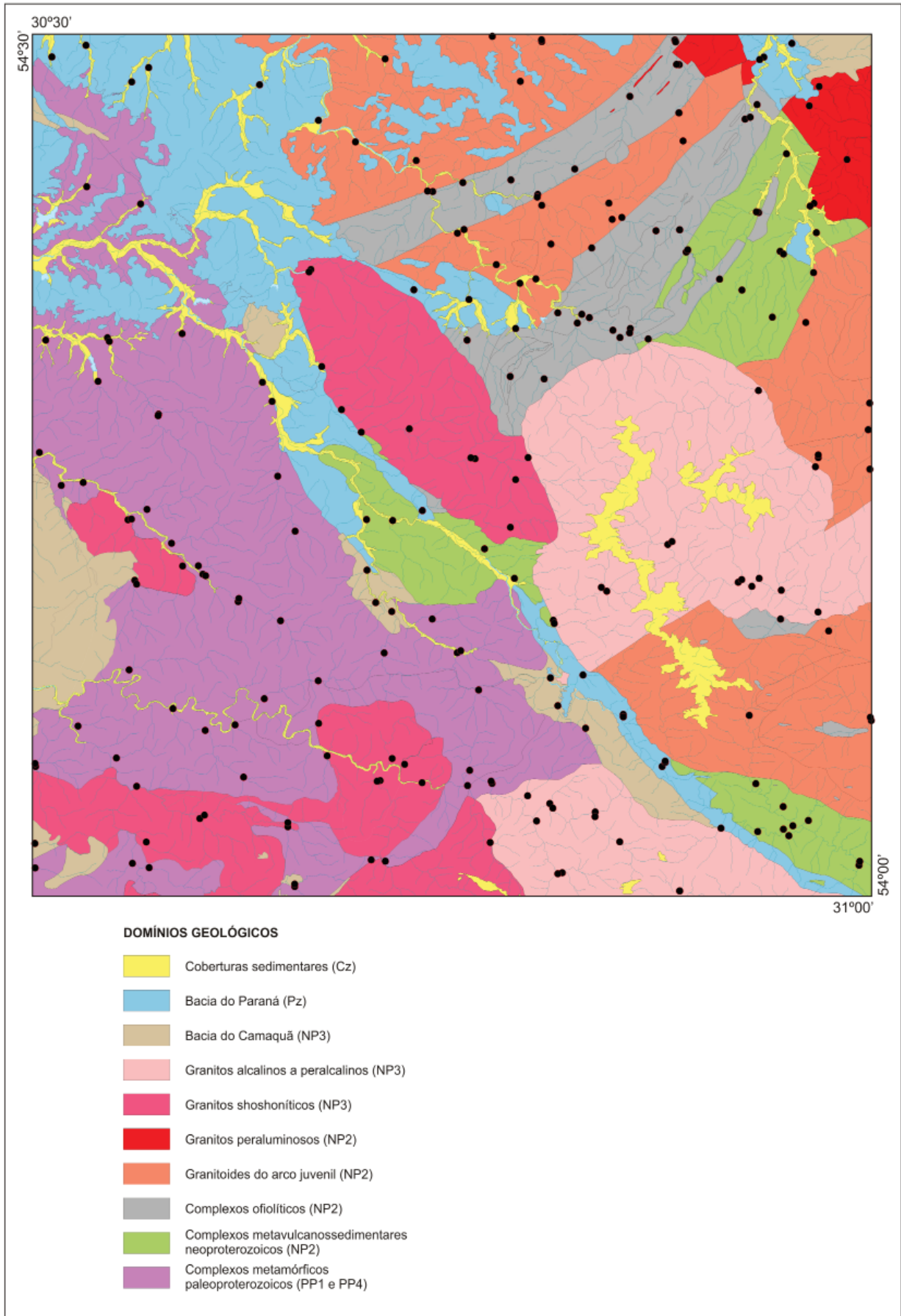


Figura 179 - Distribuição das estações de amostragem de sedimentos ativos de corrente e Bateia na Folha Lagoa da Meia Lua.

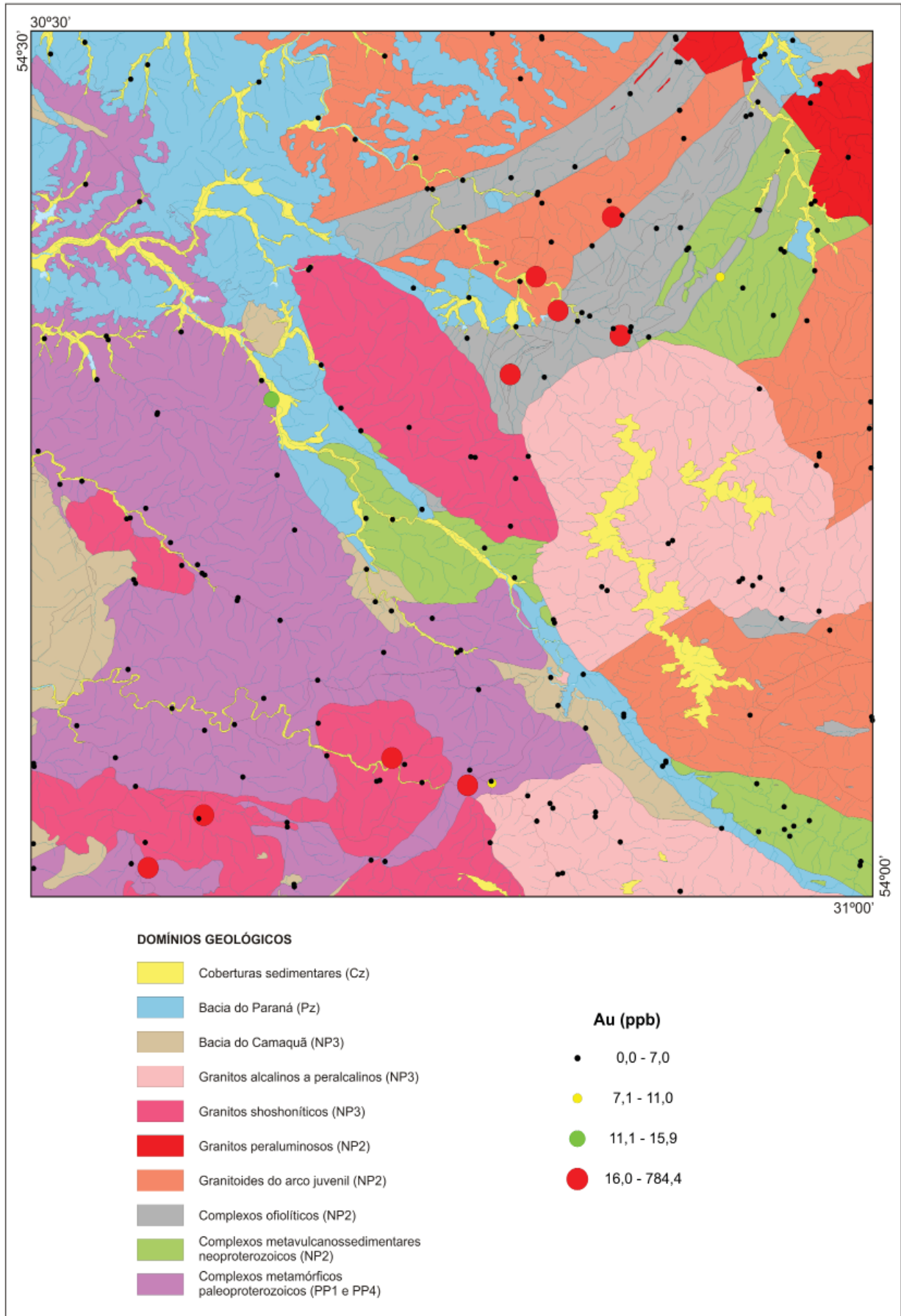


Figura 180 - Au em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

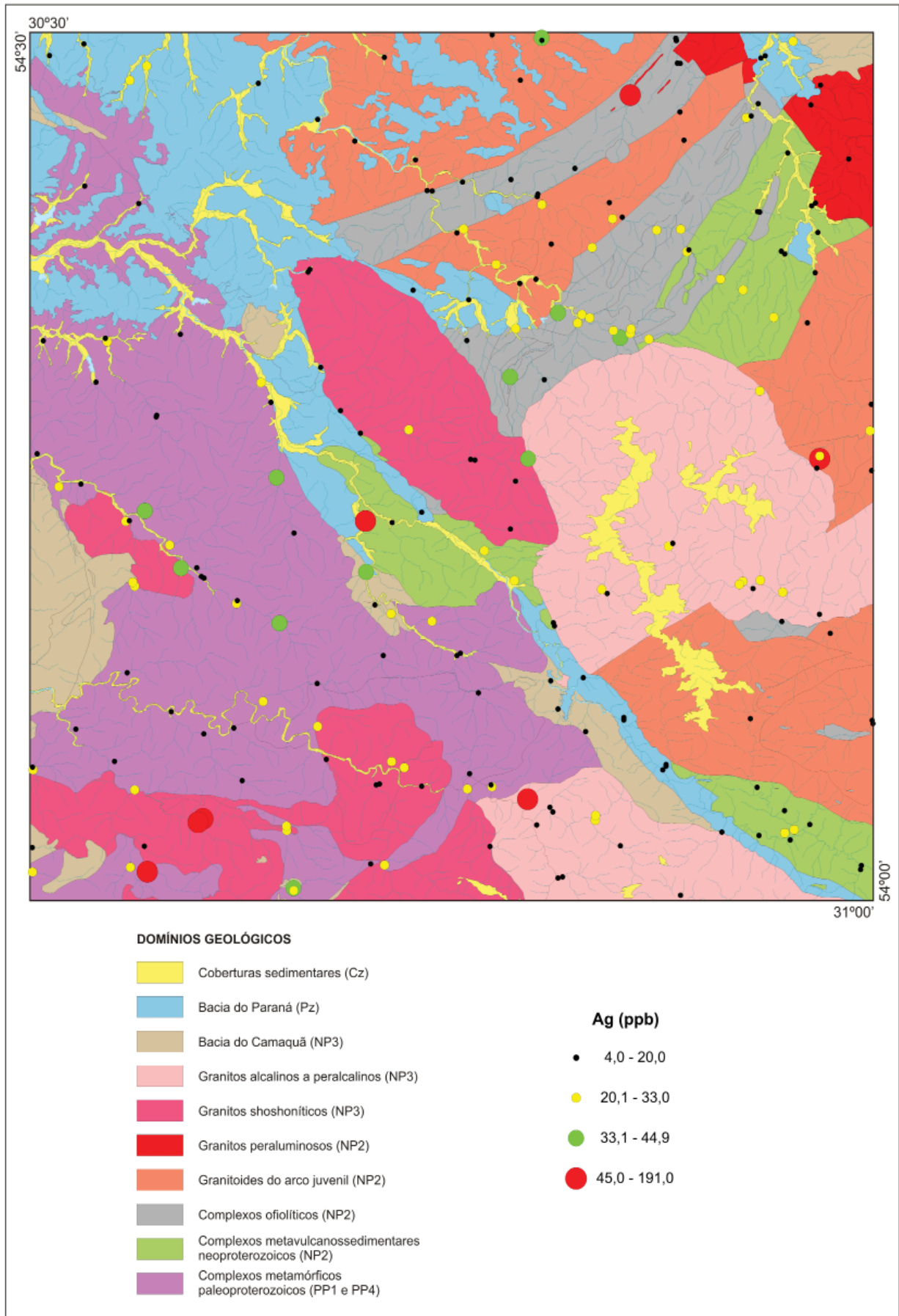


Figura 181 - Ag em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

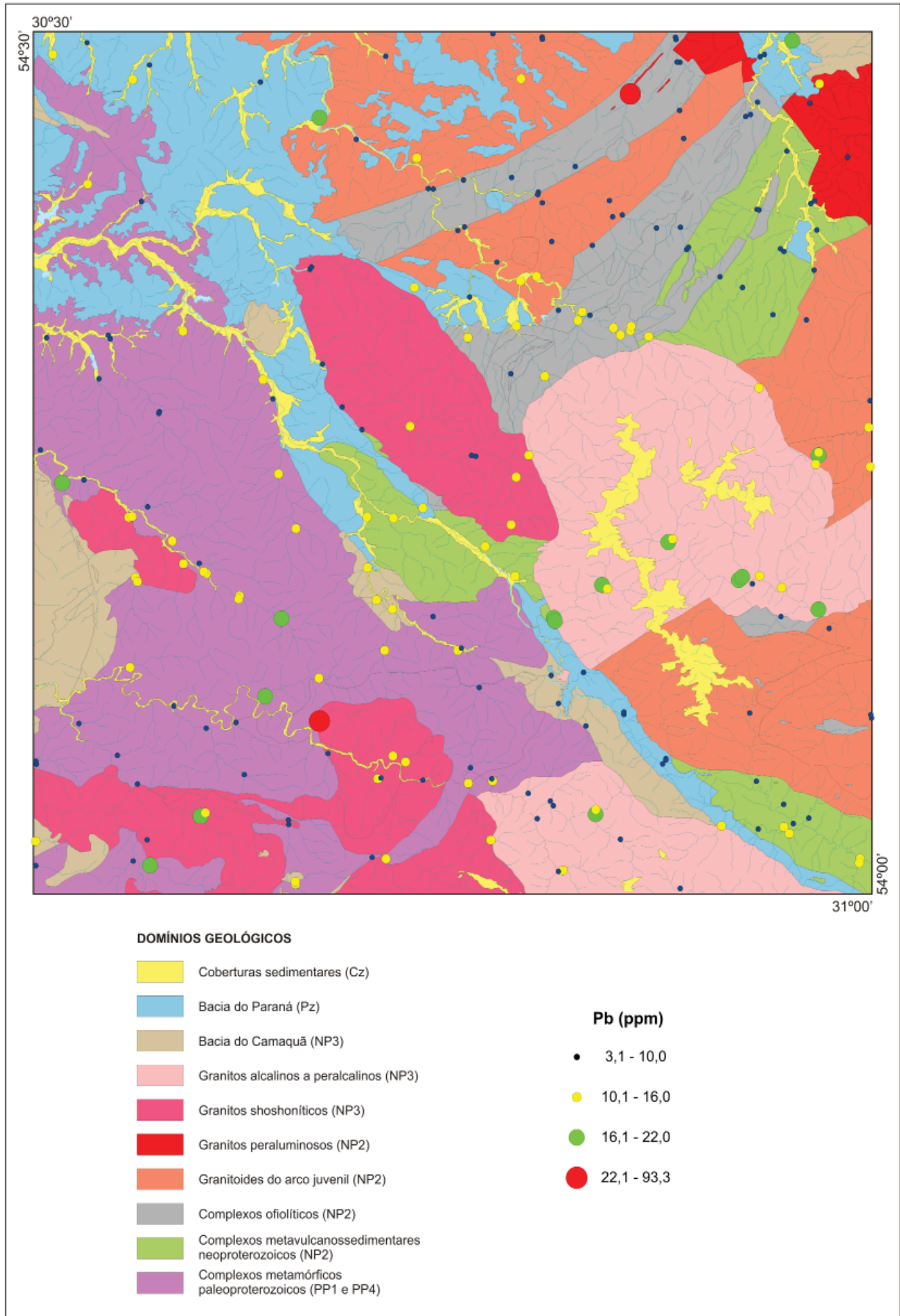


Figura 182 - Pb em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

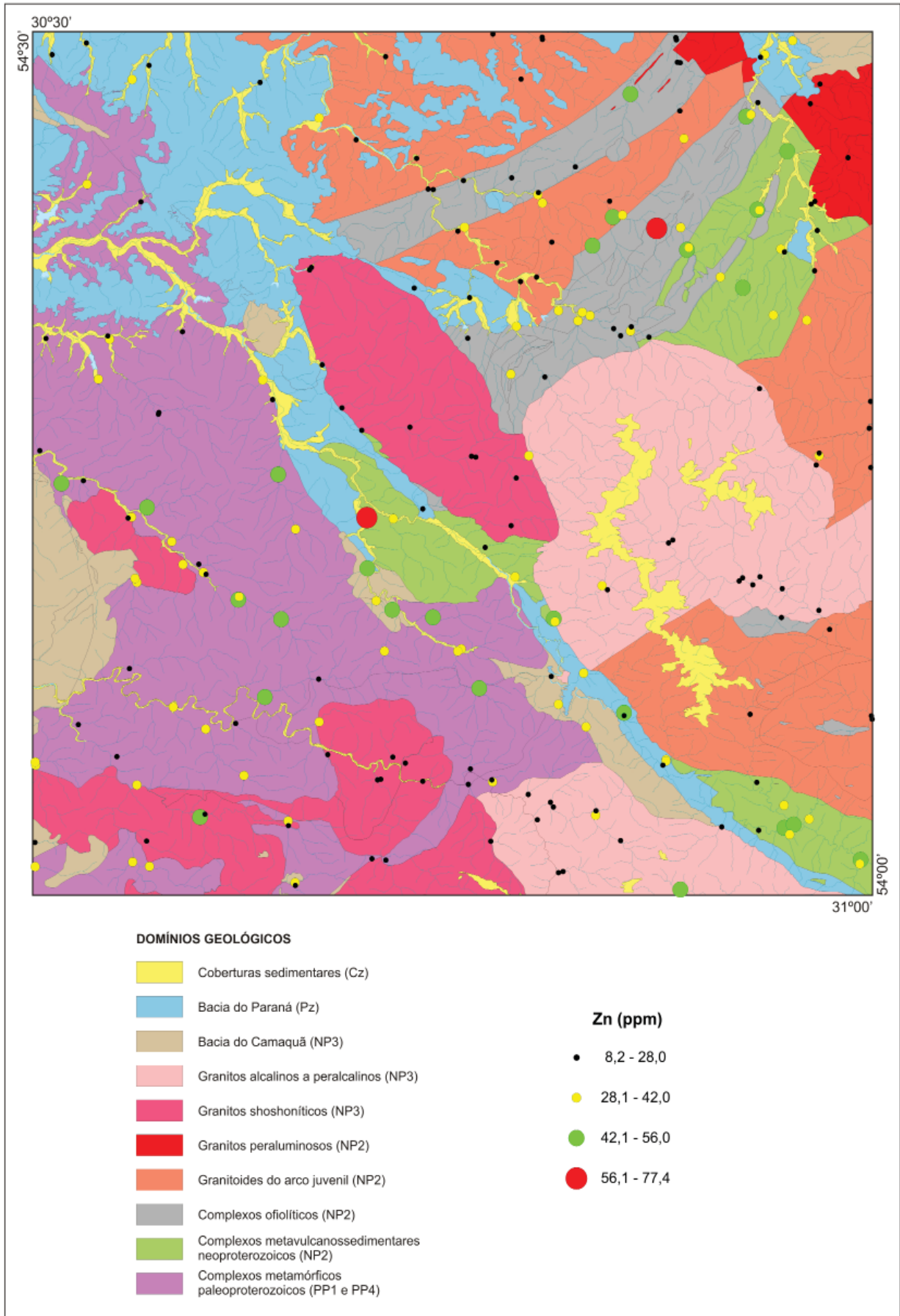


Figura 183 - Zn em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

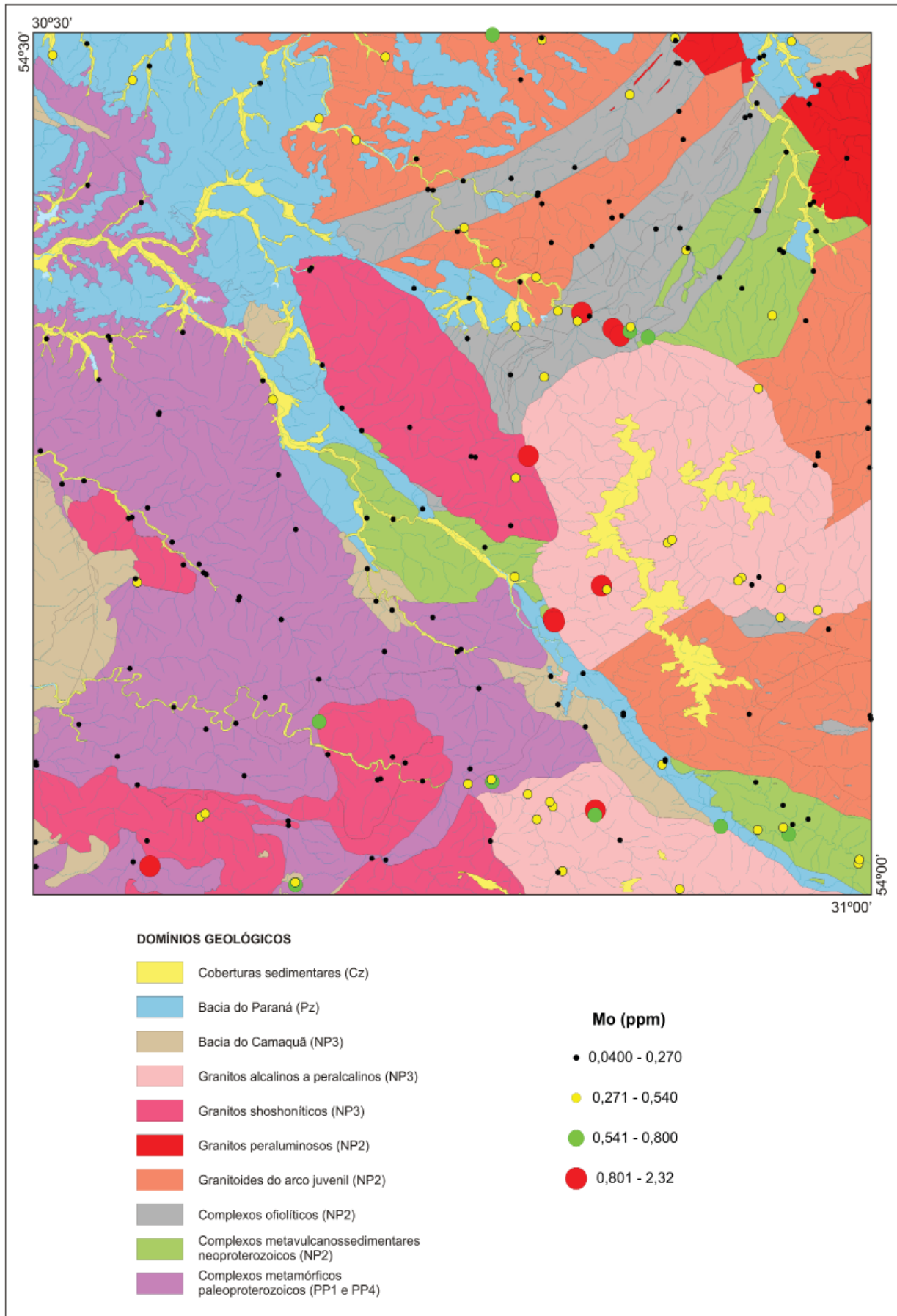


Figura 184 - Mo em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

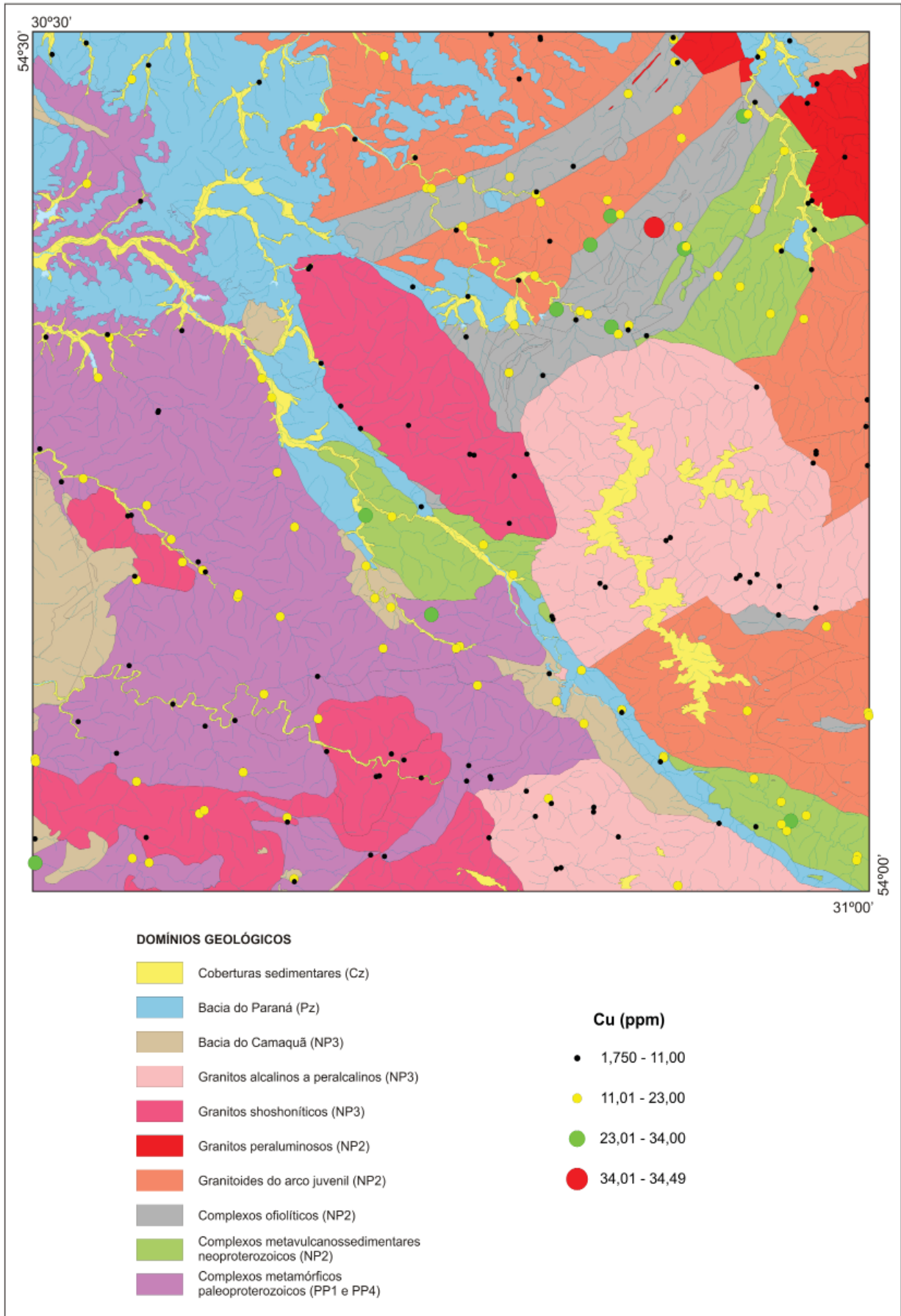


Figura 185 - Cu em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

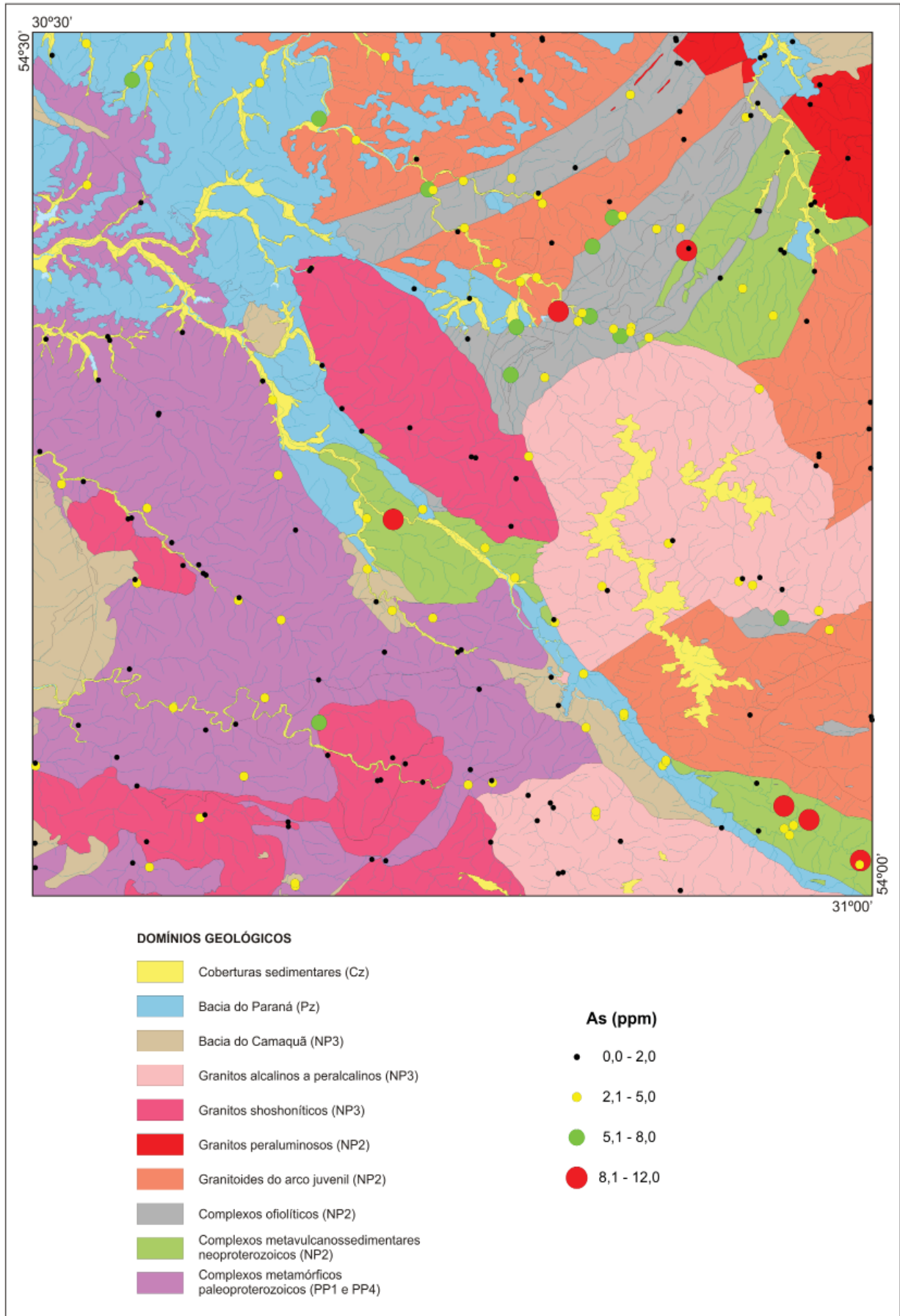


Figura 186 - As em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

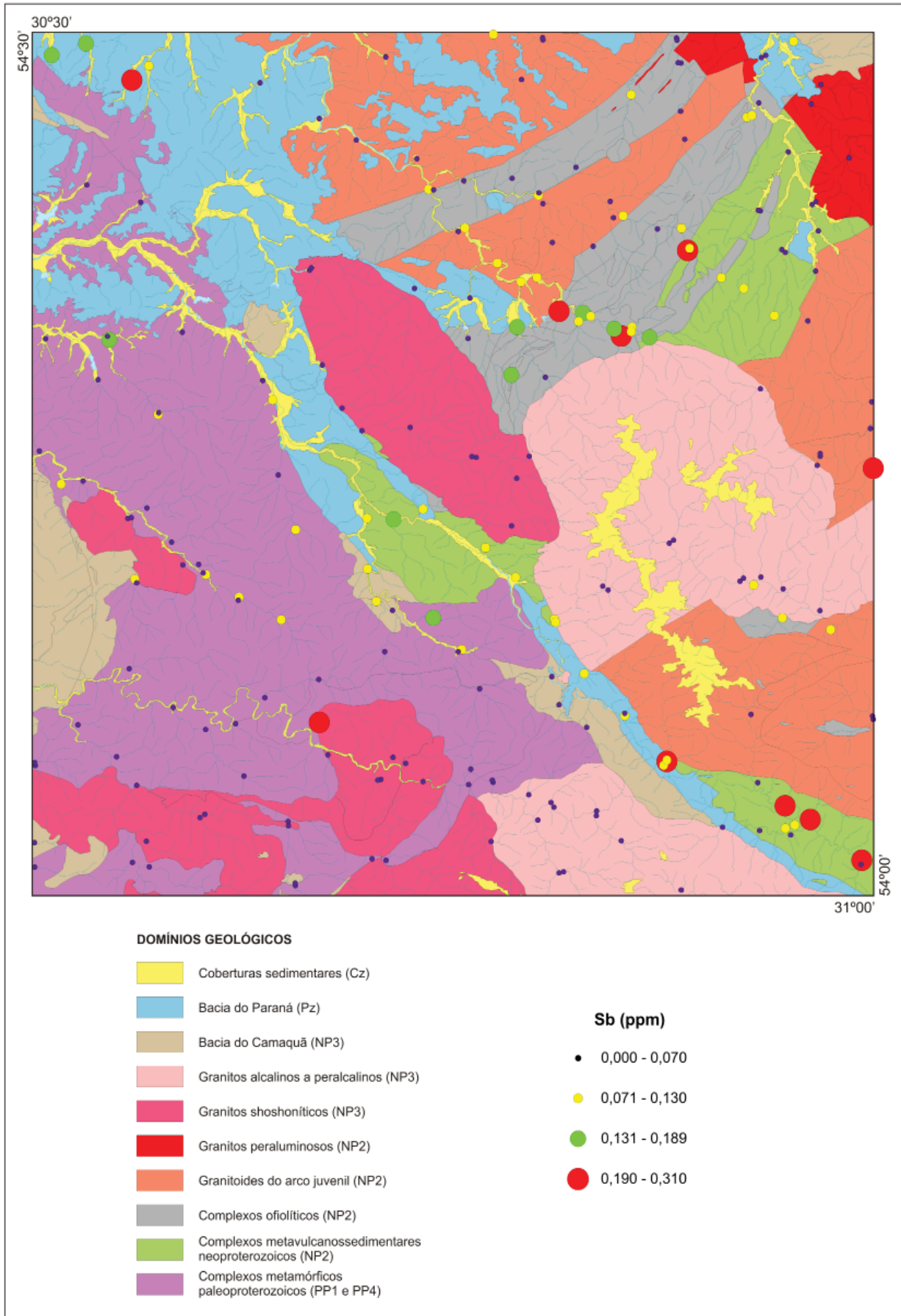


Figura 187 - Sb em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

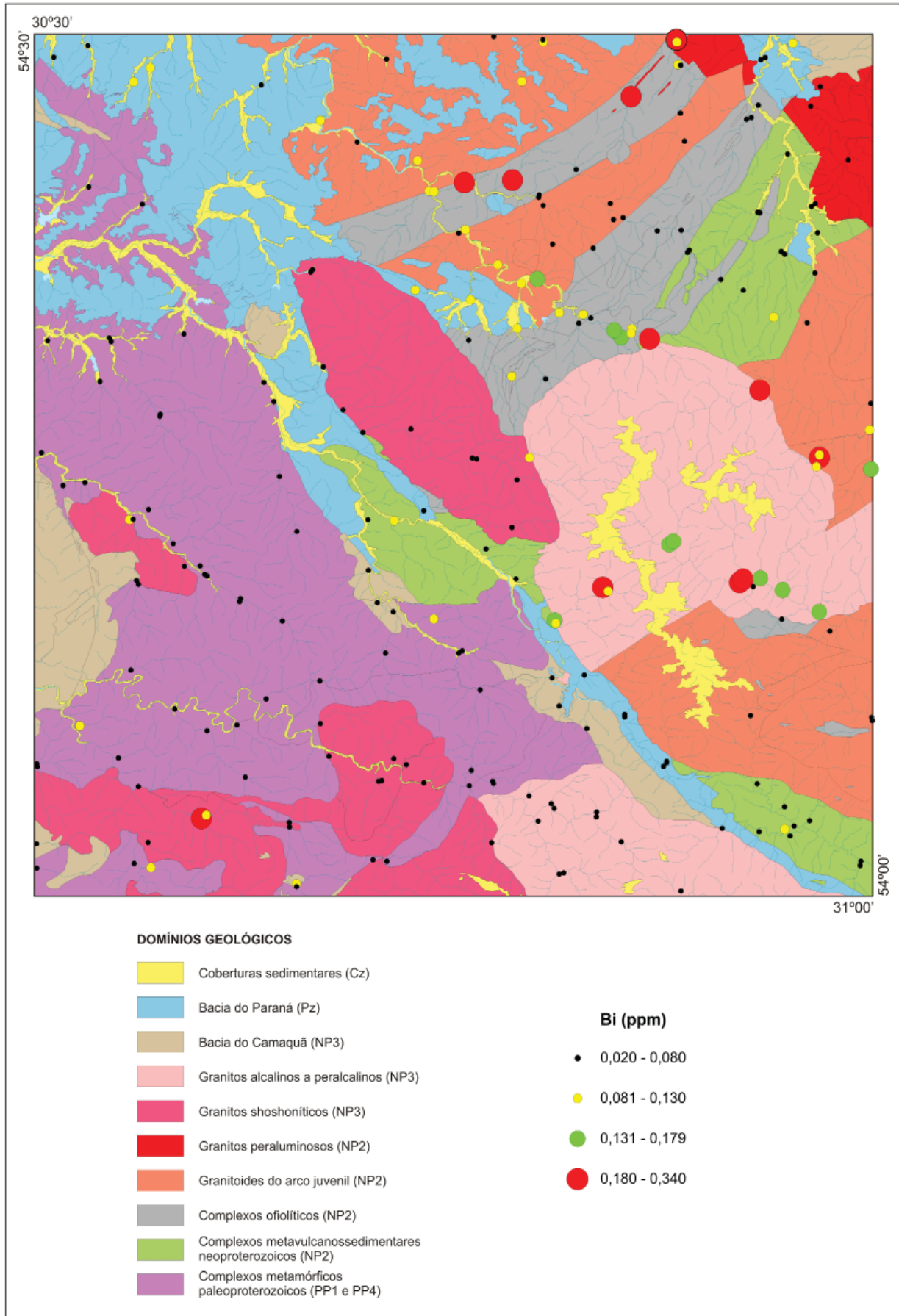


Figura 188 - Bi em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

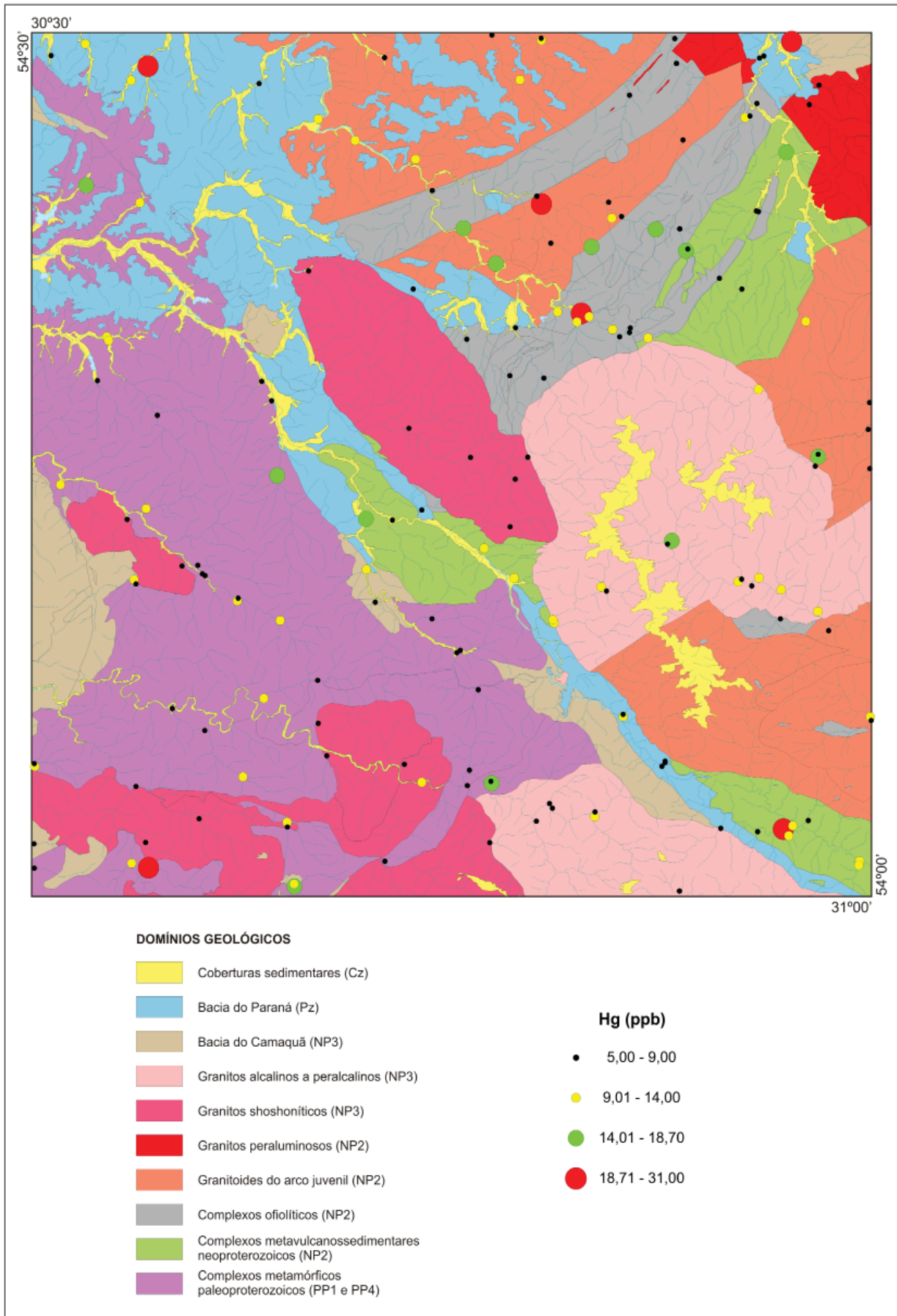


Figura 189 - Hg em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

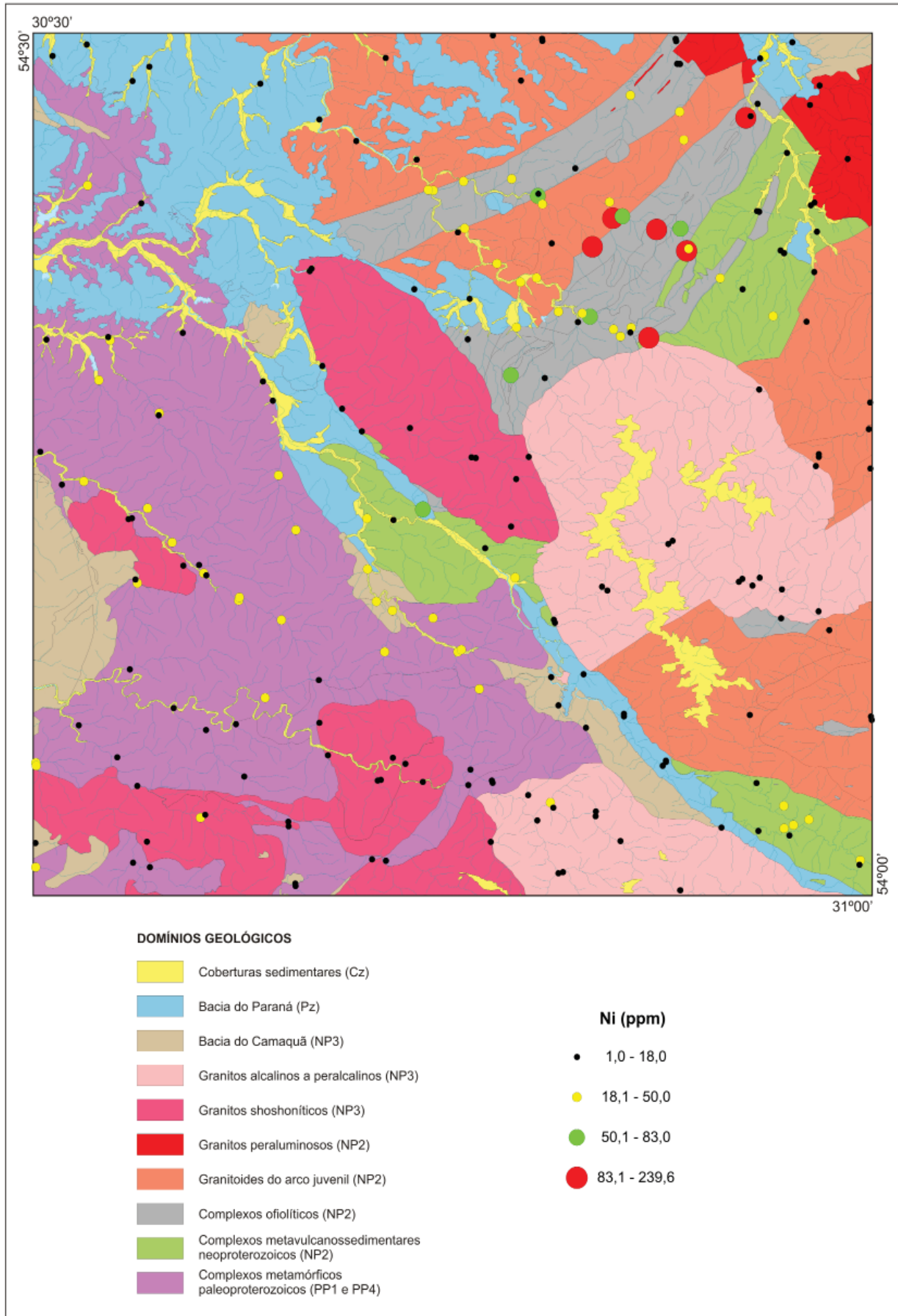


Figura 190 - Ni em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

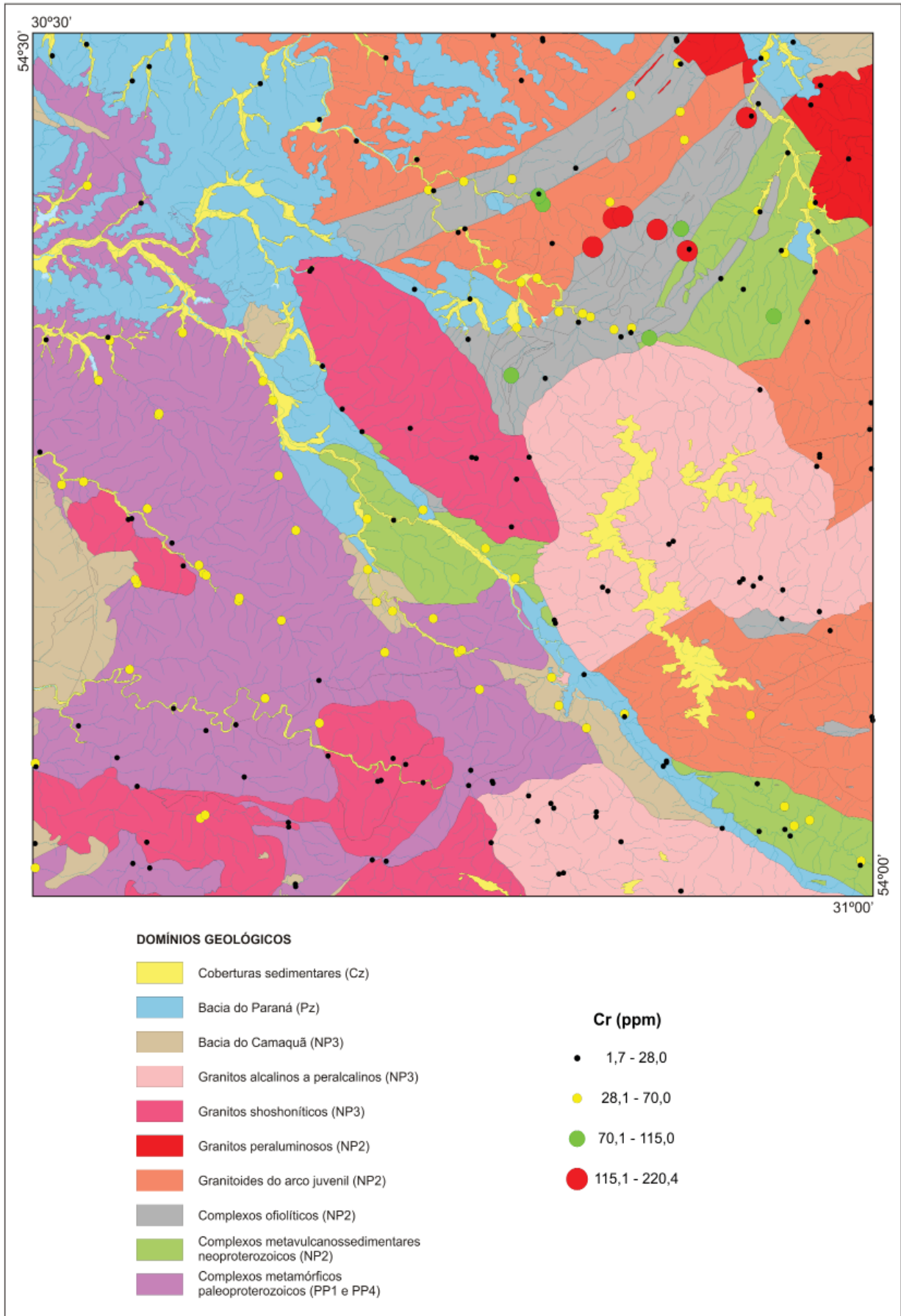


Figura 191 - Cr em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

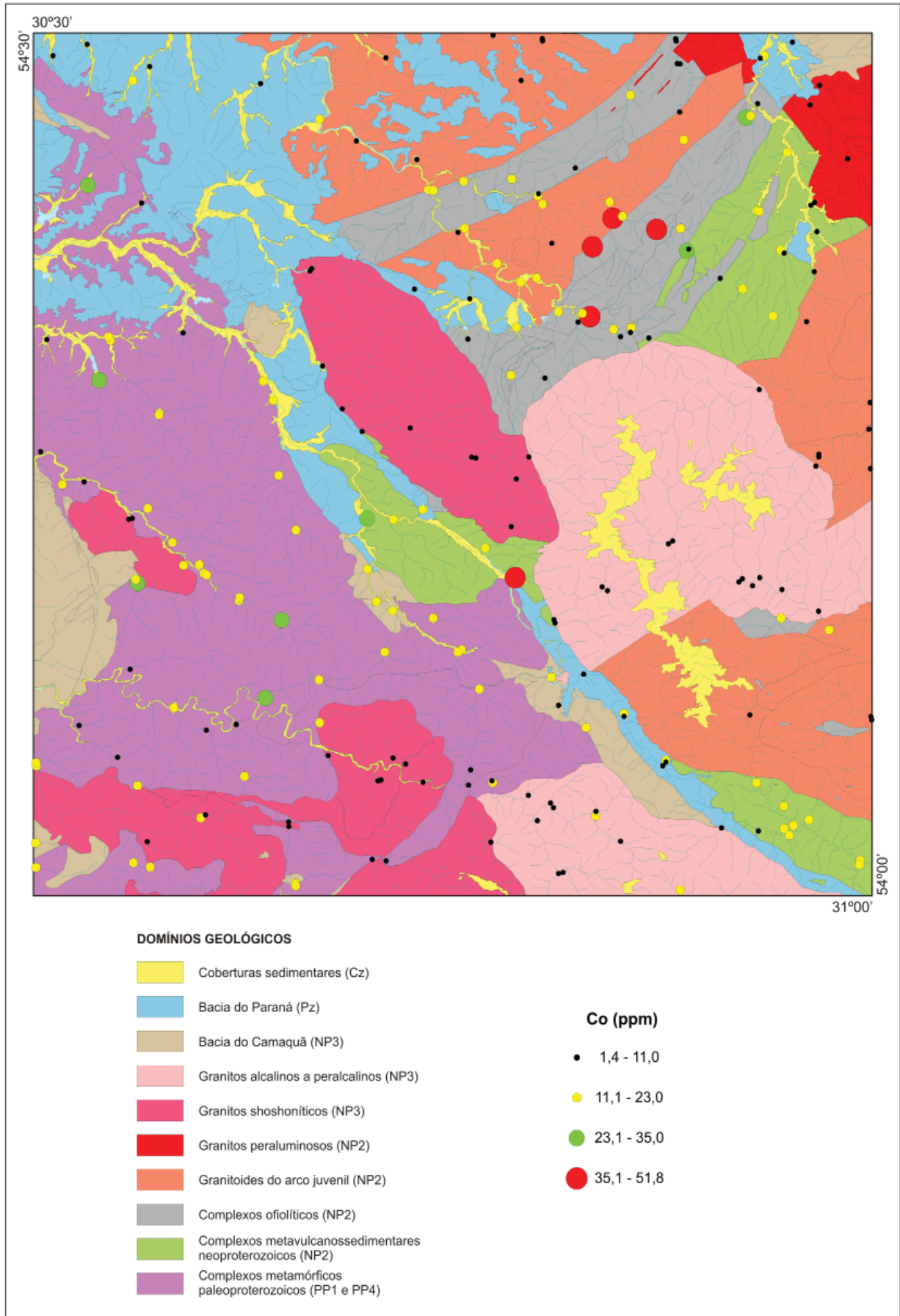


Figura 192 - Co em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

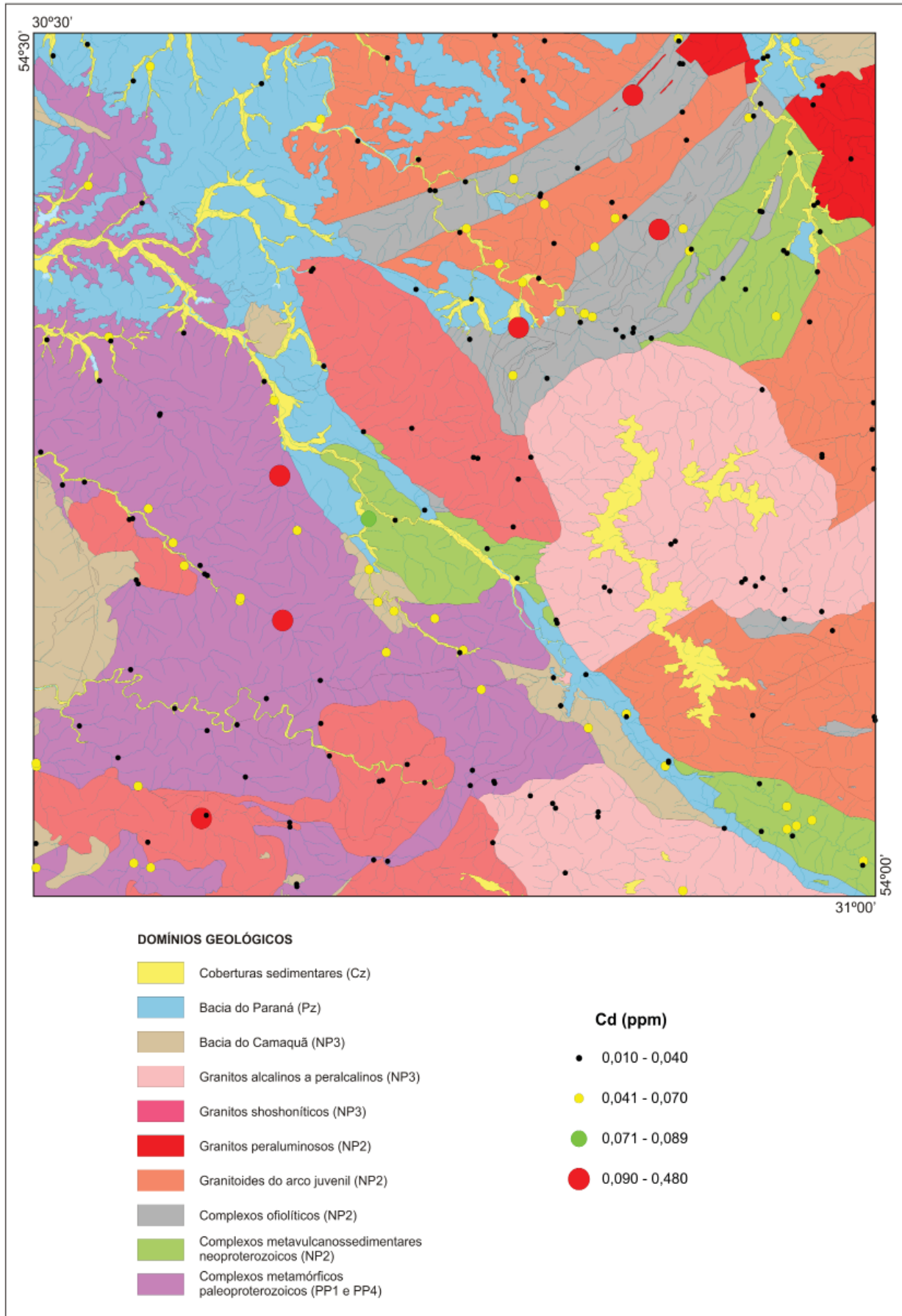


Figura 193 - Cd em sedimentos de corrente na Folha Lagoa da Meia Lua.

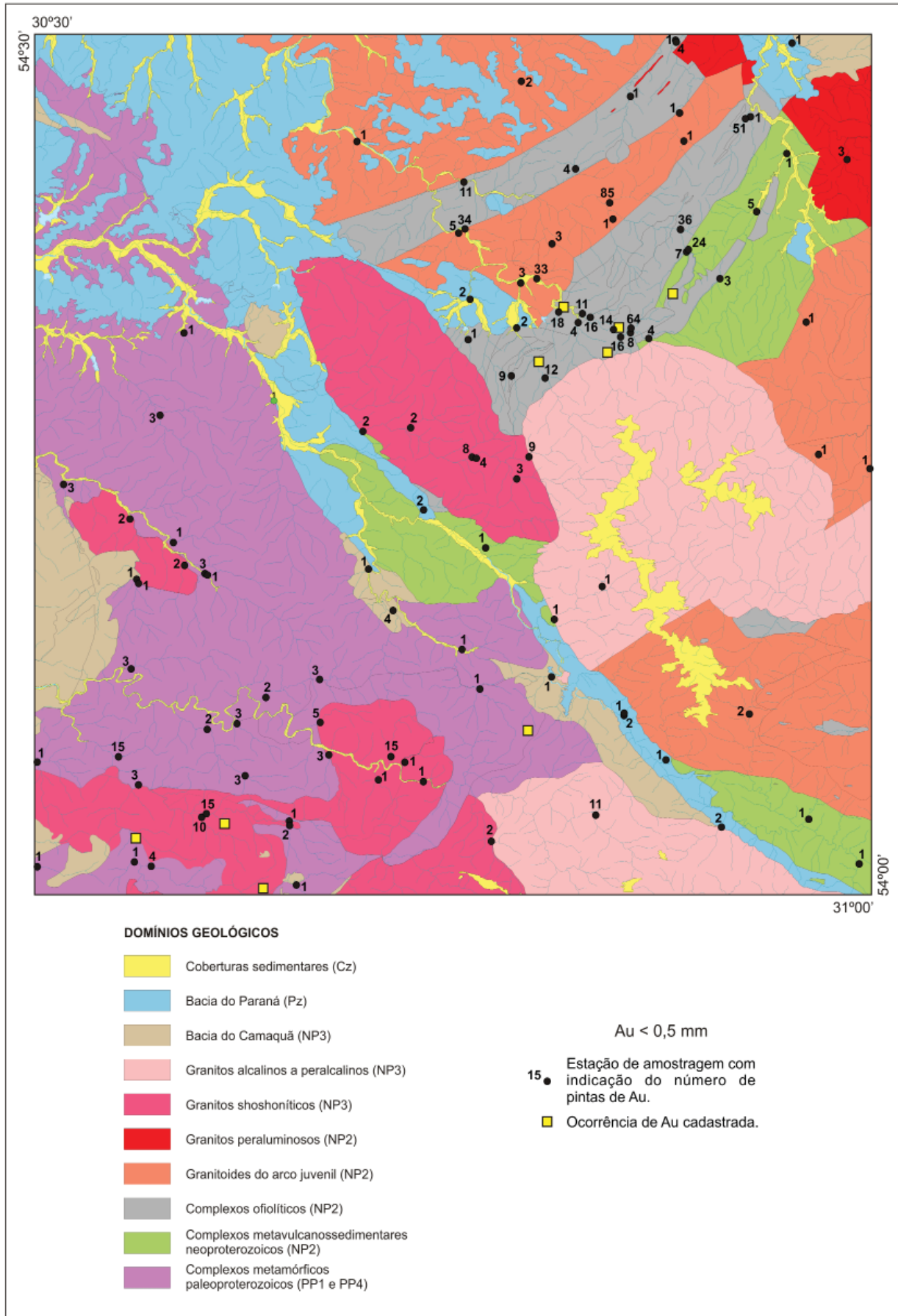


Figura 194 - Pintas de ouro em concentrados de minerais pesados na faixa granulométrica < 0,5 mm.

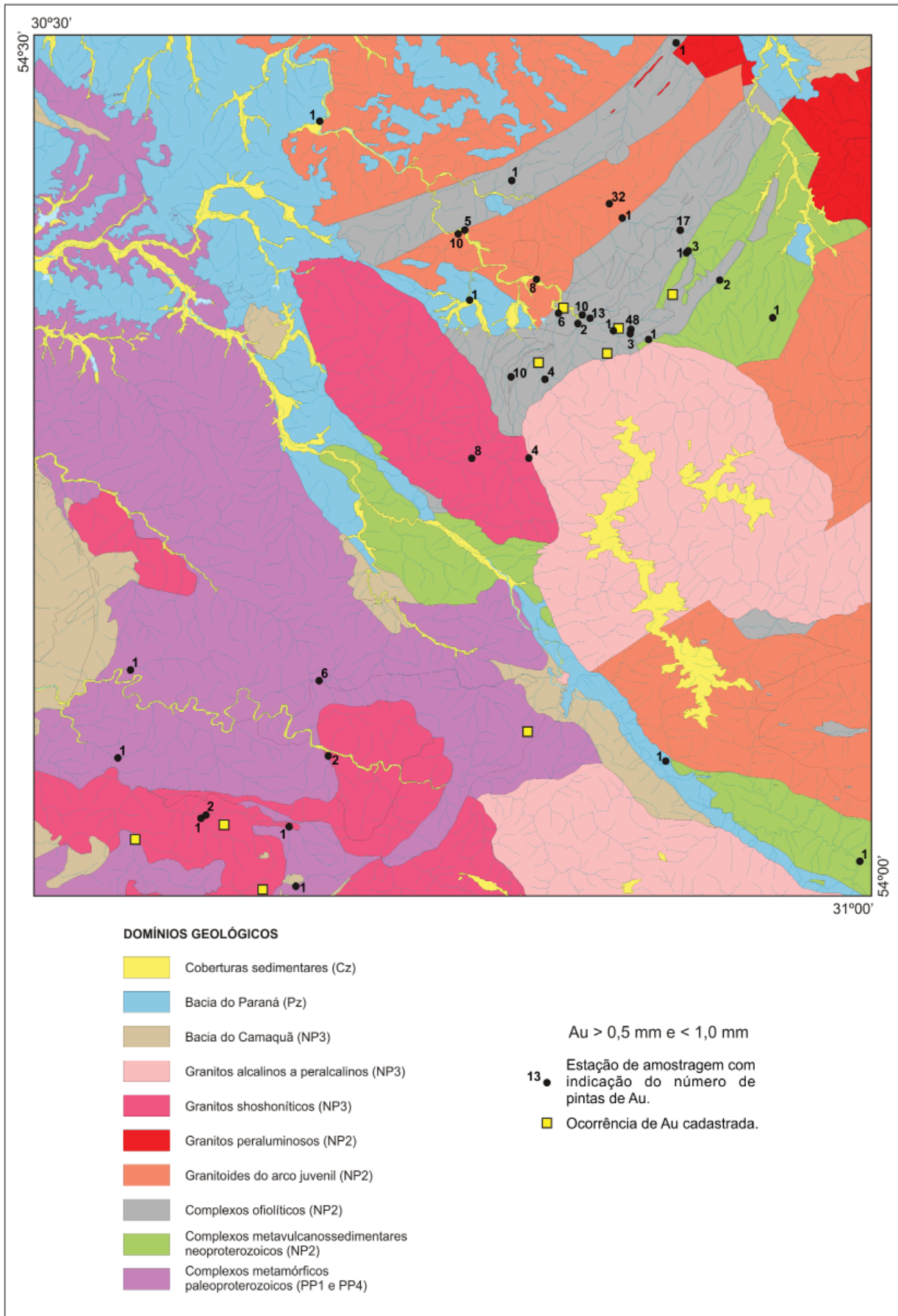


Figura 195 - Pintas de ouro em concentrados de minerais pesados na faixa granulométrica entre 0,5 e 1,0 mm.

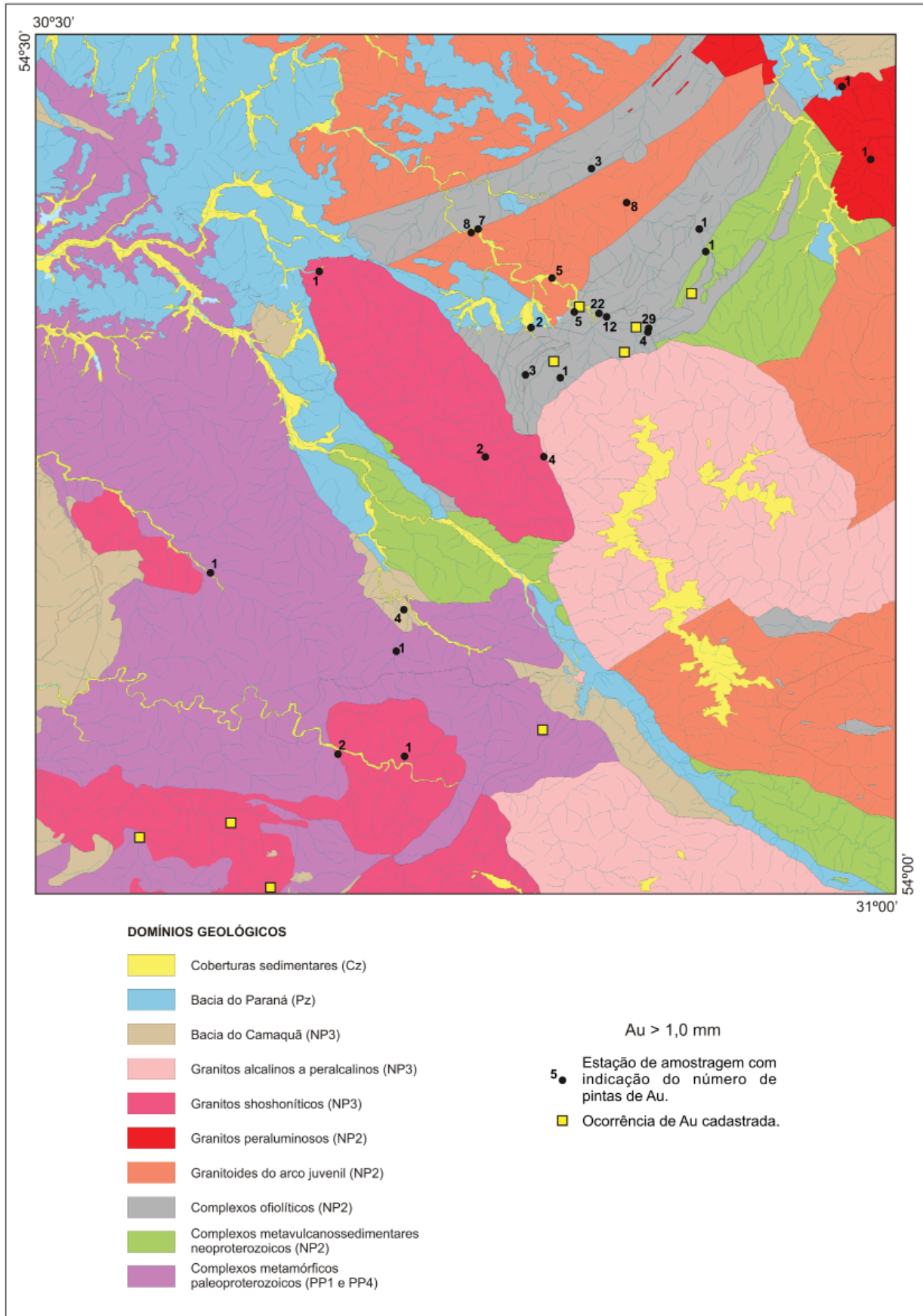


Figura 196 - Pintas de ouro em concentrados de minerais pesados na faixa granulométrica >1,0 mm.

16- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

16.1. Conclusões

Na área estudada foram reconhecidas duas divisões tectono-estratigráficas do Escudo Sul-Rio-Grandense, os terrenos Taquarembó e São Gabriel.

Foram definidas duas unidades Paleoproterozóicas, o Complexo Granulítico Santa Maria Chico, com idades entre *ca.* 2,2 e 2,4 Ga e *ca.* 2,0 de metamorfismo, e o Complexo Metamórfico Cerro Batovi com *ca.* 1,7 Ga. As unidades presentes no Arco de São Gabriel, Neoproterozoico, são divididas em gnaisses de raiz de arco, complexo ofiolíticos e sequências vulcanossedimentares. No final do arco ocorrem granitos chamados de sin-tectônicos, e aqui identificados como peraluminosos, mas com um contexto não completamente identificado. Sobre estas unidades intrudem duas gerações de granitos classificados geoquimicamente de shoshoníticos e alcalinos a peralcalinos. Estas duas gerações de granitos são contemporâneas e muitas vezes cogenéticas com o vulcanismo associado com a formação da Bacia do Camaquã. Os sedimentos da Bacia do Camaquã estão restrito à calha da zona de cisalhamento Ibaré, no âmbito Grupo Maricá, Formação São Rafael, com vulcanismo das formações Hilário, shoshonítica, e Acampamento Velho, Alcalina a peralcalina, associado. Este vulcanismo pode ocorrer na forma de dique ou como derrames e vulcanismo subaéreo em duas localidades principais: os platôs do Taquarembó e Ramada. Sedimentos da Bacia do Paraná, Formações Taciba e Rio Bonito, podem recobrir todas as unidades, mas estão preservados em maior espessura na calha da zona de cisalhamento Ibaré. Sedimentos cenozoicos ocorrem sobre zonas graníticas, Formação Santa Tecla, e ao longo dos cursos d'água.

O Complexo Metamórfico Santa Maria Chico foi dividido em três unidades, de acordo com o tipo de rocha predominante: Unidade Ortoderivada Máfica, Unidade Ortoderivada Granítica, Unidade Paraderivada, sendo o complexo caracterizado como uma sequência bimodal, com dados geoquímicos indicando um arco de ilhas e dados isotópicos marcando uma assinatura juvenil. O metamorfismo, que afetou o complexo, varia de granulito a anfíbolito, com pressões da ordem de 10kb e temperaturas entre 800 - 850oC. As rochas mais velhas encontradas no complexo são de idade de 2413±13 Ma, indicando que o complexo é do Paleoproterozoico, do Sideriano, com heranças arqueanas e metamorfismo no intervalo entre 2,0 e 2,1 Ga.

O Complexo Metamórfico Cerro do Batovi mostra características geofísicas diferentes das outras

unidades que a cercam, indicando a possibilidade de pertencer a um Terreno diferente. Era anteriormente colocado, o Terreno São Gabriel. A idade encontrada 1764±33 Ma, determina um evento que até o momento não havia sido encontrado em uma rocha, no Rio Grande do Sul, apenas como idade de zircão em sedimento (proveniência).

Os gnaisses que formam o terreno TTG de raiz do arco, além das características já conhecidas entre as duas regiões do arco, como idade e estruturação; as características geoquímicas também mostram uma diferença. Enquanto que na região ao sul do Granito Jaguari as rochas apresentam uma assinatura com fonte MORB, as rochas da região da Vila Nova - Palma, mostram-se mais evoluídas com uma fonte OIB. As idades, até agora encontradas, mostram um padrão mais homogêneo na região ao sul do Granito Jaguari, talvez pelo pouco número de dados, enquanto que na região a norte há uma idade bem marcante, na Folha Lagoa da Meia Lua, por volta 720 Ma e uma amostra de um gabro com características pós-tectônicas de *ca.* 690 Ma. Este padrão de idades são um pouco conflitantes com os presentes, ou com as idades até agora encontradas, na região de Vila Nova do Sul. Nesta região há a presença de três intervalos de idades, *ca.* 740-720 Ma (Gnaisses Vila Nova), *ca.* 705-695 Ma (Suíte Lagoa da Meia Lua) e o último ao redor de *ca.* 680 Ma (Suíte Sanga do Jobim). Enquanto que a Suíte Lagoa da Meia Lua apresenta rochas no intervalo de idades de *ca.* 705-695 Ma, na região de Vila Nova do Sul, apresenta idades ao redor de *ca.* 720 Ma da Folha Lagoa da Meia Lua, local onde foi inicialmente definida a unidade.

Para as rochas máfico-ultramáficas, identificadas como ofiolitos desmembrados, os dados geoquímicos apresentados indicam um ambiente de arco de ilhas como o mais indicado para as rochas destas áreas, com características geoquímicas variando de toleitos a cálcico-alcalinas.

As associações vulcanossedimentares do arco apresentam características geoquímicas, dos sedimentos analisados, indicativas de uma fonte de rochas formadas em ambiente de arcos vulcânicos, com características cálcico-alcalinas, principalmente das formações Pontas do Salso e Ibaré. As idades encontradas na literatura apontam para uma idade entre 740-760 Ma para a Formação Pontas do Salso e *ca.* 735 Ma para a Formação Ibaré. Cabe resaltar que o Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro, deste trabalho, engloba as unidades Arroio da Porteira e Marmeleiro dos trabalhos anteriores.

Na Folha Lagoa da Meia Lua a granitogênese foi separada em três tipos: Granitos Peraluminosos e correlacionados; Granitos Shoshoníticos; Granitos Alcalinos a Peralcalinos, com idades ao redor de 697 Ma, 600-580 Ma e 570-540 Ma respectivamente. Os granitos separados como peraluminosos petrograficamente, apresentam esta características em diagramas geoquímicos. Uma idade nova foi feita para a Suíte Vauthier, que apresenta idade U-Pb de 597 ± 6 Ma e herança paleoproterozoica.

Pouco é possível acrescentar sobre as rochas vulcânicas da Bacia do Camaquã, devido, a complexidade na identificação e separação das mesmas no campo, do grande número de trabalhos de detalhe já alcançados, no entanto os dados coletados poderão contribuir para o aprimoramento desta unidade. Os dados na literatura, juntamente com os dados apresentados, mostram dois vulcanismos distintos, um com características shoshoníticas e outro alcalino, com idades variando de *ca.* 600 a 590 Ma e outro entre *ca.* 570 e 540 Ma.

A prospecção geoquímica regional, através da amostragem de sedimentos ativos de corrente e concentrados de bateia, revelou a presença de zonas anômalas e destaques mineralógicos para

Au, Cu, Ni e P. Principalmente em duas regiões, uma já bem conhecida, na região da Vila da Palma, e outra muito pouco trabalhada, região do Vauthier.

16.2. Recomendações

Para a evolução do conhecimento geológico e da evolução tectônica, os resultados da integração efetuada indicam a necessidade, entre outros, dos seguintes estudos adicionais, a serem desenvolvidos em associação com centros de pesquisa universitários e/ou com outros órgãos governamentais:

1) Caracterização e detalhamento do magmatismo vulcano-plutônico da região do Vauthier, bem com as mineralizações associadas.

2) Detalhamento com análise estrutural, caracterização geoquímica, geocronologia e geoquímica isotópica da região da Vila da Palma, devida a complexidade e variedade de litótipos que não podem ser abrangidos num mapeamento em escala 1:100.000, o que possibilitaria a exploração desta área com grande potencial econômico.

3) Detalhamento isotópico do Complexo Metamórfico Cerro Batovi, para confirmar a idade encontrada.

17- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIA METAIS. **Três Estradas Phosphate Project**. Aguiá Resources Limited. Excellent Metallurgical results from initial test work. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <www.minormetals.com/content/corporatenews/agr.pdf>. Acesso em: 20 jun 2012.
- AGUIA METAIS. **Três Estradas Phosphate Project**. Aguiá Resources Limited. Announcement to the Australian Securities Exchange. Belo Horizonte, 2012. Disponível em:< www.infomine.com/index/pr/PB204150.pdf>. Acesso em: 20 jun 2012.
- ALMEIDA, D. del P. M. de; CHEMALE JÚNIOR., F.; MACHADO, A. Late to pos-orogenic Brasileiro-Pan-African volcano-sedimentary basins in the Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil . In: AL-JUBOURY, A. I. (Ed.). **Petrology: new perspectives and applications**. Rijeka, Croatia: Intech, 2012. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/petrology-new-perspectives-and-applications>>. Acesso em: 28 jun. 2012.
- 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. 29-46.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Boletim DGM**, Rio de Janeiro, n. 241, 1 v. 1967.
- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI Y.; BRITO-NEVES, B. B. de; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DA GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande, PB. **Atas...** Campina Grande, PB: SBG, 1977. p. 363-391.
- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y. (Coord.). **O pré-cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. 378 p.
- ARAÚJO, L. C. de. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação do Ministério da Agricultura, 1930. 100 p.
- BABINSKI, M.; CHEMALE JÚNIOR., F.; HARTMANN, L. A.; VAN SCHMUS, W. R.; SILVA, L. C. da. Juvenile accretion at 750-700 Ma in southern Brazil. **Geology**, v. 24, n. 5, p. 439-442, 1996.
- BACIA DO PARANÁ. [2011]. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Bacia_do_Paraná>. Acesso em: 05 maio 2011.
- BARROS, C. E. **Petrologia e litoquímica do monzogranito Santo Antônio, Dom Pedrito, RS**. 1992. 123 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.
- BARROS, C. E.; NARDI, L. V. S. O Maciço Granítico Santo Antônio, RS: magmatismo neoproterozóico de afinidade shoshonítica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.66, n.4, p.441-465, 1994.
- BATCHELOR, R. A.; BOWDEN, P. Petrogenic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. **Chemical Geology**, Amsterdam, v.48, p. 43-53, 1985.
- BECKEL, J. Evolução geotectônica da Bacia do Camaquã, RS: proposta de classificação dentro de um conceito mobilista. In: WORKSHOP SOBRE AS BACIAS MOLASSICAS BRASILIANAS, 1992, São Leopoldo, RS. **Boletim Especial: resumos expandidos...** São Leopoldo, RS: UNISINOS, 1992. 142 p. p. 1-05.
- BENTES, M.; DALEIRO, V.; COSTA, A. F. U.; GONÇALVES, G. N. D. **Projeto Geofísica Terrestre na Área de Lavras do Sul**: Relatório Final. Porto Alegre: DNPM/CPRM. 1977. 2v.
- BITTENCOURT, M. F. Metamorfitos da região de Caçapava do Sul, RS: geologia e relações com o corpo granítico. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., 1983, Porto Alegre. **Atas...** Porto Alegre: SBG, 1983. p. 37-49.
- BONGIOLO, E. M.; LAUX, J. H.; CHEMALE JÚNIOR.; F.; SANTOS, T. C. dos. Nova Idade da Formação Cambaí, Arco São Gabriel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2010, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 2010. 1 CD-ROM.
- BORBA, A. W. **Evolução geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico inferior do Escudo Sul-rio-grandense, RS, Brasil)**: uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica. 2006. 110 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- BRITO NEVES, B. B.; CORDANI, U. C. Tectonic evolution of South America during Late Proterozoic. **Pre-cambrian Research**, Amsterdam, v.53, n. 1, p.23-40, 1991.
- 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).
- CARVALHO, M. T. N.; PEREIRA, E. H. **Projeto Palma**: Relatório final de Pesquisa. Goiânia: Amazônia Mineração, 2004. 52 p.

- CARVALHO, P. F. de. Reconhecimento geológico do Estado do Rio Grande do Sul. **Boletim Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, Rio de Janeiro, n.66, 1932. 72 p.
- CASTRO, J. C. de. Estratigrafia de seqüências 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.
- CHEMALE JÚNIOR., F. **Geologia da Região de Palma, São Gabriel, Rio Grande do Sul**. 1982. 1 v. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1982.
- 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: UFRGS, 2000. p. 13-52.
- CHEMALE JÚNIOR., F.; HARTMANN, L. A.; SILVA L. C. da. Stratigraphy and Tectonism of the Precambrian to Early Paleozoic Units in Southern Brazil and Uruguay. Excursion Guidebook. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 42, n. 18, p. 5–117, 1995.
- CHEMALE JÚNIOR., F.; HARTMANN, L. A.; SILVA L. C. da. Stratigraphy and tectonism of the Brasiliano cycle in southern Brazil. *Communs. Geol. Survey Namibia*, Namibia, v. 10, p. 151-166, 1995.
- CHEMALE JÚNIOR., F.; HARTMANN, L. A.; BABINSKI, M.; WILDNER, W.; VAN SCHUMUS, W. R. Evolução Tectônica do Bloco São Gabriel, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Balneário Camboriú., **Boletim de Resumos Expandidos...** Balneário Camboriú: SBG, 1994. v.1, p. 232-233.
- CHEMALE JÚNIOR., F.; WILDNER, W.; LIMA, E. F.; VAN SCHUMUS, W. R. Isotopic studies of brasiliano retro-arc magmatism in southern Brazil. In: SIMPOSIO SOBRE VULCANISMO E AMBIENTES ASSOCIADOS, 1., 1999, Gramado. **Boletim de Resumos...** Gramado: UFRGS, 1999. p. 57.
- CORDANI, U. G.; HALPERN, M.; BERENHOLC, M. Comentários sobre as determinações geocronológicas da Folha Porto Alegre. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**: Folha Porto Alegre - SH-22 e Folha Lagoa Mirim - SI-22. Brasília, 1974. p. 70-77.
- COSTA, A. F. U. **Teste e modelagem geofísica da estruturação das associações litotectônicas pré-cambrianas no Escudo Sul-Rio-Grandense**. 1997. 291 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 1997.
- COSTA, A. F. U.; CALDASSO, A. L. S. Padrões do campo magnético aplicados a geologia estrutural na região de Pinheiro Machado, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: SBG, 1994. p. 31–32.
- COSTA, A. F. U.; RAMGRAB, G. E.; FERNANDES, L. A. D.; CAMOZZATO, E.; AZEVEDO, M. L.V. 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 (RS). **Boletim de Resumos Expandidos...** Porto Alegre: SBG/CPGq-UFRGS, 1995. p. 236-238.
- COX, K. G.; BELL, J. D.; PANKHURST, R. J. **The interpretation of igneous rocks**. London: Allen and Unwin, 1979. 450 p.
- DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília. **Anais...** Brasília: SBG, 1970. p.355-412.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANDCLAUDE, P.; MARCHAL, M. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses-ITS relationships with current nomenclature. **Chemical Geology**, Amsterdam, v.29, p. 183-210, 1980.
- FERNANDES, L. A. D.; MENEGAT, R.; COSTA, A. F. U.; PORCHER, C. C.; TOMMASI, A.; KRAEMER, G.; RAMGRAB, G. E.; CAMOZZATO, E. Evolução tectônica do Cinturão Dom Feliciano no Escudo Sul-Rio-Grandense: parte I – uma contribuição a partir do registro geológico. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.25, n.4, p.351-374, 1995.
- FERNANDES, L. A. D.; TOMMASI, A.; PORCHER, C. C.; KOESTER, E.; KRAEMER, G.; SCHERER, C. M. S.; MENEGAT, R. Granitóides Brasileiros precoces do Cinturão Dom Feliciano: caracterização geoquímica e discussão estratigráfica. **Pesquisas**, Porto Alegre, v.19, n.2, p. 195-215, 1992a.
- FERNANDES, L. A. D.; TOMMASI, A.; PORCHER, C. C. Deformation patterns in the southern Brazilian branch of the Dom Feliciano Belt: a reapraisal. **Journal of South America Earth Sciences**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 77-96, 1992b.
- FORMOSO, M. L. L.; WILLIG, C. D. A discordância Palermo-Santa Tecla. **Notas e Estudos**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 83-91, 1966.
- FRAGOSO-CÉSAR, A. R. S.; PAES-DE-ALMEIDA, R.; FAMBRINI, G. L.; PELOSI, A. P. M. R.; JANIKIAN, L. A. Bacia Camaquã: um sistema intracontinental anorogênico de rifts do Neoproterozóico III - Eopaleozóico no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO SOBRE A ES-

- TRATIGRAFIA DO RS: Escudos e Bacias, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG/UFRGS/UNISINOS/ABC/CPRM, 2003. p.139-144.
- FRAGOSO-CÉSAR, A. R. S. **Tectônica de placas no ciclo brasileiro**: as orogenias dos Cinturões Dom Feliciano e Ribeira no Rio Grande do Sul. 1991. 367 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- FRAGOSO-CÉSAR, 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-CÉSAR, A. R. S.; FACCINI, U. F.; PAIM, P. S. G.; LAVINA, E. L.; FLORES, J. A. A. 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. p. 477-491.
- FRAGOSO-CÉSAR, 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-CÉSAR, 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.
- FRAGOSO-CÉSAR, A. R. S.; FIGUEIREDO, M. C. H.; SOLIANI JÚNIOR., E.; FACCINI, U. F. O Batólito de Pelotas (Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico) no Escudo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBG, v.3, p.1322-1343, 1986.
- 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**, Rio de Janeiro, 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.
- GARAVAGLIA, L.; BITENCOURT, M. F.; NARDI, L. V. S. Cumulatic diorites related to post-collisionsl, Brazilian/Pan-African mafic magmatism in the Vila Nova Belt, southern Brazil. **Gondwana Research**, v.5, n.2, p. 519-534, 2002.
- GARAVAGLIA, L.; KOESTER, E.; BITENCOURT, M. F.; NARDI, L. V. S. Isotopic signature of late-magmatic arc post-collisional magmatism in the Vila Nova Belt, Southern Brazil. In: SIMPOSIO SUDAMERICANO DE GEOLOGIA ISOTOPICA, 3., 2006, Punta del Este, Uruguay. **Atas...** Punta del Este, 2006. 1 CD-ROM.
- GARCIA, M. A. M. **Petrologia do Complexo Palma, Rio Grande do Sul**. 1980. 133 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.
- GARCIA, M. A. M.; HARTMANN, L. A. Petrologia do Complexo Palma - RS. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.5, n.9, p. 51-122, 1981.
- GASTAL, M. C. P.; LAFON, J. M. Gênese e evolução dos granitóides metaluminosos de afinidade alcalina da porção oeste do Escudo sul-riograndense: geoquímica e isótopos de Rb-Sr e Pb-Pb. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n. 1, p.11-28, 1998.
- GASTAL, M. do C. P.; LAFON, J.M.; HARTMANN, L. A.; KOESTER, E. Sm-Nd isotopic investigation of Neoproterozoic and Cretaceous igneous rocks from southern Brazil: a study of magmatic processes. **Lithos**, v.82, p. 345-377, 2005.
- GASTAL, M. do C. P.; LAFON, J. M.; HARTMANN, L. A.; KOESTER, E. Sm-Nd isotopic compositions as a proxy for magmatic processes during the Neoproterozoic of the southern Brazilian shield. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v.18, p. 255-276, 2005.
- GASTAL, M. C. P.; NARDI, L. V. S. Petrogênese e evolução do Granito Jaguari: um típico representante metaluminoso da Suíte Intrusiva Alcalina Saibro, RS. **Geochimica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 6, n.2, p. 169-190, 1992.
- GEPOTINGA. Limites geográficos da Bacia do Paraná, América do Sul (01 fev. 2008). Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:South_America_satellite_plane_Bacia_do_Parana.jpg>. Acesso em 05 maio 2011.
- GOÑI, J. C. Origine des roches ultrabasiqes et serpentineuses du précambrian de Rio Grande do Sul (Brésil): mode de gisement et mineralizations. **Boletim da Escola de Geologia da URGs**, Porto Alegre, n.12, p.1-89, 1962.
- GOÑI, J. C.; GOSO, H.; ISSLER, R. S. Estratigrafia e geologia econômica do pré-cambriano e eopaleozóico uruguaio e sul-riograndense. **Avulso da Escola de**

- Geologia da Universidade do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n.3, 1962. 105 p.
- GÓES, M. de C. **Vila do Ibaré (distrito de Lavras), a 375 km de Porto Alegre e a 50 km de Lavras**. [2009?]. 1 fotografia. Color. Disponível em: <<http://panoramalavrense.wordpress.com/2009/09/18/geografia-e-historia-tomo-i-capitulo-i/>>. Acesso em: 30 maio 2012.
- GORDON JÚNIOR., M. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Notas Preliminares e Estudos**, DNPM, Rio de Janeiro, n. 38 20 p. 1947.
- GREEN, T. H.; RINGWOOD, A. E. Genesis of calc-alkaline igneous rock suite. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 18, p. 18-21. 1968.
- GRESSE, P.; CHEMALE JÚNIOR., F.; SILVA, L.; WALRAVEN, F.; HARTMANN, L. Late- to postorogenic basins of the Pan-African- Brasileiro collision orogen in southern Africa and southern Brazil. **Basin Research**, v.8, p.157-171, 1996.
- HARALYI, N. L. E.; HASUI, Y. The gravimetric information and the Archean-Proterozoic structural framework of eastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 12, p.160-166, 1982.
- HARTMANN, L. A. Parâmetros geotectônicos no modelamento estratigráfico do escudo Sul-riograndense. In: ENCONTRO SOBRE A ESTRATIGRAFIA DO RIO GRANDE DO SUL : Escudo e Bacias, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG; UFRGS; UNISINOS; ABC; CPRM, 2003. p. 66-70.
- HARTMANN, L. A. Geoquímica de terras raras e geotermobarometria de granulitos de Dom Pedrito e Luís Alves, no extremo sul do Brasil. **Geochimica Brasileira**, v. 2, p. 1-14. 1988.
- 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. Isócrona Sm-Nd de 2,1Ga em minerais de duas amostras do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 1., 1987, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBGq, 1987. v.1, p.105-111.
- HARTMANN, L. A. Condições do metamorfismo do Complexo Granulítico Santa Maria Chico, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 107-113, 1991.
- HARTMANN, L. A. The Mesoproterozoic supercontinent Atlantica in the Brazilian shield-review of geological and U-Pb zircon and Sm-Nd isotopic evidence. **Gondwana Research**, v.5, n. 1, p. 157-163, 2002.
- HARTMANN, L. A.; CHEMALE JÚNIOR, F.; PHILIPP, R. P. Evolução geotectônica do Rio Grande do Sul no Pré-Cambriano. In: IANNUZZI, R.; FRANTZ, J. C. **50 Anos de Geologia**. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 97-123.
- HARTMANN, L. A.; LOPES, A. P.; WANG, Y.; LIU, D.; VASCONCELLOS, M. A. Z. Oceanic plateau accretion at 705 Ma in the southern Brazilian shield. In: SOUTH AMERICA SYMPOSIUM ON ISOTOPIC GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. **Atas...** Salvador: SBPM, 2003. p.178-181.
- HARTMANN, L. A.; NARDI, L. V. S. Os Granitos Santo Afonso, Saibro e Vauthier da região de Arroio Santa Maria Chico, Dom Pedrito, RS: geologia, petrografia e química dos elementos maiores com interpretação geotectônica. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v.16, n.12, p. 153-178, 1982.
- HARTMANN, L. A.; LEITE, J. A. D.; McNAUGHTON, N. J.; SANTOS, J. O. S. Deepest exposed crust of Brazil – SHRIMP establishes three events. **Geology**, v. 27, p. 947–950. 1999.
- HARTMANN, L. A.; LEITE, J. A. D.; SILVA, L. C. da; REMUS, M. V. D.; McNAUGHTON, N. J.; GROVES, D. I.; FLETCHER, I. R.; SANTOS, J. O. S.; VASCONCELLOS, M. A. Z. Advances in SHRIMP geochronology and their impact on understanding the tectonic and metallogenic evolution of southern Brazil. **Australian Journal of Earth Science**, v. 47, p. 829-844, 2000.
- HARTMANN, L. A.; WANG, Y.; MASSONE, H-J.; SANTOS, J.O.S. 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**, v. 80, n. 3; p.543-551. 2008
- HARTMANN, L. A.; PHILIPP, R. P.; SANTOS, J.O.S.; McNAUGHTON, N. J. Time frame of 753-680 Ma juvenile accretion during the São Gabriel orogeny, southern Brazilian Shield. **Gondwana Research**, v.19, p. 84-99, 2011.
- HARTNADY, C.; JOUBERT, P.; STOWE, C. Proterozoic crustal evolution in southwestern Africa. **Episodes**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 236-244, 1985.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. The Ribeira Folded Belt. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.5, p. 257-266, 1975.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M.; SILVA, L. C.; TROUW R. A. J.; JANASI, V. C. A Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (Ed.) **O desvendar de um continente: a moderna geologia da América do Sul e o legado da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 203-234.

- HORBACH, R.; KUCK, L.; MARIMON, R. G.; MOREIRA, H. L.; FUCK, G. F.; MOREIRA, M. L. O.; MARIMON, M. P. C.; PIRES, J. de L.; VIVIAN, O.; MARINHO, D. de A.; TEIXEIRA, W. Geologia. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986. p. 29-297. v.33. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).
- IGLESIAS, C. M da F. **Análise integrada de dados geológicos e estruturais para a prospecção de ouro na região de Torquato Severo (RS)**. 2000. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- IGLESIAS, C. M. da F.; MACEDO, D.; CHIARELLI, F. **Projeto Folha Lavras do Sul: Geologia da Faixa IV**. Porto Alegre, 1980. 290 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1980.
- IRVINE, T. N.; BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Ontario, v. 8, p. 523-548, 1971.
- 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 ofilitos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. **Anais...** SBG, 1982. v.1. p. 24-38.
- ISSLER, R. S. Evolução crustal da faixa Arco-Fossa Tijuca e Faixa magmática Pedras Grandes: Cráton Dom Feliciano. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., 1983, Porto Alegre. **Atas...** Porto Alegre: SBG, 1983. p. 19-36.
- JENSEN, L. S. A new cation plot for classifying sub-alkalic volcanic rocks. **Ontario Div. Mines Misc.** Pap. 66, 1976.
- JOST, H. Complexos básicos e ultrabásicos do Alto do Rio Vacacaí, São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. **Notas e Estudos da Escola de Geologia da UFRGS**, Porto Alegre, v.1-2, p. 55-61, 1966.
- JOST, H. Esboço Geológico da Folha "Cabeceiras do Rio Vacacaí", São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. **Bol. Esc. Geol. UFRGS**, Porto Alegre, v. 16, p. 1-47, 1970.
- JOST, H. **Geology and metallogeny of the Santana da Boa Vista Region, Southern Brazil**. 1981. 208 p. Tese (Doutorado) - University of Georgia, Athens, GA, 1981.
- JOST, H.; HARTMANN, L. A. Província Mantiqueira: setor meridional. In: ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. (Coord.). **O Pré-Cambriano no Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. p. 345-367.
- JOST, H.; PINTO, J. F. **A Geologia regional de Suspiro – Cerro do Batovi e arredores: condicionamento geológico e significado econômico dos recursos regionais de carvão mineral**. Porto Alegre: Departamento Autônomo do Carvão Mineral – DACM, 1967.
- JOST, H.; VILLWOCK, J. A. Contribuição à estratigrafia do Pré-Cambriano do Rio Grande do Sul. **Notas e Estudos da Escola de Geologia UFRGS**, Porto Alegre, v.1, p. 13-26, 1966.
- JUSTOS, J. de O.; MACHADO, M. L. de A.; FRANCO, M. do S. Geomorfologia. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Levantamento de Recursos Naturais. **Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21-Uruguaiana e SI. 22-Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986. p. 313-404. v. 33.
- KER, J. C.; ALMEIDA, J. A. de; FASOLO, P. J.; HOCHMÜLLER, D. P. Solos. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Levantamento de Recursos Naturais. **Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21-Uruguaiana e SI. 22-Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986. p. 405-540. v.33.
- KERSTING, T. M. **Caracterização das assembléias minerais de alteração hidrotermal na Região entre Ibaré e Torquato Severo, RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 64p. (Monografia de Conclusão de Curso de Geologia)
- KNIJNIK, P. R.; POZZA, E. V. **Geologia da Área Bagé – São Gabriel, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 1971. 93p.
- KOPPE, J. C. **Metalogênese do ouro da mina da Bossoroca, São Sepé, RS**. 1990. 289 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, 1990.
- KOPPE, J. C.; HARTMANN, L. A.; LISBOA, P. F. C.; MONTEIRO, R. N. Aspectos geológicos e estratigráficos do Complexo Bossoroca, São Sepé, RS. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2., Florianópolis, 1985. **Anais...** Florianópolis: SBG, 1985. p. 32-36.
- KRAEMER, G. **Evolução magmática e tectônica da suíte ortometamórfica Imbicuí, região de Lavras do Sul, RS**. 1995. 99 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- KUNO, H. Differentiation of basalt magmas. In: HESS, H. H.; POLDERVAART, A. (Ed.) **Basalts: the poldervert treatise on rocks of basaltic composition**. New York: Wiley Interscience, 1968. v. 2, p. 623-688.

- LANDIS, C. A. Graphitization of dispersed carbonaceous material in metamorphic rocks. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, Berlim v.30, p. 34-45, 1971.
- LARA FILHO, J. Geologia do talco e pirofilita. In: SCOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E. T. de; COELHO, C. E. S. **Principais Depósitos Mineraiis do Brasil: rochas e minerais industriais**. Brasília: DNPM/CPRM, 1997. v. 4, p. 531-539.
- LAUX, J. H.; BONGIOLO, E. M.; SANDER, A.; CHEMALE JÚNIOR., F.; IGLESIAS, C. M. da F.; ANDRIOTTI, J. L. S.; SANTOS, T. C. dos. Qual o potencial metalogenético na Suíte Vauthier, Dom Pedrito (RS)? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METALOGENIA, 2., 2009. **Anais...** Gramado: SBG, 2009. 1 CD-ROM.
- LAUX, J. H.; BONGIOLO, E. M.; CHEMALE JÚNIOR., F.; GROSS, A. O. M. S.; SANTOS, T. C. dos. Reavaliação da idade do complexo granulítico Santa Maria Chico, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45., 2010, Belém. **Resumos...** Belém: SBG, 2010a.
- LAUX, J. H.; BONGIOLO, E. M.; CHEMALE JÚNIOR., F.; SANTOS, T. C. 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, 2010b, Brasília. **Short Papers...** Brasília: UNB, CD-ROM, 2010b.
- LAUX, J. H.; BONGIOLO, E. M.; CHEMALE JUNIOR, F.; SANTOS, T. C. dos. Idade da Formação Pontas do Salso, Arco São Gabriel, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45., 2010c, Belém. **Resumos...** Belém: SBG, 2010c.
- LAUX, J. H.; BONGIOLO, E. M.; CHEMALE JÚNIOR., F.; SANTOS, T. C. U-Pb data from Ibaré Formation: a volcano-sedimentary sequence of São Gabriel Arc, Rio Grande do Sul - Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 7., 2010d, Brasília. **Short Papers...** Brasília: UNB, 2010d, p. 74-77.
- LAUX, J. H.; BONGIOLO, E. M.; IGLESIAS, C. M da F.; KLEIN., C. **Mapa Geológico da Folha Lagoa da Meia Lua, SH.21-Z-B-IV, Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:100.000**. Porto Alegre: CPRM, 2012. (Programa Geologia do Brasil).
- LE BAS, M. J; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISEN, A.; ZANNETTIN, B. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. **Journal of Petrology**, Oxford, v.27, n.3, p.745-750, 1986.
- LEINZ, V.; BARBOSA, A. F.; TEIXEIRA, E. A. **Mapa geológico Caçapava-Lavras**. Porto Alegre: Secretaria de estado dos negócios da Agricultura, Indústria e Comércio, 1941. 39 p. (Boletim, n. 90).
- LEINZ, V. Arenito silicificado de Bagé, Rio Grande do Sul e sua aplicação possível na fabricação de refratários silicosos. **Mineração Metalurgia**, v.6, n. 33, p. 137-140, 1942.
- LEINZ, V. Ocorrência de calcário no Rio Grande do Sul e prospecção da jazida de Vacacaí no município de São Gabriel. **N. Bras. Geol.**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-46, 1946.
- LEITÃO, A. C. F.; JANIKIAN, L.; ALMEIDA, R. P.; FRAGOSO-CÉSAR, A. R.; FIGUEIREDO, F. T. Proveniência de arenitos da Formação Cerro da Angélica (Grupo Bom Jardim, Ediacarano do RS) na porção sul da sub-bacia Camaquã central e suas implicações tectônicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 677-692, 2007.
- LEITE, J. A. D. **A origem dos harzburgitos da Sequência Cerro Mantiqueiras e implicações pretectônicas para o desenvolvimento do Neoproterozoico da porção oeste do Escudo Sul-riograndense**. 1997. 1224 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- LEITE, J. A. D.; HARTMANN, L. A.; McNAUGHTON, N. J.; CHEMALE JÚNIOR., F. SHRIMP U/Pb zircon geochronology of neoproterozoic juvenile and crustal reworked terranes in southernmost Brazil. **International Geology Review**, v. 40, p. 688-705, 1998.
- LEITES, S. R.; LOPES, R. da C.; WILDNER, W.; PORCHER, C. A.; SANDER, A. Divisão litofaciológica da Bacia do Camaquã na Folha Passo do Salsinho, Caçapava do Sul – RS, e sua interpretação paleoambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36. 1990, Natal. **Boletim de Resumos...** Natal: SBG, 1990 p. 200-312.
- LIMA, E. F. Petrologia das rochas vulcânicas e hipobissais da associação shoshonítica de Lavras do Sul – ASLS. 1995. 338 p. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- LIMA, E.; NARDI, L. The Lavras do Sul shoshonitic association: implications for origin and evolution of Neoproterozoic shoshonitic magmatism in southernmost Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 11, p. 67-77, 1998.
- LIMA, E. F.; NARDI, L. S. V. O magmatismo shoshonítico no estado do Rio Grande do Sul: uma revisão. **Pesquisas**, UFRGS, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 190-194, 1992.
- LIMA E. F.; SOMMER C. A.; NARDI L. V. S. O vulcanismo neoproterozóico-ordoviciano no Escudo Sul-riograndense: os ciclos vulcânicos da Bacia do Camaquã. In: IANNUZZI R.; FRANTZ J. C. (Ed.) **50 Anos de Geologia**: Instituto de Geociências, contribuições.

- Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 79-95.
- LOPES, A. P. **O platô oceânico Mina da Palma, Cinturão Vila Nova, Bloco São Gabriel, Escudo Sul-riograndense**. 2003. 127 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- LOPES, A. P.; HARTMANN, L. A. Geoquímica de rochas metabásicas da Mina da Palma, Bloco São Gabriel, Escudo Sul-riograndense: um possível platô oceânico. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 30, n.1, p.27-39, 2003.
- LUZARDO, R.; FERNANDES, L. A. D. Análise estrutural do Lineamento do Ibaré parte I – Filitos de Ibaré – greenstone belt ou cobertura cratônica deformada? **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 30, n. 13, p. 25-36, 1990.
- MAACK, R. Breves notícias sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. **Arquivos Biol. Tecnol.**, Curitiba, v. 2, p. 63-154, 1947.
- MACEDO, P. M.; BECKEL, J.; SANTOS, E. L.; CHABAN, N.; GONÇALVES FILHO, F. Ocorrência de “pillow lavas” no Arroio Mudador, município de Caçapava do Sul, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 3, p. 1269-1278.
- 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 American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 3, n. 2/3, p. 87-90, 1990.
- MANIAR, P. D.; PICCOLI, P. M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 101, n. 5, p. 635-643, 1989.
- MANTOVANI, M. S. M.; HAWKESWORTH, C. J.; BASEI, M. A. S. Nd and Pb isotope studies bearing on crustal evolution of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 17, p. 263-268, 1987.
- MATUELLA, I. B.; IGLESIAS, C. M. da F. (Org). **Projeto Palma**. Porto Alegre: Companhia Brasileira do Cobre – CBC, 1992. 27 p.
- MARTINS, E. A. Fósseis marinhos na Série Maricá, estado do Rio Grande do Sul. **Mineração e Metalurgia**, São Paulo, v. 12, n. 71, p. 237-239, 1948.
- MARTINS, L. P.; REMUS, M. V. D. Controles mineralógicos e geoquímicos da grafita dos mármores da região do Batovi, Bloco São Gabriel, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 11. Atibaia. São Paulo. CD-ROM, 2007.
- MESHEDE, M. A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. **Chemical Geology**, Amsterdam, v. 56, p. 207-218, 1986.
- 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.; FRANÇA, A. B.; SCHNEIDER, R. L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.
- MINERAÇÃO SANTA ELINA. **Projeto Palma, RS, Blocos Três Estradas e “Pit” Bom Retiro**: relatório final de pesquisa São Paulo, 2008. 56p. (Parceria MSE – MTS).
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1961. 42 p.
- MURTON, J. W. **Geological report on the Palmas concession, state of Rio Grande do Sul, Brazil on behalf of Trans Atlantic** Kelowna, Canada: Enterprises Inc. JW Murton e Associates; Geological Engineering e Mining Services, 1995. 23 p.
- MYASHIRO, A. **Metamorphism and metamorphic belts**. London: George Allen & Unwin, 1974. 492 p.
- NARDI, L. V. S.; HARTMANN, L. A. O Complexo granulítico Santa Maria Chico do Escudo Sul-riograndense. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 6, p. 45-75, 1979.
- NARDI, L. S.; LIMA, E. F. A associação shoshonítica de Lavras do Sul, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 139-146, 1985.
- NARDI, L. V. S.; LIMA, E. F. O magmatismo shoshonítico e alcalino da Bacia do Camaquã - RS. In: HOLZ, M.; DE ROS, L F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 119-132.
- NAUMANN, M. P. **O Complexo vulcano-sedimentar-ultramáfico e granitóides da região de Ibaré, RS**. 1985. 162 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1985.
- NAUMANN, M. P.; HARTMANN, L. A.; KOPPE, J. C.; CHEMALE JÚNIOR., F. Sequências supracrustais, gnaisses 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. 2417-2424.
- 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, A. S. **Os Filitos carbonosos do Passo do Marmeleiro, sul de Ibaré, RS: caracterização e abordagem genética da grafita.** 2003. 118 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- OLIVEIRA, A. S. de; PULZ, G. M.; BONGIOLO, E. M.; CALARGE, L. M. Isótopos de carbono em filitos carbonosos da sequência metavulcano-sedimentar Marmeleiro, Sul de Ibaré, Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências, UFRGS. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 30, n. 1, p. 41-52, 2003.
- OLIVEIRA, E. P. de. Geologia do estado do Paraná. **Boletim Minist. Agric. Indust. Com.**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 67-143, 1916.
- OLIVEIRA, M. T. G. Petrologia do maciço máfico-ultramáfico Passo do Ivo, São Gabriel, Rio Grande do Sul. **Acta Geológica Leopoldensia, São Leopoldo, RS**, v. 6, n. 11, p. 131-218, 1982.
- PAIM, P. S. G. **Depositional Systems and paleogeographical Evolution of the Camaquã and Santa Bárbara Basins, Brazil.** 1994. 277 p. Tese (Doutorado) - University of Oxford, Oxford, 1994.
- 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: CIGO-UFRGS, 2000. p. 231-274.
- PAIM, P. S. G.; LOPES, R. da C. Geologia da Região das Minas do Camaquã. In: RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (Org.). **Minas do Camaquã: um estudo multidisciplinar.** São Leopoldo: UNISINOS, 2000. p.111-132.
- PEARCE, J. A. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: THORPE, R. S. (Ed.) **Andesites: orogenic andesites and related rocks.** New York: John Wiley, 1982. p. 525-548.
- PEARCE, J. A.; CANN, J. R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. **Earth and Planetary Science Letters**, Amsterdam, v. 19, p. 290-300, 1973.
- PEARCE, J. A.; NIGEL, H. B. W.; TINDLE, A. G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 25, n. 4, p. 956-983, 1984.
- PECCERILLO, R.; TAYLOR, S. R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, northern Turkey. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, Amsterdam, v. 58, p.63-81, 1976.
- PELOSI, A. P. M. R. **Evolução paleogeográfica do Grupo Maricá, Neoproterozóico Pré-600 Ma do Rio Grande do Sul.** 2005. 146 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PELOSI, A. P. M. R.; FRAGOSO-CÉSAR, A. R. Proposta litoestratigráfica e considerações paleoambientais sobre o Grupo Maricá (Neoproterozóico III), Bacia do Camaquã, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 137-148, 2003.
- PHILLIPP, R. P.; MACHADO, R.; NARDI, L. V. S.; LAFON, J. M. O magmatismo granítico neoproterozóico do batólito de 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.
- PHILIPP, R. P.; HARTMANN, L. A.; CHEMALE JÚNIOR, F. Significado geotectônico das unidades paleoproterozóicas do Escudo Sul-Rio-Grandense. In: SIMPOSIO 45 ANOS DE GEOCRONOLOGIA NO BRASIL, 2009, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos.** São Paulo, 2009. p. 283-285.
- PHILIPP, R. P.; CAMOZZATO, E.; RUPPEL, L. M. V. Complexo Arroio Marmeleiro. In: CAMOZZATO, E.; LOPES, R. da C.; PHILIPP, R. P. (Org.). 2012. Geologia e Recursos Minerais da Folha Hulha Negra – SH.22-Y-C-I, Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:100.000. Porto Alegre: CPRM. Programa Geologia do Brasil. Capítulo 3.5. 2012.
- PICADA, R. S. Ensaio Sobre a Tectônica do Escudo Sul-Riograndense. Caracterização dos Sistemas de Falhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG, 1971. v. 1, p. 167-191.
- PINTO, M. L. Ocorrências de grafita do escudo sul-riograndense: uma revisão. Porto Alegre: UFRGS, 2007. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, 2007, Porto Alegre. **Livro de Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. p.17.
- PINTO, M. L.; PEREIRA, V. P. Mineralizações de grafita nos complexos metamórficos do escudo sul-rio-grandense. SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, 2005, Porto Alegre. **Livro de Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2005. p.97.
- PORADA, H. The Damara-Ribeira orogen of Pan-African-Brazilian Cycle in Namibia (southwest Africa) and Brazil, interpreted in terms of continental collision. **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 57, p. 237-268, 1979.
- PORADA, H. Brazilian rifting and orogenesis in southern equatorial Africa and eastern Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 44, p. 103-136, 1989.
- PORCHER, C. A.; LEITES, S. R.; RAMGRAB G. E.; CAMOZZATO, E. **Passo do Salsinho, Folha SH.22-Y-A-1-4:** Estado do Rio Grande do Sul. Brasília. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. CPRM, 1995. 339 p. 2 mapas.

- PORCHER, C. A.; LOPES, R. da C. **Cachoeira do Sul, Folha SH.22-Y-A**: Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. CPRM, Brasília. 2000. 1 CD-ROM.
- RAMGRAB, G. E.; WILDNER, W.; CAMOZZATO, E. (Orgs.). **Porto Alegre, Folha SH.22-Y-B**: Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1997. 140 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.
- REGO, I. T. S. Aspectos petrológicos e geoquímicos do Complexo básico-ultrabásico de Pedras Pretas, RS. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS v. 15, n. 5, p. 197-278, 1981.
- REMUS, M. V. D. **Geologia e geoquímica do Complexo Cambaizinho, São Gabriel, RS**. 1990. 267 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990 .
- REMUS, M.V.D.; MACAMBIRA, M. B.; HARTMANN, L.A.; BEILFUSS, M. 2001. Crustal evolution of granitoids and gneisses from the Cambaizinho Belt, Southern Brazil: Review, new zircon Pb-Pb evaporation ages and Pb-Nd-Sr isotopes. In: SIMPOSIO SUDAMERICANO DE GEOLOGIA ISOTOPICA, 3., 2001. **Anais do... Pucon, Chile, 2001**. 1 CD-ROM.
- REMUS, M. V. D.; McNAUGHTON, N. J.; HARTMANN, L. A.; KOPPE, J. C.; FLETCHER, I. R.; GROVES, D. I.; PINTO, V. M. Gold in the Neoproterozoic juvenile Bissoroca Volcanic Arc of southernmost Brazil: isotopic constraints on timing and sources. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 12, p. 349-366, 1999.
- RENNER, L. C. **Geologia, petrografia e ensaios tecnológicos dos granitóides Jaguari e Santa Rita, região de Ibaré, oeste do escudo sul-riograndense**: contribuição para o aproveitamento industrial. 2005. 1v. (Dissertação) - Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- RIBEIRO, M.; BOCCHI, P. R.; FIGUEIREDO, F. P. M. Geologia da quadrícula de Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul – Brasil. **Boletim do DNPM**, Rio de Janeiro, n 127, 1966. 231 p.
- RIBEIRO, M.; FANTINEL, L. M. A. Associações pretotectônicas do escudo Sul-Riograndense: I Tabulação e distribuição das associações petrotectônicas do Escudo do Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Série Geologia, Porto Alegre, 5, p.19-54, 1978.
- RIBEIRO, M.; LICHTENBERG, E. Síntese da geologia do escudo do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30. 1978. Recife. **Anais... Recife**: SBG, 1978. v. 6, p. 2451-2463.
- ROBERTSON, J. F. Revision of the stratigraphy and nomenclature of rock units in the Caçapava-Lavras region, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Notas e Estudos**, IG-UFRGS, n.1, p. 41-54, 1966.
- RUPPEL, L. M. V. Evolução Tectônica do Complexo Arroio da Porteira, Bagé - RS. Trabalho de Graduação, (Graduação em Curso de Geologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 84 p. 2010.
- SAALMANN, K. Deformation of the Neoproterozoic juvenile Cambaí magmatic arc complex and syntectonic granites during the Brasiliano orogenic cycle in southernmost Brazil. **Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft**, v. 154, n. 4, p. 557-577, 2004
- SAALMANN, K.; HARTMANN, L. A.; REMUS, M. V. D.; KOESTER, E.; CONCEIÇÃO, R. V. 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, 2005a.
- SAALMANN, K.; REMUS, M. V. D.; HARTMANN, L. A. Geochemistry and crustal evolution of volcano-sedimentary successions and orthogneisses in the São Gabriel Block, Southernmost Brazil - Relics of Neoproterozoic Magmatic Arcs. **Gondwana Research**, v. 8, n.2, p.143-161, 2005b.
- 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**, Amsterdam, v.21, p. 204-227, 2006.
- SANTOS, E. L.; AZEVEDO, G. C.; MACIEL, L. A. C.; MOSMANN, R.; REMUS, M. V. D. Mapeamento geológico de sequências metavulcano-sedimentares do oeste do Escudo Sul-Rio-Grandense, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. **Anais... Natal**: SBG, v.6, p. 2976-2990, 1990.
- 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; NANCE, R. D.; KRAFT, P.; ZULAUF, G. (Ed). **The evolution of the Rheic Ocean**: from Avalonian–Cadomian active margin to Alleghenian–Variscan collision. Boulder. Geological Society of America Special Paper, Geological Society of America, v. 423. p.1–26, 2007.
- SAALMANN, K., GERDES, A., LAHAYE, Y., HARTMANN, L. A., REMUS, M. V. D., LÄUFER, A. 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, 2011.

- SANTOS, E. L. dos; MACIEL, L. A. C. **Relatório de visita de acompanhamento de pesquisa áreas da IAMGOLD no RS:** DNPM's 810.007/04, 810.011/04, 810.024/04, 810.342/04, 810.343/04, 810.344/04, 810.412/04, 810.413/04, 810.521/04, 810.522/04 e 810.523/04. Porto Alegre, DNPM, 2007a. 7p.
- SANTOS, E. L. dos; MACIEL, L. A. C. **Relatório de visita de acompanhamento de pesquisa - Au - RS áreas da Santa Elina no Rio Grande do Sul:** DNPM's 810.034/93, 810.185/91, 810.035/93, 810.018/95, 810.392/89, 810.154/95, 810.186/91, 810.197/00, 810.395/94 e 810.057/92. Porto Alegre: DNPM, 2007b. 5p.
- SANTOS, E. L. dos; MACIEL, L. A. C.; ZIR FILHO, J. A. **Distritos mineiros do estado do Rio Grande do Sul.** Programa Nacional de Distritos Mineiros. Porto Alegre: DNPM, 1998. 35 p.
- SANTOS, E. L. dos; BECKEL, J.; MACEDO, P. M.; GONZALES FILHO, F.; CHABAN, M. Divisão litoestratigráfica do Eo-cambriano – Pré-Cambriano Superior do Escudo Sul-Riograndense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. Anais... Recife: SBG, 1978. v. 2, p. 670-84.
- SANTOS, E. L.; RAMGRAB, G. E.; MACIEL, L. A.; MOSMANN, R. **Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:1.000.000 e parte do Escudo Sul-Riograndense, escala 1:600.000.** Porto Alegre: DNPM, 1989.
- SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. 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 research after 25 years: synopsis of a Thetyan perspective. **Earth Science Review**, Amsterdam, v. 27, p.1-201, 1990.
- SCHMITT, R. da S. **Evolução tectono-metamórfica do Complexo metavulcano-sedimentar Coxilha do Batovi, São Gabriel, RS.** 1995. 159 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- SCHMITT, R. da S.; GUERRA-SOMMER, M.; MEDEIROS, R. A.; LEMOS, V. B. Laminitos criptomícronais em seqüência carbonática do Pré-Cambriano no Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13. SIMPÓSIO PALEONTOLÓGICO DO CONE SUL, 1. 1993. São Leopoldo. **Boletim de Resumos Expandidos...**SBG, 1993. p. 205.
- SCHMITT, R. da S.; SILVA FILHO, B. C. da; SOLIANI JÚNIOR, E. Estudo geocronológico preliminar do complexo metavulcano-sedimentar Coxilha do Batovi, Oeste do Escudo Sul-Rio-Grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38. 1994, Balneário Camboriú. **Boletim de Resumos Expandidos...** SBG, 1994. 3v., v.2. p. 382-383.
- SILVA FILHO, B. C. Geology and polifase deformed precambrian terrane of the Vila Nova Region, State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. Part I: Petrogenesis. **Acta Geológica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 27, n.17, p. 35-152, 1984.
- SILVA FILHO, B. C.; SOLIANI JÚNIOR, E. Origem e evolução dos Gnaisses Cambaí: exemplo de estudo integrado de análise estrutural, petroquímica e geocronologia. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3. 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba. SBG-Núcleo Sul, 1987. p. 127-145.
- SILVA, J. P. da; BOSCATO, M. E.; VARGAS, T. de; BONGIOLO, E.; KERSTING, T.; MEXIAS, A. S. Estudo do hidrotermalismo e mineralizações associadas na região de Torquato Severo (Bloco Vauthier), RS. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, 2007, Porto Alegre. **Livro de Resumos...** Porto Alegre. UFRGS, 2007. p. 99.
- SILVA, L. C. da; McNAUGHTON, N. J.; ARMSTRONG, R.; HARTMANN, L. A.; FLETCHER, I. R. 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**, Amsterdam, v. 136, p. 203-240, 2005.
- SILVA, M. A. S. da. **Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais, Folha SH.21-Z-B, São Gabriel.** Porto Alegre: CPRM; DNPM, 1983. 2 v.
- SILVA, M. A. S. da; CAMOZZATO, E. 1982. **Carta Geológica da Folha São Gabriel, SH.21-Z-B, RS.** Projetos Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais. CPRM: Porto Alegre (Cartas de Serviço 1:250.000). Relatório Preliminar.
- SIVIERO, R. S. **Petrografia e geoquímica aplicada ao aproveitamento industrial do mármore da região do Arroio Marmeleiro, Torquato Severo, RS.** Porto Alegre. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 131 p. 2001.
- SIVIERO, R. S.; BRUGUIER, O.; KOESTER, E.; FERNANDES, L. A. D. Crustal evolution in the Lavras do Sul region, Southern Brazil and the amalgamation of West Gondwana. In: Goldschmidt 2009, Davos. **Conference Abstracts...** Davos: Cambridge, 2009. v.1.
- SIVIERO, R. S.; PULZ, G. M. Aproveitamento industrial

do mármore da sequência metavulcano-sedimentar Marmeleiro, Rio Grande do Sul, Brasil: dados petrográficos e químicos. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 28, n.1, p. 49-64, 2001.

SOLIANI JÚNIOR., E. **Os dados geocronológicos do Escudo Sul-Rio-Grandense e suas implicações de ordem tectônica**. 1986. 425 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

SOLIANI JÚNIOR., E.; CÉSAR, A. R. S. F.; TEIXEIRA, W.; KAWASHITA, K. Panorama geocronológico da porção meridional do escudo atlântico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais do...** SBG, 1984. v. 5. p. 2435-2440.

SOLIANI JÚNIOR., E.; KOESTER, E.; FERNANDES, L. Geologia isotópica do Escudo Sul-riograndense, parte II: os dados isotópicos e interpretações petrogenéticas. Geologia do Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p.175-230.

SOMMER, C. A. **O vulcanismo ácido da porção sul do Platô do Taquarém, Dom Pedrito- RS**. 1994. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994. 149 p

SOMMER, C. A.; LIMA, E. F.; NARDI, L. V. S. Evolução do vulcanismo alcalino da porção sul do Platô do Taquarém, Dom Pedrito – RS. **Revista Brasileira de Geociências**, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p.245-254, 1999.

SOMMER, C. A.; LIMA, E. F.; NARDI, L. V. S.; FIGUEIREDO, A. M. G.; PIEROSAN, R. Potassic and low- and high-Ti mildly alkaline volcanism in the Neoproterozoic Ramada Plateau, southernmost Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v.18, p. 237-254, 2005.

ST-ONGE, M. R.; IJEWLIW, O. J. Mineral corona formation during high-P retrogression of granulitic rocks, Ungava Orogen. **Canadian Journal of Petrology**, v. 37, p.553-582, 1996.

STRIEDER, A. J.; ROLDÃO, D. C.; HARTMANN, L. A. The Palma Volcano-Sedimentary Supersuite, Precambrian Sul-Riograndense shield, Brazil. **International Geology Review**, v. 42, p. 984-999, 2000.

SUN, S. S.; McDONOUGH, W. F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: SAUNDERS, A. D.; NORRY, M. J. (Ed.) **Magmatism in ocean basins**. London: Geological Society of London, 1989. p. 313-345. (Special Publication, 42)

SZUBERT, E. C.; KIRCHNER, C. A.; GRAZIA, C. A.; AN-

DRIOTTI, J. L. S.; SHINTAKU, S. **Projeto cobre nos corpos básicos-ultrabásicos e efusivos do Rio Grande do Sul**: relatório final. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 1977. 2 v.

SZUBERT, E. C.; KIRCHNER, C. A.; GRAZIA, C. A.; ANDRIOTTI, J. L. S.; SHINTAKU, I. Cobre em Associações Ofolíticas do Bordo Ocidental do Escudo Sul-Rio-Grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais do ...** Recife: SBG, v. 4, p. 1622-1632.

SZUBERT, E. C.; PRESOTTO, C. A. **Inventário de calcário no Rio Grande do Sul**: relatório final da solicitação de serviços nº 4. Porto Alegre: CPRM/SUDESUL, 1974. 2 v.

SZUBERT, E. C.; TONIOLO, J. A. **Mapeamento geológico da área do Arco São Gabriel, Bagé, Formação Rio Bonito**: nota explicativa. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 1982. 23 p.

TEIXEIRA, M. B.; COURA NETO, A. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos estudo fitogeográfico-folhas Porto Alegre e Lagoa Mirim. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21-Uruguaiana e SI. 22-Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986. p. 541-632. (Levantamento de Recursos Naturais, 33).

TESSARI, R. I.; GIFFONI, L. E. Geologia da região Piratini - Pinheiro Machado - Bagé - Rio Grande do Sul. **Boletim DGM**, Rio de Janeiro, n. 246, 1 v. 1970.

TICKYJ, H.; HARTMANN, L. A.; VASCONCELLOS, M. A. Z.; PHILIPP, R. P.; REMUS, M. V. D. Electron microprobe dating of monazite substantiates ages of major geological events in the southern Brazilian shield. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v.16, p. 699-713, 2004.

TOMMASI, A.; FERNANDES, L. A. D. Ciclo Brasileiro na porção sudeste da plataforma Sul-Americana - um novo modelo. In: CONGRESSO URUGUAYO DE GEOLOGIA, 1. 1990, **Resúmenes Ampliados...** Montevideo: Sociedad Uruguaya de Geologia, 1990. p. 107-113.

TOMMASI, A.; FERNANDES, L. A. D.; PORCHER, C. C.; VAUCHEZ, A. Movimentação paralela e transversal aos limites de placas durante uma colisão continental-exemplo do Cinturão Dom Feliciano, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos**. São Paulo: SBG. Núcleo de São Paulo, 1992. v.1. p. 286-287.

TOMAZELLI, L. J.; SOLIANI JÚNIOR., E. Sedimentary facies and depositional environments related to Gondwana glaciation in Batovi and Suspiro regions, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.10, n. 3-4, p. 295-303, 1997.

- TOMAZELLI, L. J.; SOLIANI JÚNIOR., E. Depósitos e feições glaciares do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, RS, v.12, 13-15, 1990.
- TROMPETTE, R. Geology of western Gondwana (2000-500 Ma). In: PAN-AFRICAN-BRASILIANO AGGREGATION OF SOUTH AMERICA AND AFRICA, 1994, Balkema, Rotterdam. 350 p.
- TONIOLO, J. A.; PARISI, G. N.; GRAZIA, C. A.; REISCHL, J. L. 2010. Prospecção de Fosfato na Região de Três Estradas, Lavras do Sul, RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO MINERAL, 4, 2010, Ouro Preto. **Atas...** Ouro Preto. ADIMB, 2010. 1 CD ROM.
- UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. **Mapeamento geológico da região de Lagoa da Meia Lua**. São Leopoldo, 1981. (Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia) (Inédito)
- UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. **Mapeamento geológico da região de Ibaré-Três Cerros**. São Leopoldo, 1979. (Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia) (Inédito)
- UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. **Mapeamento geológico da região de Ibaré**. São Leopoldo, 1982. (Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico das folhas Torquato Severo e Passo do Tigre, município de Bagé, RS**. Porto Alegre, 1981. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico Lavras do Sul - Coxilha do Tabuleiro**. Porto Alegre, 1991. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico Projeto Suspiro**. Porto Alegre, 1986. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico Projeto Ibaré Norte**. Porto Alegre, 1987. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico 1:25.000 das folhas Lagoa da Meia Lua, Rufino Farias e Vila Nova**. Porto Alegre, 1996. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico 1:25.000 da folha Vila Nova**. Porto Alegre, 1997. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapeamento geológico 1:25.000 da folha Coxilha do Tabuleiro**. Porto Alegre, 2005. 1 v. (Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto de Geociências) (Inédito)
- VARGAS, T. de. **Caracterização da alteração hidrotermal no Cerro Caneleiras na região de Dom Pedrito – Torquato Severo, RS**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 73p. (Monografia de Conclusão de Curso de Geologia)
- VARGAS, T. de; GOMES, M. B.; KERSTING, T. M.; MEXIAS, A. S. 2007. Caracterização do hidrotermalismo e mineralização de ouro na região de Ibaré - Torquato Severo, RS. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, 2007, Porto Alegre. **Livro de Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 20.
- VERNON, R. H. **Metamorphic Processes**. London: George Allen & Unwin, 1977. 247 p.
- VIEIRA, H. M. **Mineralogia, petrologia e geoquímica do Complexo Ultramáfico de Serrinha, São Gabriel, RS**. 1981. 90 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1981.
- WHITE, I. C. **Relatório sobre as coal measures e rochas associadas do Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Com. Est. Min. Carvão de Pedra do Brasil, 1908. 300p.
- WILDNER, W. **Caracterização geológica e geoquímica das sequências ultramáficas e vulcano-sedimentares da região da Bossoroca, RS**. 1990. 170 p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- WILDNER, W.; CAMOZZATO, E.; ORLANDI FILHO, V.; BASEI, M. A. S. Rochas vulcanogênicas do Cinturão Metamórfico Porongos na Antiforme do Godinho, região do Passo da Cuia - RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39. 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996. v. 2, p. 146-148.
- WILDNER, W.; NARDI, L. V. S.; LIMA, E. F. Post-collisional alkaline magmatism on the Taquarembó Plateau: a well preserved Neoproterozoic-Cambrian Plutonic-volcanic association in southern Brazil. **International Geology Review**, v. 41, p. 1082-1098, 1999.
- WILDNER, W.; LIMA, E. F.; NARDI, L. V. S.; SOMMER, C. A. Volcanic cycles and setting in the Neoproterozoic III to Ordovician Camaquã Basin Succession in Southern Brazil: characteristics of post-collisional magmatism. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, Amsterdam, v. 2495, p. 1-23, 2002.
- WOOD, D. A. The application of Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of

basaltic lavas of the British tertiary volcanic province. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 50, p. 11-30, 1980.

ZALÁN, P. V., WOLF, S., CONCEIÇÃO, J. C. de J., MARQUES, A., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T., ZANOTTO, O. A. Bacia do Paraná. In: RAJA GABAGLIA, G. P., MILANI, E. J. (Eds.). **Origem e evolução de bacias sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990. p. 135-168.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. de.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná.

In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. v.1, p. 441-473.

ZALÁN, P. V.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; NETO, E. V. S.; CERQUEIRA, J. R.; ZANOTTO, O. A.; PAUMER, M. **Análise da Bacia do Paraná**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1986. 1 v. (Relatório Interno)

ZARPELON, P. R. **Geologia estrutural estratigrafia e petrologia de uma parte do "greenstone belt" Cerito do Ouro, município de São Sepé, RS**. 1986. 215 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

A elaboração do mapa geológico e recursos minerais da Folha Lagoa da Meia Lua 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 – cujo objetivo é o de 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 ecológicoeconômico e de gestão ambiental.

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA LAGOA DA MEIA LUA SH.21-Z-B-VI

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 2295-4697 – Fax: 21 2295-0495
E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br