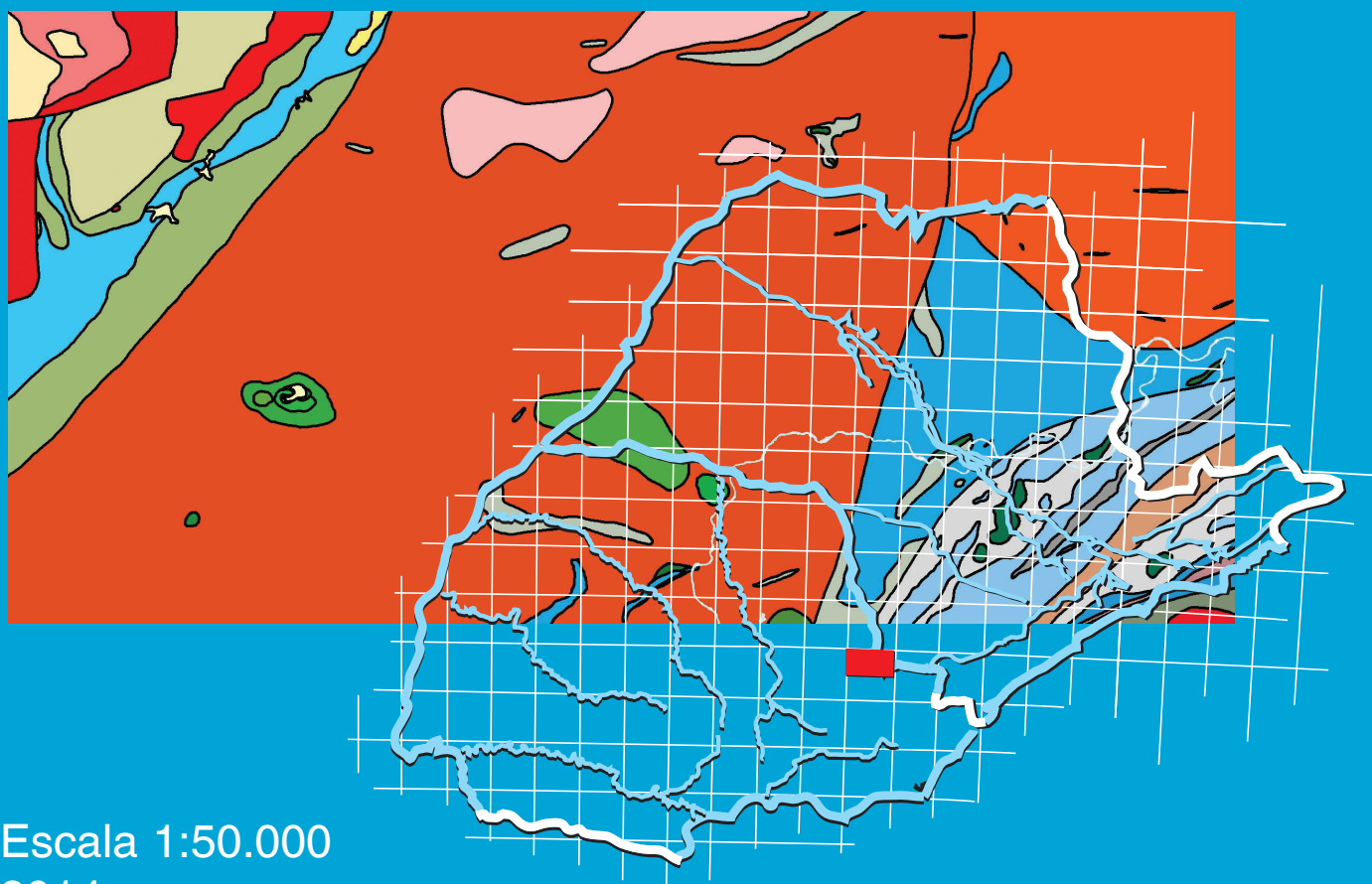


**Programa Geologia do Brasil**  
**Levantamentos Geológicos Básicos**

**GEOLOGIA E RECURSOS**  
**MINERAIS DAS FOLHAS**  
**VILA BRANCA – SG.22-X-B-IV-1**  
**RIBEIRA – SG.22-X-B-IV-2**



Escala 1:50.000  
2014

**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 SÃO PAULO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS VILA BRANCA**  
**SG.22-X-B-IV-1 E RIBEIRA**  
**SG.22-X-B-IV-2**

**ESCALA 1:50.000**  
**ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ**



SÃO PAULO  
2014

CPRM – SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO  
RUA COSTA, 55 – CERQUEIRA CÉSAR  
SÃO PAULO – SP – 01304-010  
FAX: (11) 3775-5165  
TEL.: (11) 3775-5101  
HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR

Geologia e recursos minerais das folhas Vila Branca – SG.22-X-B-IV-1 e Ribeira – SG.22-X-B-IV-2, estados de São Paulo e Paraná, escala 1:50.000 / Mariane Brumatti ... [et al.] – São Paulo: CPRM, 2014.  
122 p.: il. color.

Programa Geologia do Brasil (PGB). Integração e Difusão de Dados de Geologia do Brasil.  
ISBN 978-85-7499-229-7

1. Geologia Regional – São Paulo. 2. Recursos Minerais – São Paulo. 3. Estratigrafia – São Paulo. 4. Geotectônica – São Paulo. 5. Petrologia – São Paulo. I. Brumatti, Mariane.

CDD 558.16

**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 SÃO PAULO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS VILA BRANCA**  
**SG.22-X-B-IV-1 E RIBEIRA**  
**SG.22-X-B-IV-2**  
**ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ**

**Mariane Brumatti**  
**Sueli Akemi Tomita**



SÃO PAULO  
2014

**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 SÃO PAULO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
DAS FOLHAS VILA BRANCA E RIBEIRA**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

Edison Lobão

*Ministro de Estado*

Márcio Pereira Zimmermann

*Secretário Executivo*

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Júnior

*Secretário*

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM**

Manoel Barretto da Rocha Neto

*Diretor-Presidente*

Roberto Ventura Santos

*Diretor de Geologia e Recursos Minerais*

Thales de Queiroz Sampaio

*Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial*

Antônio Carlos Bacelar Nunes

*Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

Eduardo Santa Helena da Silva

*Diretor de Administração e Finanças*

Reginaldo Alves dos Santos

*Chefe do Departamento de Geologia*

Francisco Valdir Silveira

*Chefe do Departamento de Recursos Minerais*

Edilton José dos Santos

*Chefe da Divisão de Geologia Básica*

Mônica Mazzini Perrotta

*Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto*

Patricia Durringer Jacques

*Chefe da Divisão de Geoprocessamento*

Paulo Roberto Macedo Bastos

*Chefe da Divisão de Cartografia*

Ernesto von Sperling

*Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação*

José Márcio Henriques Soares

*Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação*

**SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO**

José Carlos Garcia Ferreira

*Superintendente Regional*

Elizete Domingues Salvador

*Gerente de Geologia e Recursos Minerais*

Lauro Gracindo Pizzato

*Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento*

**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 SÃO PAULO

**CRÉDITOS AUTORAIS**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

---

**CRÉDITOS DE AUTORIA DO RELATÓRIO**

**RESUMO**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

**ABSTRACT**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

**1. INTRODUÇÃO**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

**2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita  
Frederico Meira Faleiros

**3. GEOFÍSICA**

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

**4. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita  
Vidyã Vieira de Almeida

**5. GEOLOGIA ESTRUTURAL**

Sueli Akemi Tomita  
Mariane Brumatti

**6. RECURSOS MINERAIS**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

**7. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA**

Viviane Carillo Ferrari

**8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

**CRÉDITOS DE AUTORIA DA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA**

**RECURSOS MINERAIS**

Mariane Brumatti (Chefe do Projeto)  
Sueli Akemi Tomita  
Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues

**RECURSOS MINERAIS**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita

**GEOQUÍMICA PROSPECTIVA**

Viviane Carillo Ferrari

**GEOFÍSICA**

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

**PETROGRAFIAGEOFÍSICA**

Vidyã Vieira de Almeida

**SIG GEOLÓGICO**

Mariane Brumatti  
Sueli Akemi Tomita  
Fabrizio Prior Caltabeloti

**COLABORAÇÃO**

Fabrizio Prior Caltabeloti  
Frederico Meira Faleiros  
Maurício Pavan Silva  
Felipe Brito Mapa

**APOIO TÉCNICO**

Roylane Barbosa  
(Técnico Geoquímica Prospectiva – SUREG-SP)  
Reinaldo Rodrigues da Gama  
(Técnico Geoquímica Prospectiva – SUREG-SP)

**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 SÃO PAULO

**Programa Geologia do Brasil**

**GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS**  
**DAS FOLHAS VILA BRANCA E RIBEIRA**

**APOIO TÉCNICO DA CPRM**

REGINALDO ALVES DOS SANTOS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

MAURÍCIO PAVAN SILVA  
SUPERVISOR DE GEOLOGIA

EDILTON JOSÉ DOS SANTOS  
DIVISÃO DE GEOLOGIA BÁSICA-DIGEOB

VIVIANE CARILLO FERRARI  
SUPERVISORA DE RECURSOS MINERAIS

MÔNICA MAZZINI PERROTTA  
DIVISÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO-DISERE

VIDYÃ VIEIRA DE ALMEIDA  
PETROGRAFIA

PATRICIA DURINGER JACQUES  
DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO-DIGEOP

MARIANA SILVATTI  
MARÍLIA MARIA VINIER BRUSTOLINI  
PRISCILA REZENDE FERNANDES  
ESTAGIÁRIOS

ANTONIO CARLOS BACELAR NUNES  
DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO

JOSÉ TORRES GUIMARÃES  
REVISÃO DA DIGEOB

ERNESTO VON SPERLING  
DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DIVULGAÇÃO

JOSÉ MÁRCIO HENRIQUES SOARES  
DIVISÃO DE MARKETING-DIMARK

SUELI CARDOSO DE ARAÚJO  
REVISÃO LINGUÍSTICA

ELIZETE DOMINGUES SALVADOR  
GERÊNCIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS  
(GEREMI/SUREG-SP)

ELIAS BERNARD DA SILVA DO ESPIRITO SANTO  
PROJETO DE MULTIMÍDIA E ARCEXIBE

LAURO GRACINDO PIZZATTO  
GERÊNCIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS  
E DESENVOLVIMENTO  
(GERIDE/SUREG-SP)

MARCOS EVARISTO DA SILVA  
GERÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS  
(GERAFI/SUREG-SP)

# APRESENTAÇÃO

---

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), responsável pela retomada dos levantamentos geológicos básicos do país, teve início no estado de São Paulo, a partir de 2007. As folhas Vila Branca – SG.22-X-B-IV-1 e Ribeira – SG.22-X-B-IV-2, localizadas na divisa dos estados de São Paulo e Paraná, representam a quarta e a quinta folhas a serem concluídas no âmbito desse programa no estado de São Paulo.

O mapeamento geológico dessas folhas na escala 1:50.000 integra, assim como os demais levantamentos geoquímicos e geofísicos realizados nos estados de São Paulo e Paraná, o planejamento de ações governamentais que visam a propiciar e difundir o conhecimento geológico do território brasileiro, de modo a fornecer subsídios que contribuam para a evolução da pesquisa mineral, dos recursos hídricos e da gestão territorial, bem como das demais atividades aplicadas ao interesse social.

Os resultados alcançados com esse projeto demonstram avanço na cartografia geológica regional, com refinamento na escala de trabalho adotada, a qual pode vir a colaborar na instalação de empreendimentos mineiros que resultem em geração de oportunidades de renda e empregabilidade.

O conjunto de informações geradas no decorrer da consecução do projeto está disponibilizado nesta Nota Explicativa e nos mapas geológicos das folhas Vila Branca e Ribeira, bem como no DVD-ROM que acompanha esta publicação, com os dados digitais organizados em Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG).

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO  
Diretor Presidente

ROBERTO VENTURA SANTOS  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais





## RESUMO

---

As folhas Vila Branca (SG-22-X-B-IV-1) e Ribeira (SG-22-X-B-IV-2) abrangem as porções sul do estado de São Paulo e leste do estado do Paraná. O levantamento geológico na escala 1:50.000 possibilitou a atualização da geologia da área, associado a novos levantamentos geoquímicos prospectivos. Os litotipos da região inserem-se no Terreno Apiaí, porção meridional do Cinturão Ribeira (Província Mantiqueira), que abrange rochas migmatíticas, metassedimentares e granitoides, bem como rochas básico-alcálicas mesozoicas. A evolução tectônica das unidades pré-cambrianas ocorreu durante a Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (Neoproterozoico ao início do Paleozoico) e está relacionada à consolidação do supercontinente Gondwana Ocidental.

As rochas migmatíticas, pertencentes à unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim, correspondem a relictos de embasamento paleoproterozoico.

A Formação Água Clara, de idade mesoproterozoica (1600 a 1500 Ma), é composta por micaxisto, filito e metacalcário com lentes de anfíbolito associadas. O Grupo Votuverava, também mesoproterozoico, é representado por xisto e filito.

O Grupo Lajeado, de idade meso- a neoproterozoica (1400 a 880 Ma), é constituído por uma sequência de pacotes carbonáticos e siliciclásticos dispostos alternadamente. Na área mapeada, o grupo é subdividido nas formações Betari (quartzo-micaxisto), Bairro da Serra (metacalcário), Água Suja (filito e micaxisto), Mina de Furnas (metacalcário, filito e micaxisto) e Serra da Boa Vista (quartzito).

O Grupo Itaiacoca, de idade neoproterozoica, é formado, na base, por rochas meta-carbonáticas e metapelíticas (1030-908 Ma), compreendendo as formações Bairro dos Campos, Serra dos Macacos e Água Nova; no topo, por metarenito e xisto feldspático da Formação Abapã (645-628 Ma).

O magmatismo brasileiro, de grande expressão em área nas folhas mapeadas, é representado pelas suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga, *stock* Granito Varginha, de tipologia A, e pequenos corpos de rochas básicas (Intrusivas Básicas de Carumbé). As suítes graníticas apresentam idade ediacarana (650 a 590 Ma) e são constituídas por granitoides de tipologia I e linhagem calcálica de alto K provenientes de arco magmático. Diversas fácies petrográficas são reconhecidas nessas unidades, com diferenças texturais e composicionais, destacando-se termos de granulação grossa inequigranulares a porfíricos, de composição monzogranítica e monzonítica.

O magmatismo mesozoico ocorre associado ao Arco de Ponta Grossa (de direção NW-SE) e é representado por diques de diabásio e plugs e diques de composição alcalina.

No contexto estrutural, destacam-se as zonas de cisalhamento Itapirapuã e Morro Agudo, ambas de movimento sinistral e direção geral NE-SW, que delimitam o contato do Granito Cerro Azul (Suíte Granítica Três Córregos) com o Grupo Itaiacoca e a Formação Água Clara, respectivamente. É também relevante a presença de dobras antiformes e siniformes nas rochas metassedimentares.

Dentre os recursos minerais presentes na área, destacam-se as mineralizações de chumbo e prata em metacalcário das formações Água Clara e Mina de Furnas e metacalcário para uso como rocha ornamental da Formação Bairro dos Campos. As ocorrências alcalinas também representam grande potencial econômico na região, com flúor sendo explorado em carbonatito da Suíte Alcalina Mato Preto, além do registro de teores anômalos de elementos terras-raras no Carbonatito Barra do Itapirapuã.

Os resultados da geoquímica prospectiva revelaram a importância das ocorrências alcalinas na área mapeada, com anomalias de P, Nb e ETR associadas a esses corpos. As análises de sedimentos de corrente e concentrados de bateia evidenciaram W e scheelita na região da Zona de Cisalhamento Itapirapuã, presentes tanto no Granito Cerro Azul como no Grupo Itaiacoca.

## ABSTRACT

---

The Vila Branca sheet (SG-22-X-B-IV-1) and the Ribeira sheet (SG-22-X-B-IV-2) comprises the south portion of São Paulo State and the east portion of Paraná State. Geological mapping at 1:50.000 scale allowed an update and a refinement of the area geology associated to new prospective geochemical data. The geological lithotypes are related to the Apiaí Terrain, a segment of the southeastern Ribeira Belt (Mantiqueira Province), and include migmatites, metasedimentary rocks and granitoids, in addition to basic-alkaline mesozoic rocks. The tectonic evolution of the Precambrian units occurred during the Brasiliano-Pan African Orogeny (Neoproterozoic to Early Paleozoic) and it is related to the consolidation of Western Gondwana.

Migmatites from the Apiaí-Mirim Complex correspond to relicts of Paleoproterozoic basement.

The Água Clara Formation is of Mesoproterozoic age (1600 to 1500 Ma) and constituted by mica schist, phyllite, metalimestone and amphibolite lenses. The Votuverava Group, also of mesoproterozoic age, is constituted by schist and phyllite. The Lajeado Group, of Mesoproterozoic to Neoproterozoic age (1400 to 880 Ma), is composed by alternated layers of carbonatic and siliciclastic rocks. In the studied area four formations are individualized: Betari (quartz-mica schist), Bairro da Serra (metalimestone), Água Suja (phyllite and mica schist), Mina de Furnas (metalimestone, phyllite and mica schist) and Serra da Boa Vista (quartzite).

The Itaiacoca Group, of Neoproterozoic age, is composed by an inferior sequence of metacarbonatic and metapelitic rocks from Bairro dos Campos, Serra dos Macacos and Água Nova formations (1030-908 Ma). The superior sequence is constituted by metarenite and feldspatic schist from Abapã Formation (645-628 Ma).

The brasiliano magmatism is largely represented in the mapped area by Três Córregos and Cunhaporanga granitic suites, the A-type stock Varginha Granite and small bodies of basic rocks (Basics Intrusives of Carumbé). The granitic suites are of ediacaran age (650 to 590 Ma) and composed by I-type granitoids of high K calc-alkaline lineage from magmatic arc. Several petrographic facies presenting textural and compositional differences can be distinguished in these units, prevailing coarse inequigranular to porphyritic textures of monzogranitic and monzonitic composition.

The mesozoic magmatism is associated to the Ponta Grossa Arch (NW-SE trend) and represented by diabase dikes and plugs and dikes of alkaline nature.

In the structural context there are two important NE-SW trend and sinistral sense shear zones, Itapirapuã and Morro Agudo, that determine the boundaries between Cerro Azul Granite (Três Córregos Granitic Suite) with Itaiacoca Group and Água Clara Formation, respectively. Antiform and synform folds are present in metasedimentary rocks.

The highlights among mineral resources in the area are lead and silver mineralizations on metalimestone from Água Clara and Mina de Furnas formations and metalimestone for use as dimension stone from Bairro dos Campos Formation. Alkaline occurrences also represent great economic potential in the studied area: fluorine is currently explored in carbonatite from Mato Preto Alkaline Suite and anomalous concentrations of rare-earth elements were detected in the Barra do Itapirapuã Carbonatite.

Geochemical prospecting results also revealed the relevance of the alkaline occurrences in the area, with P, Nb and REE anomalies associated with these bodies. Analyzes of stream sediments and panning concentrates also showed W and scheelite nearby Itapirapuã Shear Zone, present in both Cerro Azul Granite and Itaiacoca Group.

# SUMÁRIO

---

RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	11
1 INTRODUÇÃO .....	19
2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL .....	21
3 GEOFÍSICA .....	25
3.1 Levantamento aerogeofísico.....	25
3.2 Dados utilizados .....	25
3.3 Interpretação aerogeofísica qualitativa .....	25
3.3.1 Magnetometria .....	26
3.3.1.1 Campo magnético total .....	26
3.3.1.2 Sinal analítico .....	26
3.3.1.3 Primeira derivada .....	27
3.3.2 Gamaespectrometria.....	27
3.3.3 Mapa de interpretação aerogeofísica de dados magnetométricos e gamaespectrométricos .....	29
4 LITOESTRATIGRAFIA .....	33
4.1 Terreno Apiaí.....	34
4.1.1 Complexo Apiaí-Mirim - Unidade migmatítica (PPamm) .....	35
4.1.2 Supergrupo Açungui.....	36
4.1.2.1 Formação Água Clara (MP1ac) .....	36
4.1.2.1.1 Litofácies de xisto (MP1acx) .....	37
4.1.2.1.2 Litofácies carbonática (MP1acc) .....	38
4.1.2.1.3 Litofácies de anfibolito (MP1aca) .....	39
4.1.2.2 Grupo Votuverava .....	41
4.1.2.2.1 Unidade de micaxisto (MP1vomx) .....	41
4.1.2.3 Grupo Lajeado .....	41
4.1.2.3.1 Formação Betari.....	42
4.1.2.3.1.1 Litofácies de xisto (MPbx).....	42
4.1.2.3.2 Formação Bairro da Serra (MPbs) .....	42
4.1.2.3.3 Formação Água Suja (MPas) .....	42
4.1.2.3.4 Formação Mina de Furnas (MPmf).....	43
4.1.2.3.5 Formação Serra da Boa Vista (MPbv) .....	44
4.1.2.4 Grupo Itaiacoca.....	44
4.1.2.4.1 Formação Bairro dos Campos (NP1bdc).....	44
4.1.2.4.2 Formação Serra dos Macacos (NP1sdm).....	45
4.1.2.4.3 Formação Água Nova (NP1ant) .....	46

4.1.2.4.4	Formação Abapã (NP3ab)	47
4.1.2.4.4.1	Litofácies de metarenito (NP3aba)	47
4.1.2.4.4.2	Litofácies de xisto (NP3abx)	47
4.1.3	Magmatismo neoproterozoico	48
4.1.3.1	Intrusivas básicas de Carumbé (NP3δc)	48
4.1.3.2	Suíte Granítica Três Córregos (NP3γ12t)	49
4.1.3.2.1	Granito Cerro Azul (NP3γ1ca)	49
4.1.3.2.2	Granito Barra do Chapéu (NP3γ1bc)	58
4.1.3.3	Suíte Granítica Cunhaporanga (NP3γ2cu)	63
4.1.3.3.1	Granito Santa Rita (NP3γ2csr)	63
4.1.3.3.2	Granito Ouro Verde (NP3γ2cov)	68
4.1.3.3.3	Granito Vila Branca (NP3γ2cvb)	70
4.1.3.4	Granito Varginha (NP3γ3va)	70
4.2	Magmatismo Mesozoico	70
4.2.1	Diques básicos jurocretáceos	70
4.2.2	Intrusivas alcalinas cretáceas	71
4.2.2.1	Carbonatito Barra do Itapirapuã (Kλbi)	72
4.2.2.2	Suíte Alcalina Banhadão (Kλba)	72
4.2.2.2.1	Nefelina-sienito cinza (Kλbansc)	72
4.2.2.2.2	Flogopita-melteigito (Kλbam)	73
4.2.2.2.3	Nefelina-sienito rosa (Kλbansr)	73
4.2.2.2.4	Melanita-pseudoleucita-nefelina-sienito (Kλbamns)	73
4.2.2.3	Nefelina-Sienito Itapirapuã (Kλit)	74
4.2.2.4	Fonólito Barra do Teixeira (Kλbt)	74
4.2.2.5	Suíte Alcalina Mato Preto (Kλmp)	74
4.3	Sedimentação Cenozoica	75
4.3.1	Depósitos aluvionares (Q2a)	75
<b>5</b>	<b>GEOLOGIA ESTRUTURAL</b>	<b>77</b>
5.1	Unidades Paleoproterozoicas e Mesoproterozoicas	77
5.1.1	Complexo Apiaí-Mirim - Unidade migmatítica (PPamm)	77
5.1.2	Formação Água Clara (MP1ac)	78
5.1.3	Grupo Lajeado (MPI)	79
5.2	Unidades Neoproterozoicas	81
5.2.1	Grupo Itaiacoca (NPit)	81
5.2.2	Suítes graníticas Cunhaporanga e Três Córregos	81
5.3	Unidades Mesozoicas	84
<b>6</b>	<b>RECURSOS MINERAIS</b>	<b>85</b>
6.1	Metais Nobres	87
6.1.1	Prata	87
6.2	Metais Não Ferrosos	87
6.2.1	Chumbo	87
6.2.2	Cobre	87
6.2.3	Terras-raras	87

6.3 Metais Ferrosos .....	87
6.3.1 Ferro .....	87
6.3.2 Ferro-titânio .....	89
6.4 Rochas e Minerais Industriais .....	89
6.4.1 Água mineral .....	89
6.4.2 Areia.....	89
6.4.3 Bário.....	89
6.4.4 Calcário .....	90
6.4.5 Calcita .....	90
6.4.6 Cascalho .....	90
6.4.7 Flúor .....	90
6.4.8 Laterita .....	91
6.4.9 Rocha ornamental .....	91
6.4.10 Saibro.....	91
7 GEOQUÍMICA PROSPECTIVA .....	93
7.1 Materiais e Métodos .....	93
7.1.1 Método de campo.....	93
7.1.2 Método analítico .....	93
7.1.2.1 Sedimentos de corrente .....	94
7.1.2.2 Concentrados de bateia.....	94
7.2 Tratamento dos dados e resultados obtidos .....	94
7.2.1 Sedimentos de corrente.....	94
7.2.1.1 Estudo de variância .....	95
7.2.1.2 Sumário dos estimadores .....	95
7.2.1.3 Histogramas e tipos de distribuição .....	98
7.2.1.4 Correlações e análise de agrupamentos .....	98
7.2.1.5 Distribuição dos elementos e cálculo das anomalias.....	98
7.2.2 Concentrados de bateia .....	98
7.3 Discussão dos resultados .....	104
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	105
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
ANEXO A - HISTOGRAMAS .....	115





**PROJETO GEOLOGIA E RECURSOS  
MINERAIS DAS FOLHAS VILA BRANCA E  
RIBEIRA  
ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ**

---



# 1 – INTRODUÇÃO

As folhas Vila Branca (SG-22-X-B-IV-1) e Ribeira (SG-22-X-B-IV-2), escala 1:50.000, são constituintes da porção norte da Folha Cerro Azul (SG-22-X-B-IV), de escala 1:100.000 (Figura 1.1), e totalizam cerca de 1.500 km<sup>2</sup> de superfície.

A área mapeada abrange parte do sul do estado de São Paulo e leste do estado do Paraná, sendo limitada pelos paralelos 24°30'S e 24°45'S e meridianos 49°15'W e 49°30'W (Folha Vila Branca) e 49°00'W e 49°15'W (Folha Ribeira). Compreende parte dos municípios paulistas de Itapirapuã Paulista, Barra do Chapéu e Ribeira e dos municípios paranaenses de Sengés, Doutor Ulysses, Cerro Azul e Adrianópolis.

A principal via de acesso a partir da cidade de São Paulo é a Rodovia Presidente Castello Branco (BR-374/SP-280) até Tatuí, seguindo pelas rodovias SP-127 e SP-250 até Ribeira (Figura 1.2).

A economia da região se baseia, principalmente, na agricultura (cultivo de laranja e mexerica) e na extração de madeira de reflorestamento.

Do ponto de vista geológico, destacam-se as mineralizações de chumbo, nas proximidades do município de Ribeira (SP), e de mármore, para uso como rocha ornamental, na zona urbana de Doutor Ulysses (PR), bem como o elevado potencial econômico dos corpos alcalinos presentes na área (tais como fluorita, ferro e terras-raras).

A área já foi alvo de levantamentos geológicos, dentre os quais se destacam:

- Projeto Sudeste do Estado de São Paulo: Folha Itararé (SG.22-X-B). Convênio DNPM/CPRM (ALGARTE et al., 1972);
- Projeto Sudelpa. Convênio SUDELPA/CPRM (MORGENTAL et al., 1975);
- Projeto Leste do Paraná: Folha Cerro Azul (SG.22-X-B-IV). Convênio DNPM/CPRM (BATOLLA JÚNIOR et al., 1977);
- Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira. Convênio DNPM/CPRM (SILVA et al., 1981);
- Report on Geological Survey of Anta Gorda. Convênio DNPM/MMAJ-JICA (MMAJ/JICA, 1981, 1982, 1983).

Como os dados foram coletados por diferentes instituições, com escalas e objetivos distintos, o conjunto de informações contido nesses trabalhos é heterogêneo e fragmentado, além de desatualizado, devido ao longo período que se passou desde o último levantamento. Em vista disso, para consecução deste projeto de mapeamento promoveu-se a integração dos dados preexistentes com os recém-coletados, de modo a promover a atualização da geologia da área associada a novos levantamentos geoquímicos prospectivos.

Os resultados alcançados passam a constituir o SIG Geológico final e o GEOBANK (sistema de bancos de dados geológicos corporativo da CPRM/SGB), sendo disponibilizados ao público, de forma irrestrita, no portal da Empresa (<http://www.cprm.gov.br>).

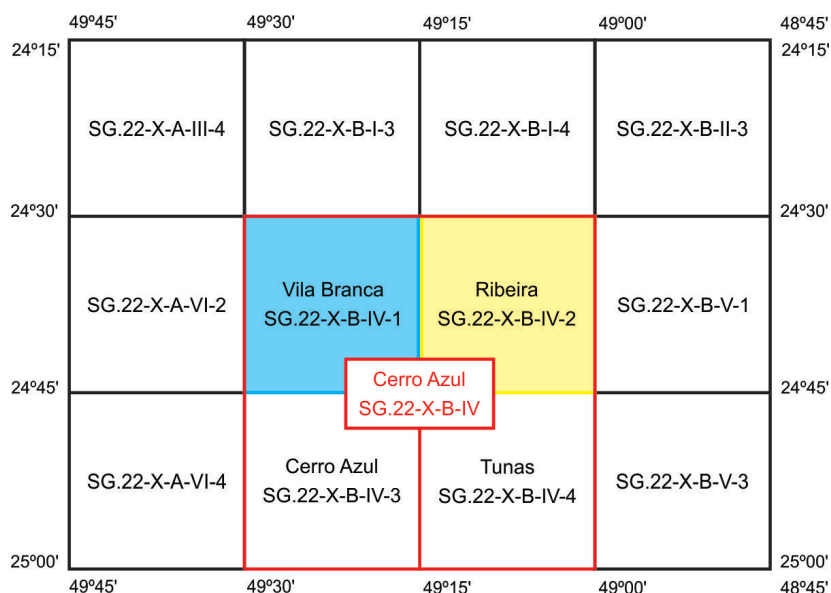


Figura 1.1 – Articulação das folhas Vila Branca (SG-22-X-B-IV-1) e Ribeira (SG-22-X-B-IV-2) em relação à folha Cerro Azul (escala 1:100.000) e às folhas em escala 1:50.000 adjacentes.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

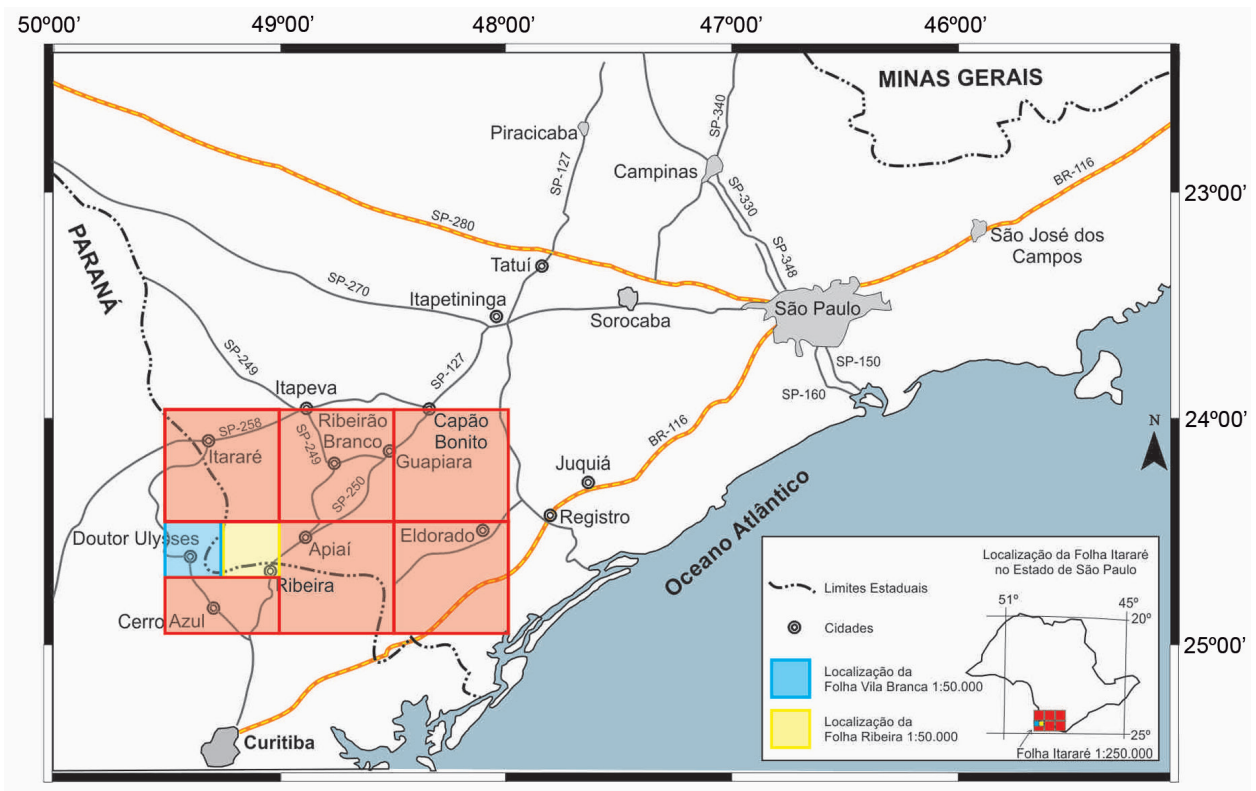


Figura 1.2 – Principais acessos rodoviários à região das folhas Vila Branca (SG-22-X-B-IV-1) e Ribeira (SG-22-X-B-IV-2) e articulação com a folha Itararé (escala 1:250.000).

Fonte: Adaptado de Rodrigues et al. (2012).

## 2 – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

As folhas Vila Branca e Ribeira encontram-se inseridas na porção meridional do Cinturão Ribeira (ALMEIDA et al., 1973), integrante da Província Mantiqueira (ALMEIDA et al., 1977, 1981) (Figura 2.1). Nos terrenos que as constituem predominam rochas metassedimentares e granitoides pré-cambrianos, bem como rochas intrusivas alcalinas e diques de diabásio mesozoicos.

O Cinturão Ribeira compreende um largo segmento crustal paralelo à linha costeira do sudeste brasileiro (Figura 2.1), tendo sido amalgamado, deformado e metamorfozido durante a Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (Neoproterozoico ao início do Paleozoico). Consiste de um complexo orógeno colisional relacionado às colisões oblíquas entre os crátons Paranapanema, São Francisco e Congo e à consolidação do continente Gondwana Ocidental (BRITO NEVES; CAMPOS NETO; FUCK, 1999; CAMPANHA; BRITO NEVES, 2004; FUCK; BRITO NEVES; SCHOBHENHAUS, 2008).

Atualmente, reconhece-se no Cinturão Ribeira a presença de diversos blocos re trabalhados de origens distintas, incluindo rochas antigas de embasamento alóctones, suítes de rochas vulcanossedimen-

tares mesoproterozoicas e neoproterozoicas e suítes granitoides intrusivas de afinidade diversa.

Dentre as primeiras descrições e relatos geológicos históricos do Vale do Ribeira, destacam-se os trabalhos de Derby (1878), Oliveira (1916, 1925, 1927), Moraes Rego (1933), Leonardos (1934, 1941), Carvalho e Pinto (1937), Martins (1938) e Barbosa (1941, 1948).

Propostas de subdivisões estratigráficas iniciam-se nas décadas de 1950 na porção paranaense (BIGARELLA; SALAMUNI, 1956a, b; 1958a, b; MARINI; TREIN; FUCK, 1967) e de 1970 na porção paulista (ALGARTE et al., 1974; MORGENTAL et al., 1975; SILVA et al., 1977, 1978, 1981).

A partir da década de 1970, foram realizados na região diversos projetos de mapeamentos sistemáticos em diferentes escalas (ALGARTE et al., 1972, 1974; ANDRADE; SOARES, 1971; BATOLLA JÚNIOR et al., 1977; BISTRICHI; ALMEIDA; STEIN, 1985; MORGENTAL et al., 1975; SILVA et al., 1981; SILVA; ALGARTE, 1981a, b; TAKAHASHI; FERREIRA; THEODOROVICZ, 1984; THEODOROVICZ et al., 1986). Alguns trabalhos acadêmicos também têm contribuído para a cartografia geológica, destacando-

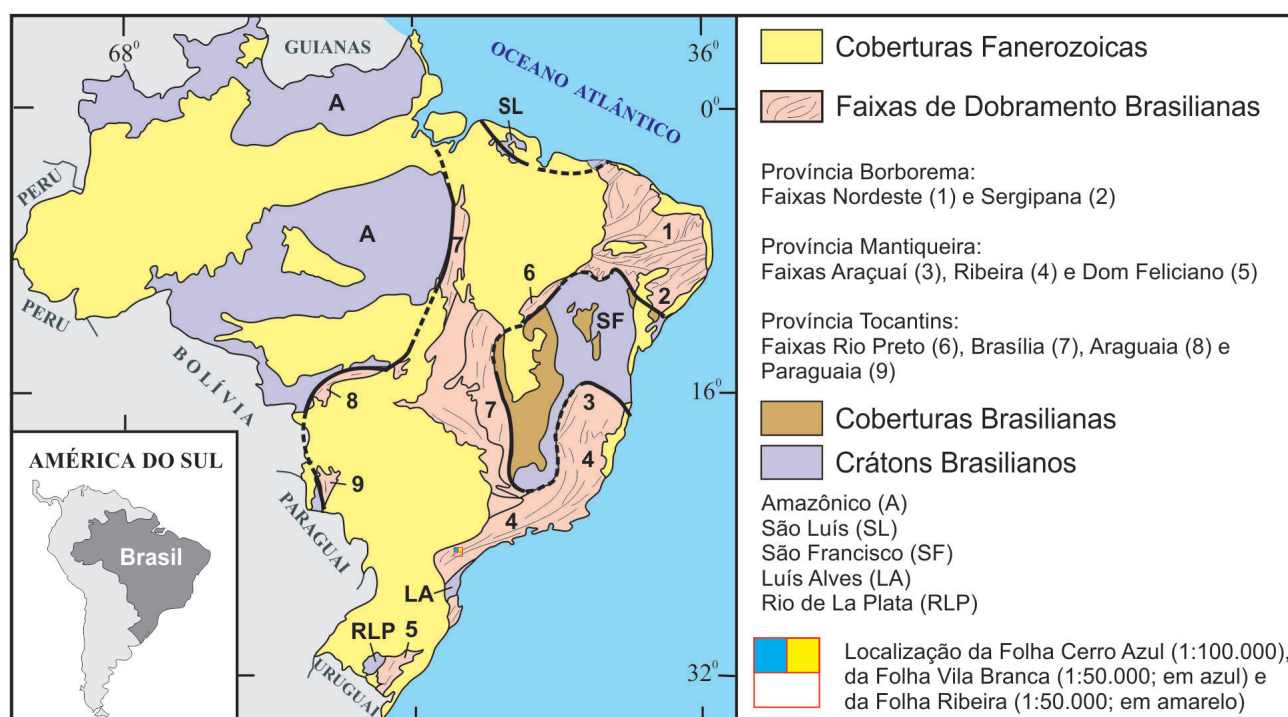


Figura 2.1 – Compartimentação tectônica do território brasileiro, com localização das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000) na folha Cerro Azul (escala 1:100.000).

Fonte: Adaptado de Schobbenhaus et al. (1984).

se Gimenez Filho (1993), Guimarães (2000), Prazeres Filho (2000, 2005) e Souza (1990).

Em termos de interpretações geotectônicas, os trabalhos regionais classicamente apresentavam um enfoque de certa maneira fixista, nos quais se tentava correlacionar diversas sequências de rochas metassedimentares e gnáissicas separadas por zonas de cisalhamento (ver discussões em Faleiros, 2008).

Embora conceitos modernos de tectônica de placas tenham sido aplicados a partir do final da década de 1980 (BASEI et al., 1992; CAMPANHA, 1991; CAMPANHA; BISTRICHI; ALMEIDA, 1987; CAMPANHA; SADOWSKI, 1999; FASSBINDER, 1996; REIS NETO, 1994; SIGA JUNIOR, 1995; SOARES, 1987, 1988; VASCONCELOS et al., 1999), nesses trabalhos geralmente se assume que as relações espaciais atualmente observadas entre diferentes domínios tectônicos implicam relações genéticas e geográficas originais preservadas ou parcialmente preservadas.

No século XXI, as unidades geológicas presentes na porção meridional do Cinturão Ribeira passam a ser reinterpretadas segundo a concepção de terrenos tectonoestratigráficos (suspeitos e exóticos) (CONEY; JONES; MONGER, 1980; HOWELL, 1995; JONES et al., 1983; MCWILLIAMS; HOWELL, 1982), na qual um terreno constitui uma entidade geológica de extensão regional limitada por falhas e caracterizada por uma história geológica totalmente desvinculada da evolução de unidades adjacentes em períodos anteriores à justaposição entre elas. O principal conceito embutido no termo “terreno” relaciona-se às incertezas com respeito às relações paleogeográficas originais entre duas ou mais unidades geológicas adjacentes, ou entre um terreno e um cráton adjacente (HOWELL, 1995). Um terreno composto seria formado pela colagem entre dois ou mais terrenos, cada qual com histórias geológicas distintas anteriores à colagem (HOWELL, 1995). Campanha e Faleiros (2005), Faleiros (2008), Faleiros et al. (2011) e Heilbron et al. (2004) são pioneiros na aplicação desse modelo para a região em apreço.

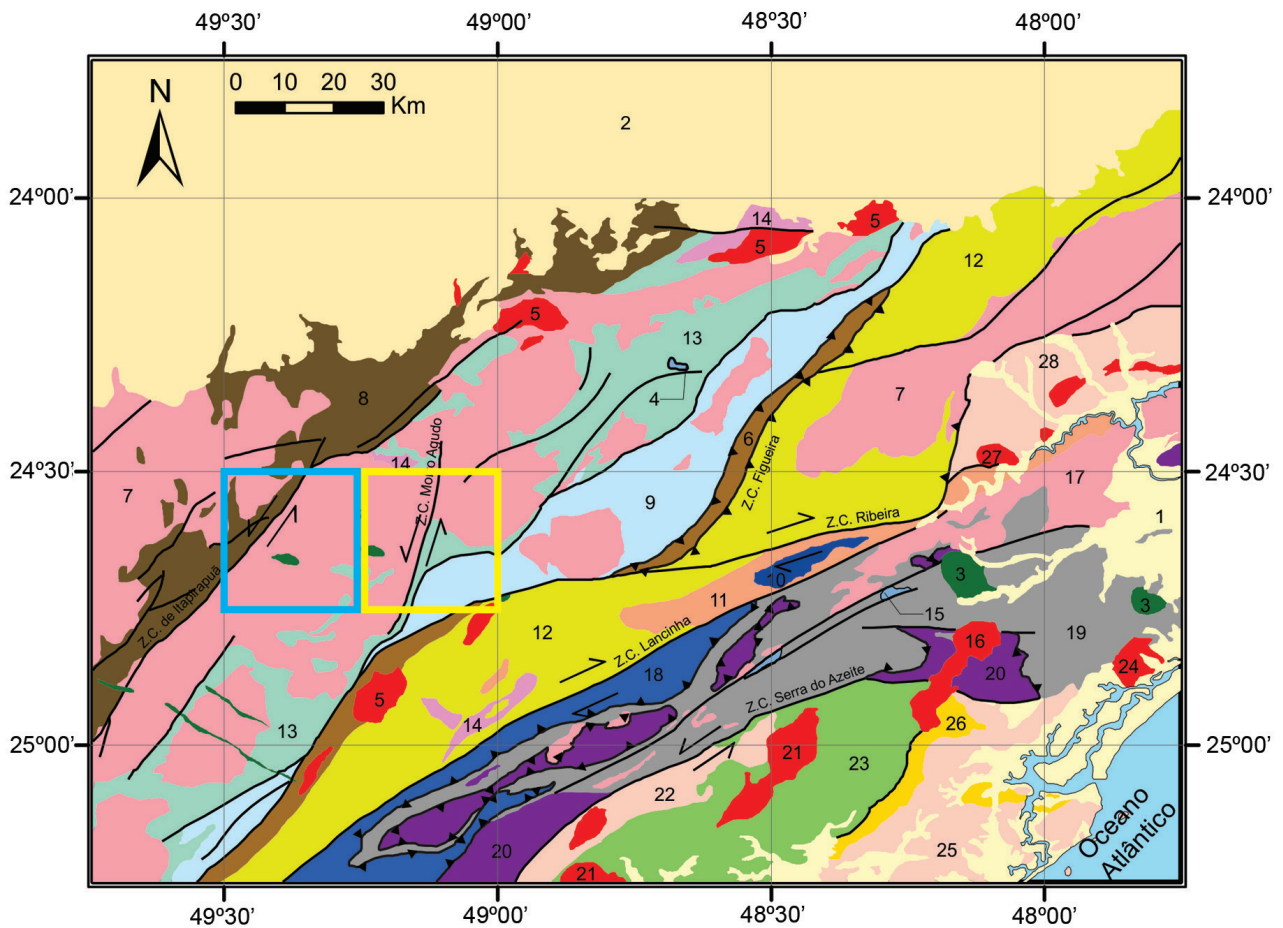
A área mapeada insere-se no terreno denominado Apiaí, conforme o trabalho de Faleiros (2008). Regionalmente, compreende as rochas pré-cambrianas

localizadas a norte da Zona de Cisalhamento Lancinha, sendo que a sul desta ocorre o Terreno Curitiba e, a leste, o Terreno Embu (Figura 2.2).

O Terreno Apiaí compreende sequências de rochas supracrustais, de baixo a médio grau metamórfico, originalmente designadas Grupo Açungui e, posteriormente, elevadas à categoria de supergrupo (CAMPANHA, 1991; CAMPANHA; SADOWSKI, 1999). Contudo, dados geocronológicos recentemente publicados (BASEI et al., 2003; CAMPANHA et al., 2008a, b; HACKSPACHER et al., 2000, SIGA JUNIOR et al., 2003, 2009) e novas interpretações indicam que essa unidade compreende uma associação de terrenos distintos, de idades calimiana (ca. 1450-1500Ma: Grupo Votuverava, Sequência Serra das Andorinhas e Formação Água Clara), esteniano-toniana (ca. 910-1030 Ma: parte do Grupo Itaiacoca) e ediacarana (ca. 630-580 Ma: Formação Iporanga, parte do Grupo Itaiacoca), e terrenos de idades de sedimentação ainda pouco estabelecidas (Grupo Lageado), acrescidos durante a Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (CAMPANHA; FALEIROS, 2005; FALEIROS, 2008; FALEIROS et al., 2011). Rochas de embasamento consistem de associações de ortognaisses migmatíticos e miloníticos estaterianos (ca. 1750-1800 Ma) (CURY et al., 2002; PRAZERES FILHO et al., 2005; RIBEIRO, 2006), aflorantes, principalmente, no núcleo de algumas estruturas antiformais restritas.

Suítes graníticas neoproterozoicas (sobretudo ediacaranas) ocorrem ao longo de todo o Terreno Apiaí. Predomina um magmatismo calcialcalino representado, principalmente, por três grandes batólitos posicionados segundo direção nordeste: Cunhaporanga, Três Córregos e Agudos Grandes (GUIMARÃES, 2000; JANASI; LEITE; VAN SCHMUS, 2001; LEITE et al., 2007a, b; PRAZERES FILHO, 2000, 2005; PRAZERES FILHO et al., 2003). Adicionalmente, ocorrem granitos subalcalinos e alcalinos associados a eventos pós-tectônicos.

O magmatismo mesozoico é caracterizado por diques e *stocks* de rochas básico-alcalinas, destacando-se o enxame de diques de Guapiara (ALGARTE, 1972; FERREIRA et al., 1981).



**Litologia**

- 1 Coberturas sedimentares inconsolidadas
- 2 Sedimentos da Bacia do Paraná
- 3 Rochas alcalinas/ultramáficas/básicas mesozoicas

**Estrutural**

- Falha ou fratura
- ▲— Zona de cisalhamento compressional
- Zone de cisalhamento transcorrente
- ←←← Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento transcorrente destal

- Folha Vila Blanca
- Folha Ribeira

**Terreno Apiaí**

- 4 Bacia de transição Proterozoico-Fanerozoico
- 5 Granitos pós-tectônicos
- 6 Formação Iporanga (Ediacarana)
- 7 Granitos sintectônicos
- 8 Grupo Itaiococa (Neoproterozoico)
- 9 Grupo Lajeado (Meso a Neoproterozoico)
- 10 Mármore da Tapagem
- 11 Sequência Serra das Andorinhas
- 12 Grupo Votuverava (Mesoproterozoico)
- 13 Formação Água Clara (Mesoproterozoico)
- 14 Núcleos Tigre, Betara e Apiaí-Mirim

**Terreno Curitiba**

- 15 Bacia de transição Proterozoico-Fanerozoico
- 16 Granitos pós-tectônicos
- 17 Granitos sintectônicos
- 18 Formação Capiru
- 19 Complexo Turvo-Cajati
- 20 Complexo Atuba

**Terreno Paranaguá**

- 24 Granitos pós-tectônicos
- 25 Granitoides calcialcalinos (ediacaranos)
- 26 Sequência Cachoeira

**Terreno Luís Alves**

- 21 Granitos pós-tectônicos
- 22 Suíte Rio Piên-Mandirituba
- 23 Complexo Serra Negra

**Terreno Embu**

- 27 Granitos pós-tectônicos
- 28 Complexo Embu

Figura 2.2 – Mapa tectônico simplificado mostrando as relações entre os terrenos integrantes do cinturão Ribeira: Apiaí, Curitiba, Luís Alves e Paranaguá.

Fonte: Modificado de Faleiros (2008).

Nota: O retângulo em azul delimita a folha Vila Blanca; o amarelo, a folha Ribeira.





## 3 - GEOFÍSICA

A aerogeofísica é o método de aquisição de dados geofísicos por meio de levantamentos aéreos. Para reconhecimentos geológicos, é comum prover a aeronave de sensores magnéticos e gamaespectrométricos multicanal e de equipamentos para registros digitais das medidas geofísicas e controle de navegação.

### 3.1 LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO

Os dados aerogeofísicos disponíveis para a região foram levantados no Projeto Paraná-Santa Catarina (CPRM, 2011) e se encontram armazenados na Base de Dados de Projetos Aerogeofísicos do Brasil AERO (<<http://www.cprm.gov.br/aero/aero.htm>>; código 1095) (Figura 3.1).

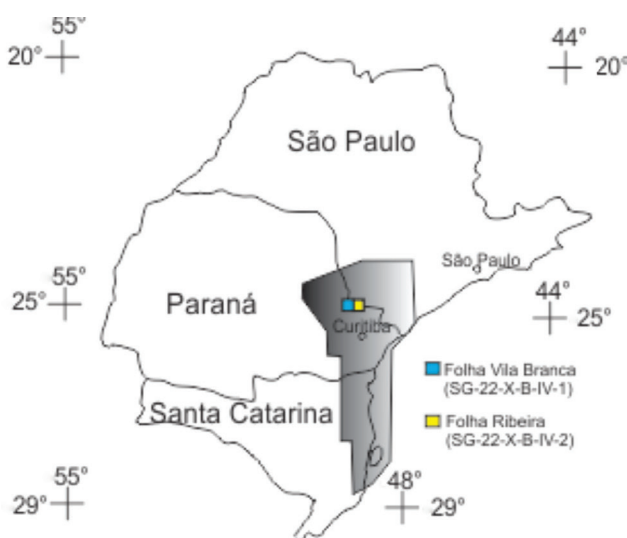


Figura 3.1 – Área de cobertura (em cinza) do projeto aerogeofísico Paraná-Santa Catarina.

Fonte: CPRM, 2011.

Nota: No detalhe, em azul, a localização da folha Vila Branca (SG-22-X-B-IV-1); em amarelo, a folha Ribeira (SG-22-X-B-IV-2).

### 3.2 DADOS UTILIZADOS

No Projeto Paraná-Santa Catarina, as linhas de voo (LV) apresentam direção N-S, espaçadas a cada 500 m, e linhas de controle (LC), espaçadas de 5 km, com direção E-W. A frequência de leitura dos dados foi de aproximadamente uma leitura a cada segundo para os dados gamaespectrométricos e de 10 leituras por segundo para os dados magnetométricos,

sendo a altura de voo de 100 m com relação ao solo.

Com o processamento de dados tem-se por objetivo a geração de diferentes temas sob a forma de *grids*, que são elaborados de acordo com a necessidade de utilização das informações aerogeofísicas. As dimensões dos referidos *grids* obedecem a limitações estabelecidas por parâmetros do levantamento aéreo. Adotou-se como espaçamento na interpolação dos dados o valor de um quarto (¼) do espaçamento das LV, ou seja, 125 m.

Na geração dos *grids* utilizou-se o *software* Oasis montaj 7.5 da Geosoft, adotando-se para os temas magnetométrico e gamaespectrométrico as dimensões de 125 x 125 m. Os mapas gerados foram os seguintes:

- Magnetométricos: Campo magnético residual (nT – nanotesla), primeira derivada vertical (nT/°) e sinal analítico do campo magnético residual (nT/°).
- Gamaespectrométricos: Contagem total ( $\mu\text{R/h}$  – microrroentgen por hora), tório (ppm – partes por milhão), urânio (ppm – partes por milhão), potássio (% – porcentagem), as razões U/Th, U/K, Th/K e composição ternária dos três elementos (U, Th, K).

Nesta nota explicativa serão apresentadas apenas as imagens dos *grids* de maior relevância para os trabalhos de interpretação: magnetométricos (campo magnético total, sinal analítico e primeira derivada) e gamaespectrométricos (tório, urânio, potássio e composição ternária).

### 3.3 INTERPRETAÇÃO AEROGEOFÍSICA QUALITATIVA

Com a interpretação qualitativa dos dados aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria teve-se como finalidade auxiliar os trabalhos de cartografia geológica das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).

De modo geral, o estudo restringiu-se à análise de feições geofísicas circunscritas, a partir dos contrastes laterais de propriedades físicas de minerais (susceptibilidade magnética e emissão de radiação gama – elementos Th, U e K) existentes na litologia do terreno. Os sinais físicos são emitidos pelo terreno e registrados por sensores diretamente abaixo da linha do levantamento aerogeofísico.

A partir da identificação das propriedades físicas das rochas, juntamente com as informações sobre a

intensidade e a forma das feições geofísicas obtidas no processamento dos dados aéreos (imagens dos *grids*), pode-se sugerir a existência de determinados tipos litológicos ou estruturas geológicas nos terrenos.

Dessa forma, obteve-se, preliminarmente, um mapa litoestrutural (geológico) utilizando-se apenas os dados geofísicos.

A interpretação geofísica qualitativa foi (e deve ser) inicialmente realizada de maneira independente das informações geológicas disponíveis, de forma a evitar a influência das referidas informações na etapa de análise dos dados aerogeofísicos.

### 3.3.1 MAGNETOMETRIA

Os mapas magnetométricos foram os que mais contribuíram com informações relacionadas à geologia estrutural da área, mostrando-se úteis na definição do arcabouço tectonoestrutural da região.

#### 3.3.1.1 CAMPO MAGNÉTICO TOTAL

No mapa de campo magnético total reduzido do International Geomagnetic Reference Field (IGRF) da

região das folhas Vila Branca e Ribeira (Figura 3.2), nota-se uma característica comum a esse tipo de mapa – a bipolaridade –, marcada pela existência de valores positivos (cor magenta/vermelho) associados a valores negativos (cor azul), que representam um único corpo magnético.

#### 3.3.1.2 SINAL ANALÍTICO

O sinal analítico em um mapa magnetométrico do campo total reduzido do IGRF é um artifício matemático utilizado para que anomalias magnéticas que, inicialmente, possuem caráter bipolar, passem à categoria de monopulares. O emprego desse método faz com que a amplitude do sinal fique localizada imediatamente acima dos limites de estruturas/corpos, facilitando a identificação e o posicionamento de corpos magnéticos ou não magnéticos.

No mapa do sinal analítico do campo magnético total das folhas Vila Branca e Ribeira (Figura 3.3), observa-se que não há, na região, corpos magnéticos com dimensões expressivas. Pequenos corpos, em conjunto com diques e falhas, de direções NE-SW e NW-SE, ocasionam a dispersão dos valores mais

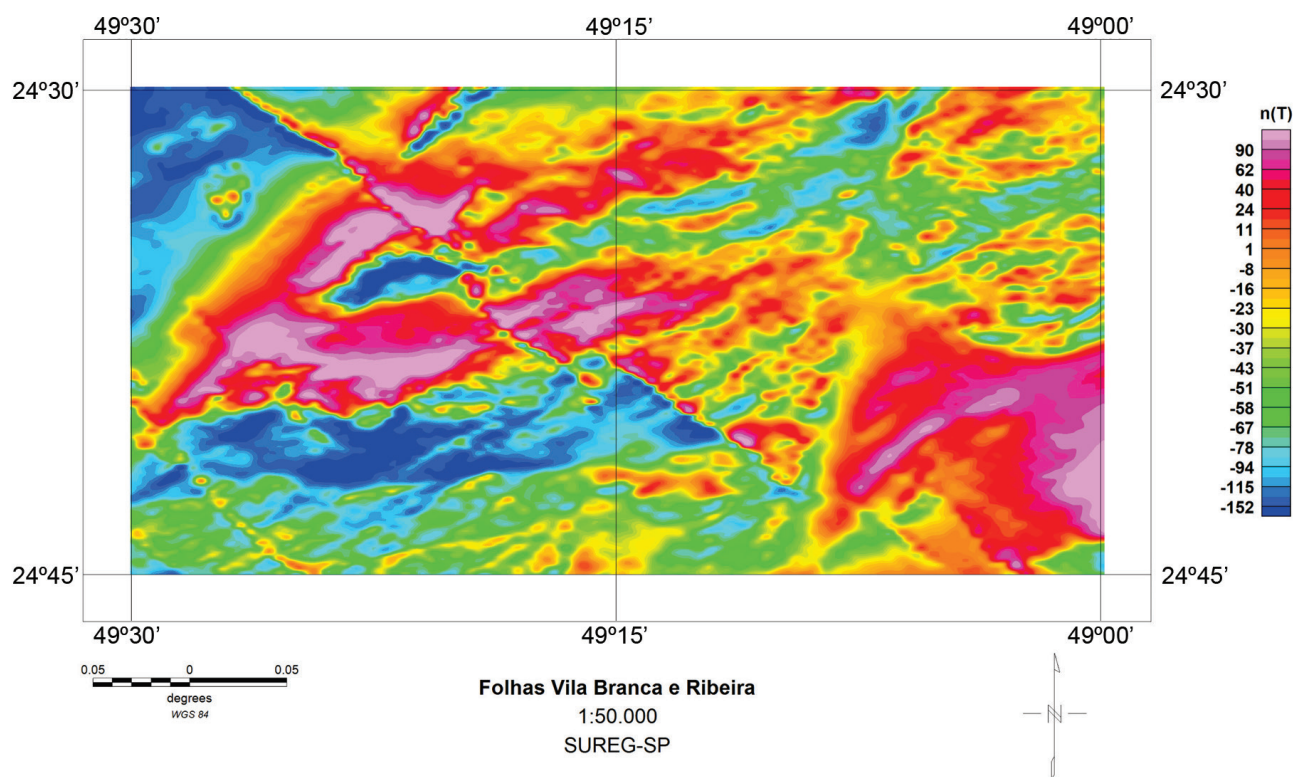


Figura 3.2 – Mapa de campo magnético total reduzido do IGRF da região das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

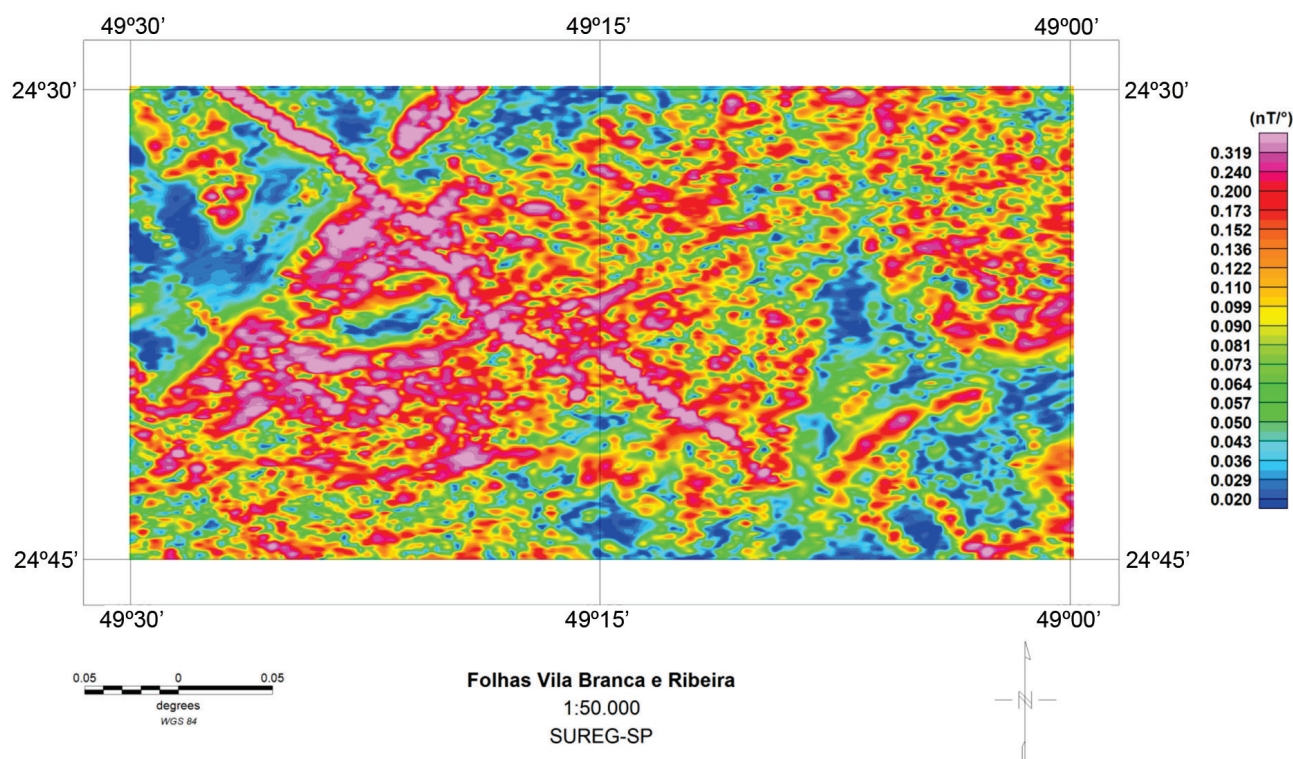


Figura 3.3 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total da região das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Nota: As anomalias em magenta/vermelho representam valores positivos; em azul, ausência de magnetização.

elevados de magnetização (cor magenta/vermelho) sobre um embasamento não magnético (cor azul).

### 3.3.1.3 PRIMEIRA DERIVADA

A aplicação da primeira derivada vertical do campo magnético total reduzido do IGRF caracteriza-se por realçar as estruturas magnéticas (falhas/fraturas e diques magnéticos). Nota-se, assim, a predominância de alinhamentos magnéticos associados a falhas/fraturas e diques magnéticos na direção NE-SW, bem como outros alinhamentos perpendiculares (NW-SE), cortando o *trend* principal (Figura 3.4).

Aparentemente, os lineamentos magnéticos de direção NW-SE podem estar associados a diques magnéticos e os de direção NE-SW, a falhas/fraturas. Nota-se, ainda, uma estrutura magnética, possivelmente uma falha geológica, de direção aproximadamente N-S, na região central da Folha Ribeira.

### 3.3.2 GAMAESPECTROMETRIA

A gamaespectrometria ou radiometria pode ser utilizada como guia para localizar rochas com níveis

de radioatividade acima do *background*, como granitóides e rochas alcalinas, mas é também importante na identificação de feições com radiação decrescente ou com baixas emissões de radiação gama, como em muitas existentes na área de estudo.

Os mapas dos radioelementos Th, U e K correspondem à geologia de superfície e representam a distribuição das diferentes rochas e solos aflorantes. Na área dos projetos aerogeofísicos Serra do Mar Sul e Paraná-Santa Catarina, os níveis radiométricos inicialmente medidos em cps (choques por segundo) estão convertidos, para concentrações de U e Th, em ppm, e para K, em porcentagem, por meio da técnica *back-calibration*. A contagem total é expressa como taxa de exposição em  $\mu\text{R/h}$  (microrroentgen por hora).

De forma geral, os mapas gamaespectrométricos apresentam-se com um índice relativamente alto de radioelementos, especialmente na região central da área.

No mapa do elemento tório destacam-se alguns corpos com alto índice desse elemento, um deles localizado na região central da área, com formato elipsoidal, e outro, de formato circular, na porção oeste (Figura 3.5).

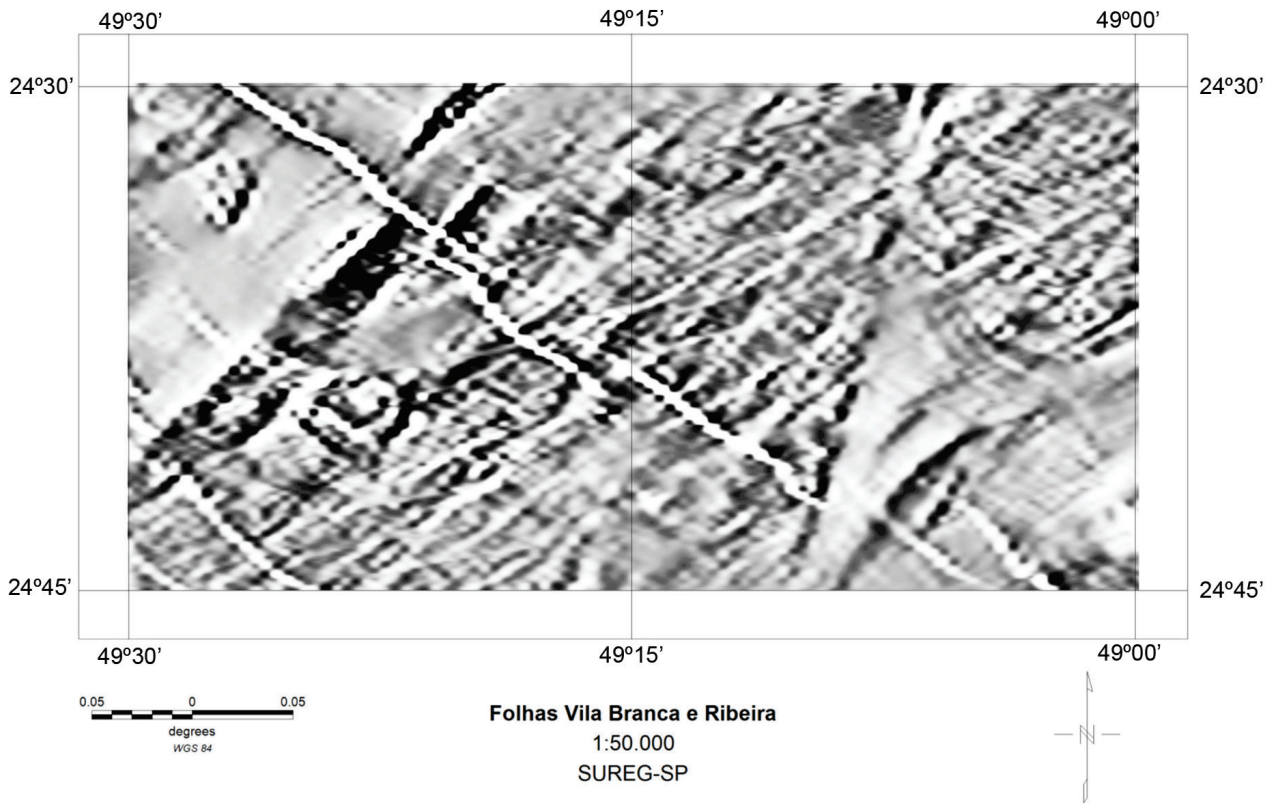


Figura 3.4 – Mapa da primeira derivada vertical do campo magnético total das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

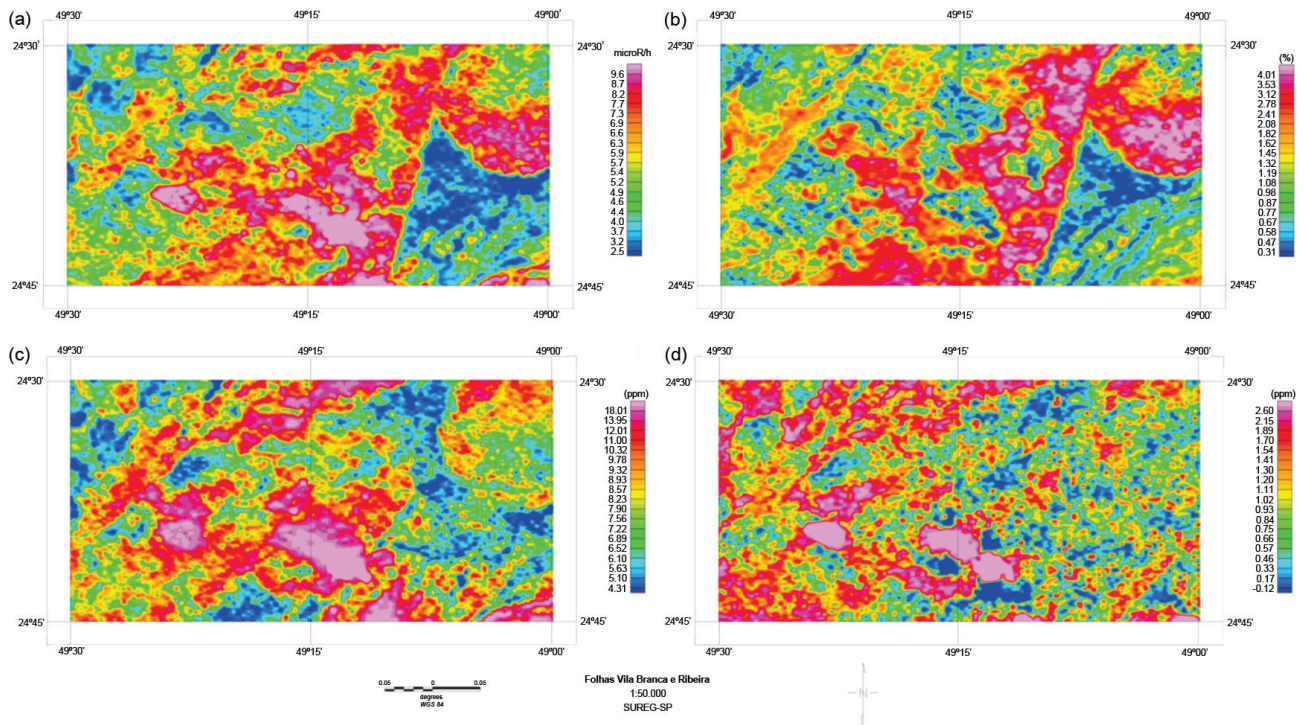


Figura 3.5 – Mapas gamaespectrométricos das folhas Vila Branca e Ribeira: (A) contagem total, (B) potássio, (C) tório, (D) urânio.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

O mapa de composição ternária RGB (Red-Green-Blue) dos elementos radioativos potássio, tório e urânio (Figura 3.6) facilita a visualização integrada desses elementos. De maneira geral, esse mapa representa uma aproximação da geologia superficial local.

### 3.3.3 MAPAS DE INTERPRETAÇÃO AEROGEOFÍSICA DE DADOS MAGNETOMÉTRICOS E GAMA-ESPECTROMÉTRICOS

Após proceder à análise do mapa de derivada vertical do campo magnético total reduzido do IGRF (Figura 3.4) e traçar os principais alinhamentos, obtém-se o mapa de alinhamentos magnéticos da

região (Figura 3.7). Tais alinhamentos magnéticos podem estar representando tanto falhas quanto diques.

A partir do mapa de sinal analítico do campo magnético reduzido do IGRF, elaborou-se o mapa de domínios magnéticos (Figura 3.8), que indica, de forma mais abrangente, o comportamento magnético das rochas existentes nos terrenos das folhas Vila Branca e Ribeira.

A interpretação aerogeofísica integrada dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos possibilitou a geração de um mapa qualitativo de feições geofísicas, baseado nas propriedades presentes em cada um dos corpos (Figura 3.9; Quadro 3.1).

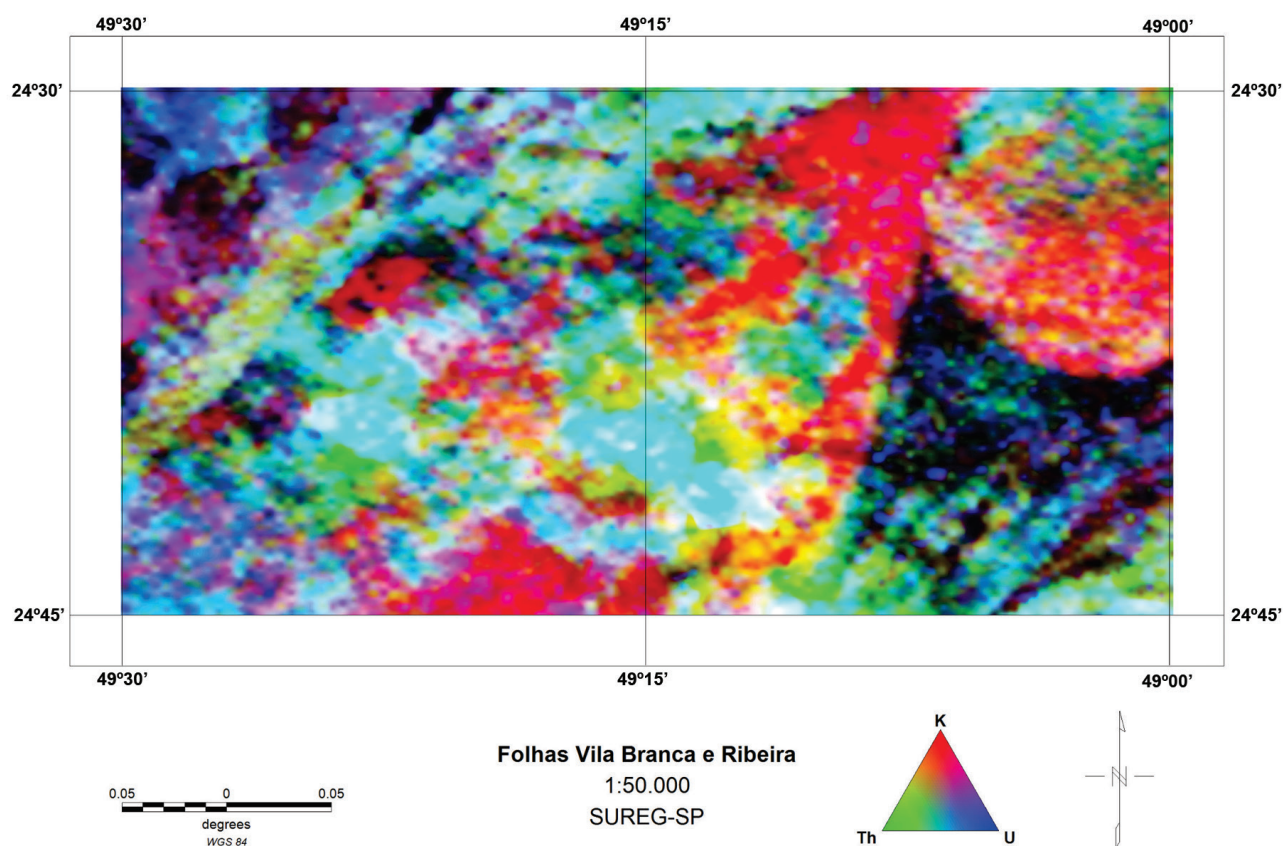


Figura 3.6 – Mapa de composição ternária dos elementos potássio, tório e urânio das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

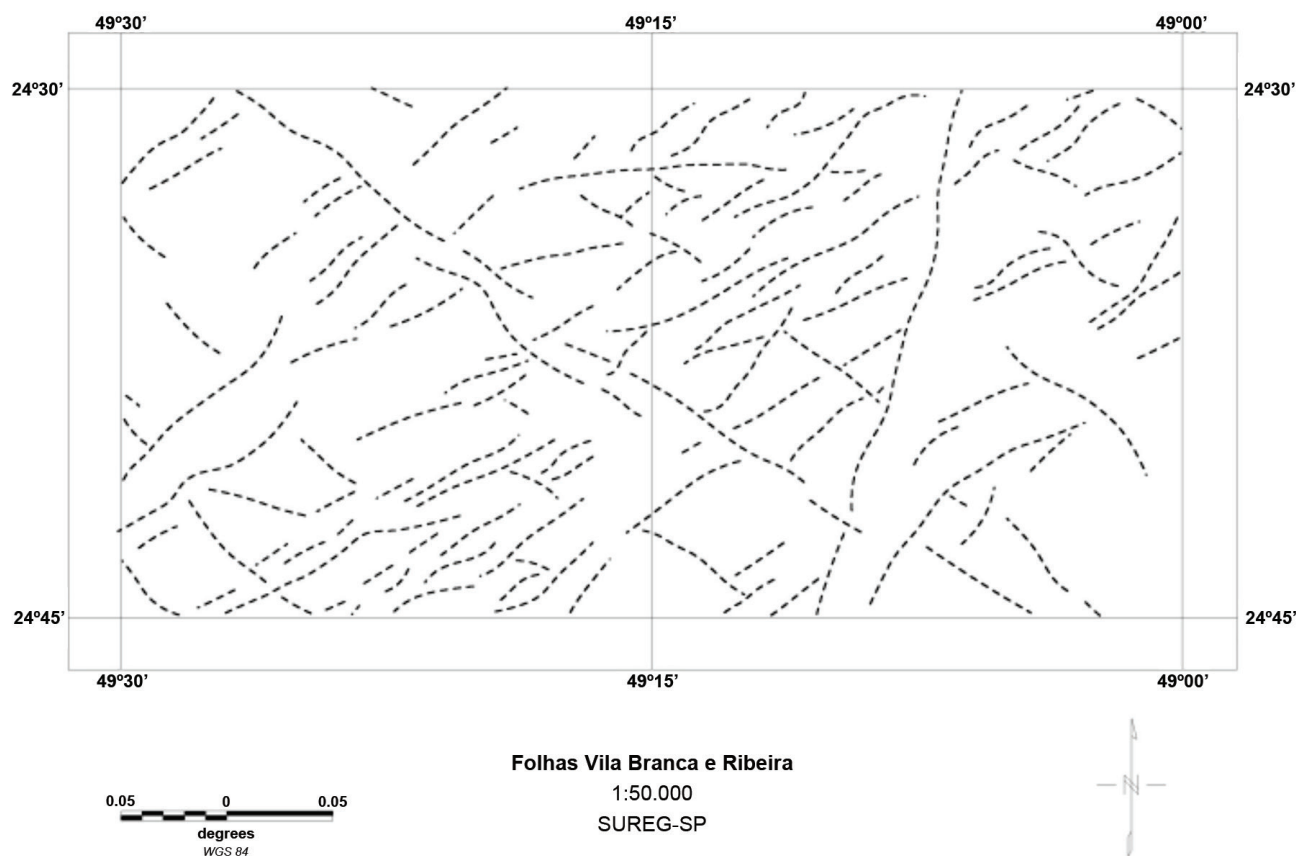


Figura 3.7 – Mapa de alinhamentos magnéticos nas folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

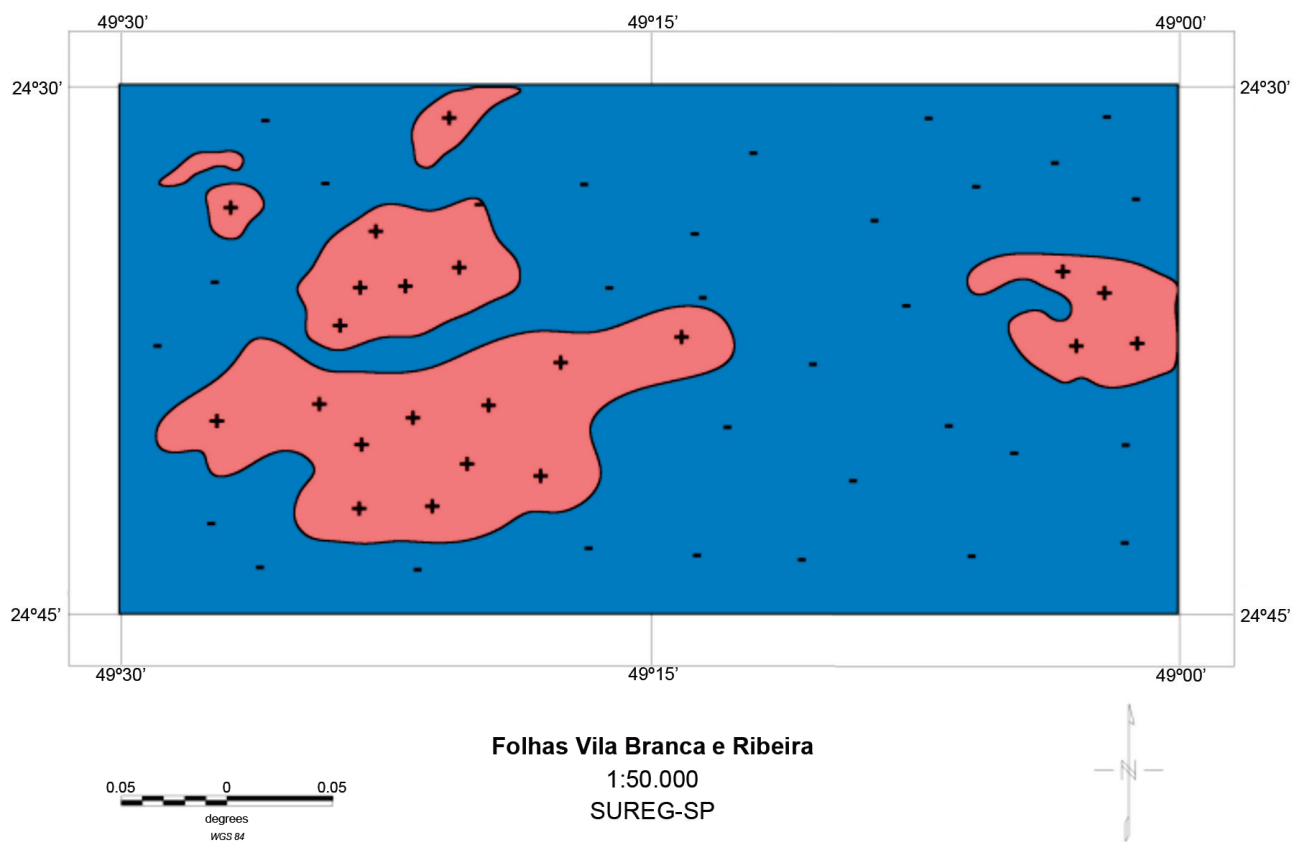


Figura 3.8 – Mapa de domínios magnéticos (em vermelho) e não magnéticos (em azul) das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

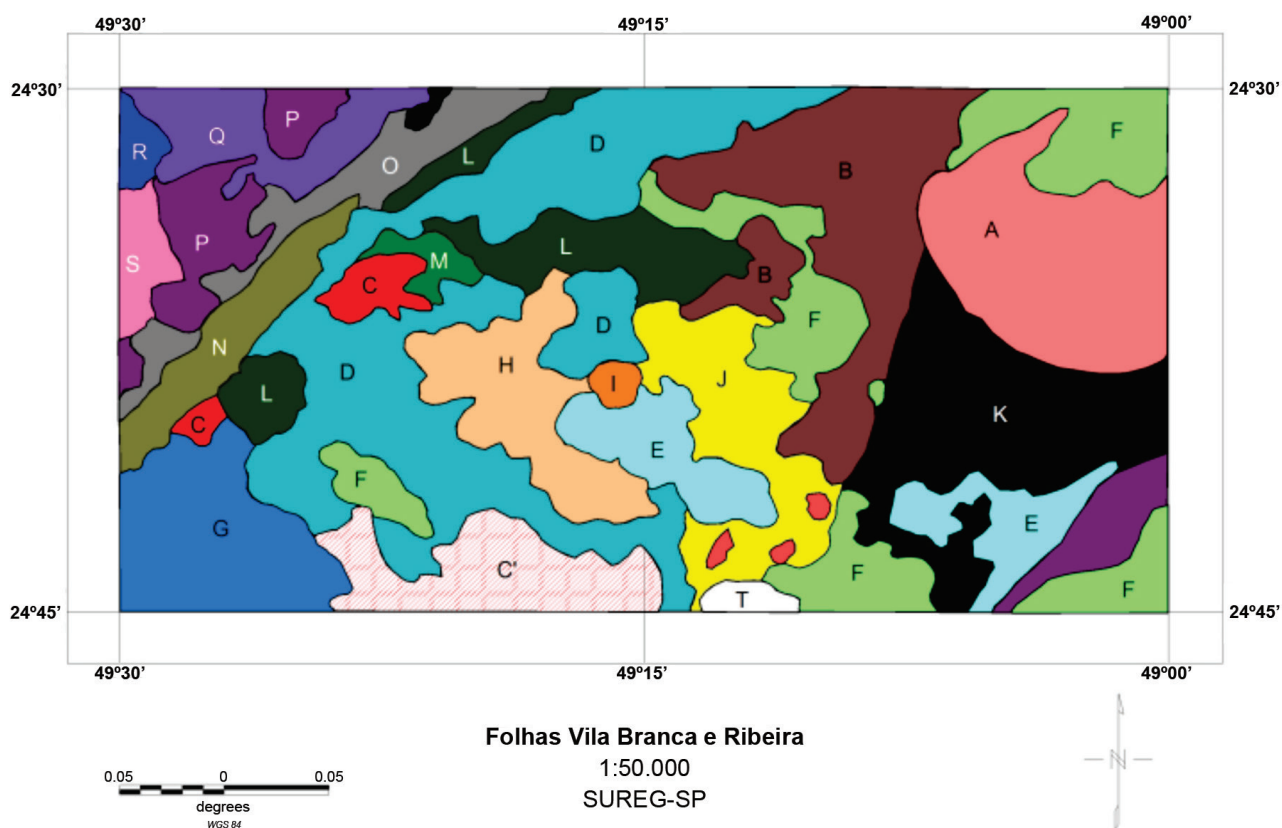


Figura 3.9 – Mapa de interpretação geofísica qualitativa das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

Corpo	Sinal Magnético	Potássio	Tório	Urânio
A	Alto	Alto	Médio	Médio
B	Médio	Alto	Baixo	Baixo
C	Alto	Alto	Baixo	Médio
C'	Médio	Alto	Baixo	Médio
D	Médio	Médio	Alto	Alto
E	Baixo	Baixo	Alto	Alto
F	Médio	Médio	Alto	Médio
G	Médio	Médio	Médio	Alto
H	Alto	Alto	Médio	Baixo
I	Alto	Alto	Médio	Baixo
J	Médio	Alto	Alto	Baixo
K	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
L	Médio	Baixo	Médio	Médio
M	Alto	Baixo	Médio	Médio
N	Baixo	Alto	Alto	Médio
O	Baixo	Médio	Alto	Alto
P	Baixo	Médio	Baixo	Baixo
Q	Baixo	Médio	Médio	Alto
R	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
S	Baixo	Alto	Baixo	Alto
T	Baixo	Alto	Alto	Alto

Quadro 3.1 – Propriedades das unidades geofísicas.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.





# 4 - LITOESTRATIGRAFIA

As unidades litoestratigráficas presentes na área de estudo, principalmente as metassedimentares de idade pré-cambriana, são objeto de considerável volume de dados publicados, bem como de diversas propostas de arranjo estratigráfico.

Dessa forma, as informações obtidas no atual levantamento geológico, associadas ao número de da-

dos geocronológicos existentes na literatura (BASEI et al., 2003; CAMPANHA et al., 2008a, b; GIMENEZ FILHO, 1993; PRAZERES FILHO, 2000, 2005; SIGA JUNIOR et al., 2003, 2009; WEBER et al., 2004), permitiram reavaliar a estratigrafia das folhas Vila Branca e Ribeira (Figuras 4.1 e 4.2).

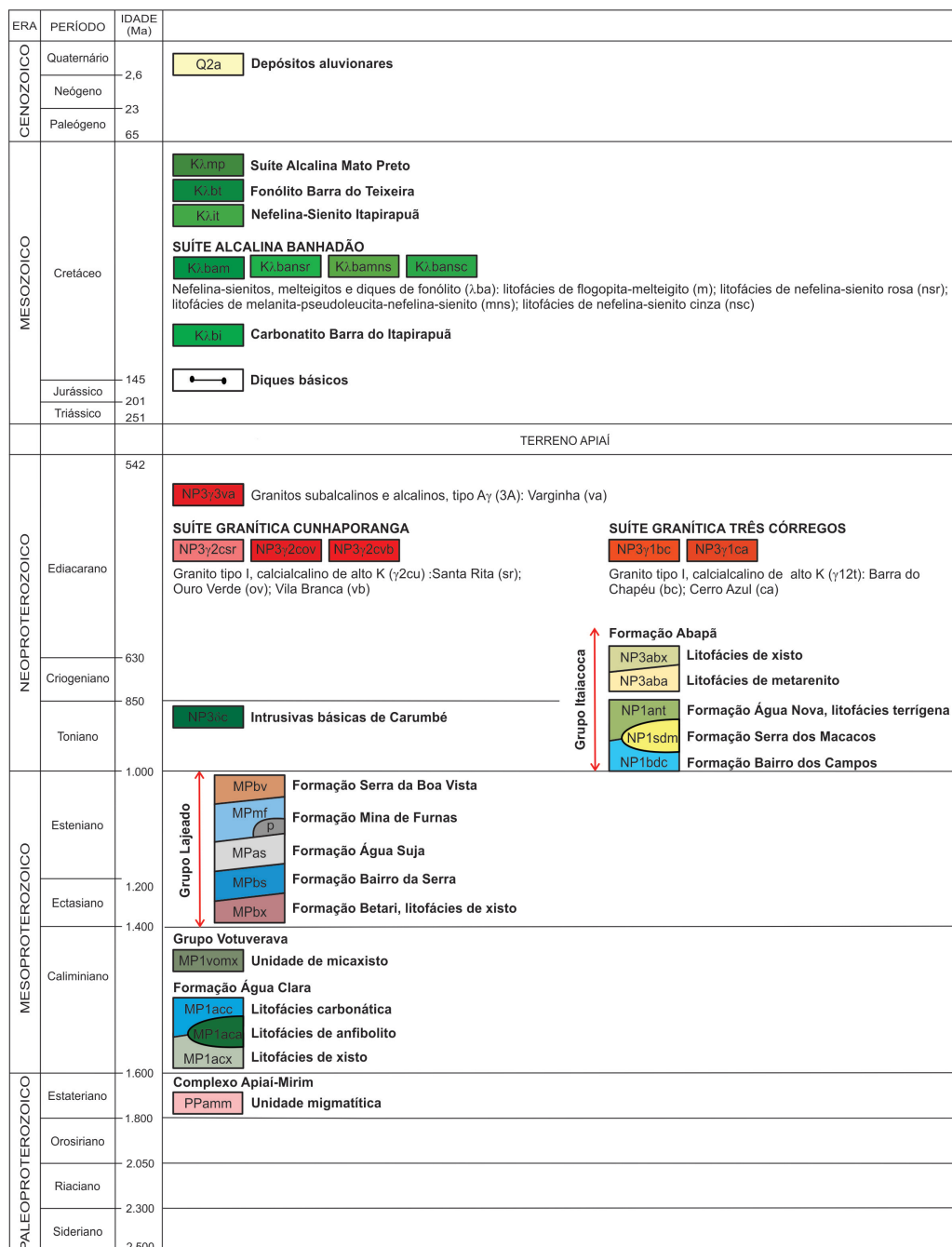


Figura 4.1 – Relações tectonoestratigráficas das unidades geológicas das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000).  
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

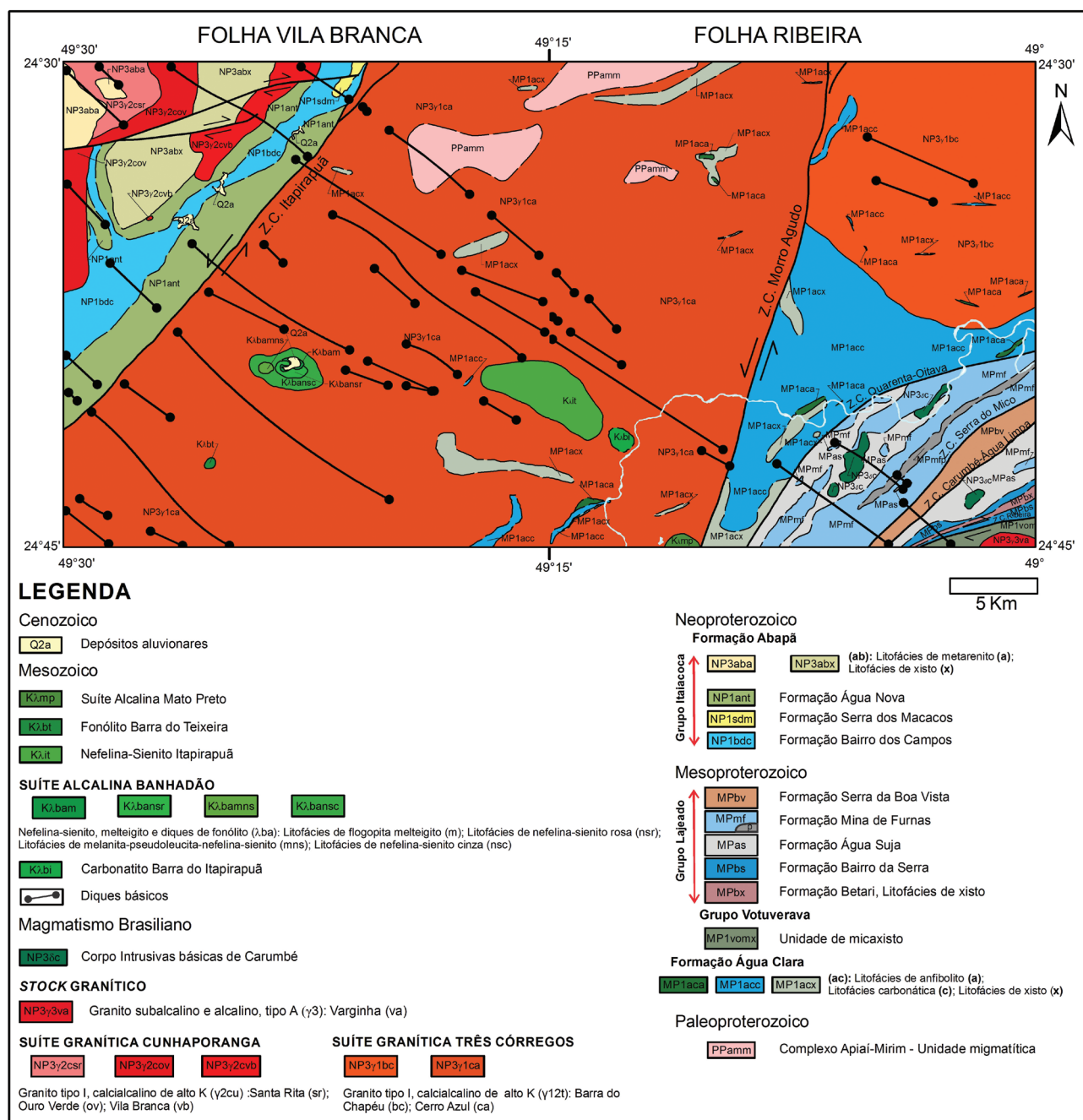


Figura 4.2 – Mapa geológico simplificado das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000). Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

As análises litogeoquímicas em rocha total foram realizadas na SGS Geosol Laboratórios Ltda. para caracterização de rochas granitoide, alcalinas e metabasitos. A determinação de óxidos maiores ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) foi estabelecida por fusão com metaborato de lítio utilizando ICP-OES (espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente). Os elementos Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Mo e Ag tiveram abertura realizada por digestão com água-régia, enquanto outros elementos menores e traços (Rb, Cs, Ba, Sr, Ga, Ta, Nb, Hf, Zr, Y, Th, U, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Be,

W, Sn), por fusão com metaborato de lítio, foram dosados por ICP-MS (espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente). Determinou-se o conteúdo de FeO por volumetria, utilizando-se dicromato de potássio.

#### 4.1 TERRENO APIAÍ

O Terreno Apiaí ocupa quase a totalidade da área estudada, sendo constituído, principalmente, por rochas graníticas neoproterozoicas (Suíte Granítica Três Córregos, Suíte Granítica Cunhaporanga e Grani-

to Varginha), que intrudem rochas metassedimentares e metavulcânicas mesoproterozoicas (Formação Água Clara, Grupo Votuverava e Grupo Lajeado) e neoproterozoicas (Grupo Itaiacoca) do Supergrupo Açungui. Ocorrem, ainda, relictos de embasamento paleoproterozoico representados por rochas migmatíticas do Complexo Apiaí-Mirim.

#### 4.1.1 COMPLEXO APIAÍ-MIRIM - UNIDADE MIGMATÍTICA (PPamm)

O termo Suíte Metamórfica Apiaí-Mirim foi primeiramente definido por Chiodi Filho et al. (1983) para designar rochas integrantes do embasamento aflorantes na região entre Capão Bonito e Itapirapuã Paulista (SP), com grau metamórfico mais elevado que o dos metassedimentos do Supergrupo Açungui.

Diversos autores utilizam a denominação Apiaí-Mirim para caracterizar unidades litológicas diferentes (GIMENEZ FILHO, 1993; PRAZERES FILHO, 2005; TAKAHASHI; FERREIRA; THEODOROVICZ, 1984; THEODOROVICZ et al., 1986). Reis Neto (1994) e Gimenez Filho et al. (2000) inserem essas rochas gnáissicas e migmatíticas na Suíte Granítica Três Córregos.

Seguindo a nomenclatura adotada por Rodrigues et al. (2012) no mapeamento geológico da Folha Itararé na escala 1:100.000 (localizada a norte das folhas Vila Branca e Ribeira), o termo Complexo Apiaí-Mirim é utilizado neste trabalho para denominar corpos de rochas migmatíticas e de augengnaisses localizados frequentemente na Suíte Granítica Três Córregos. Essa unidade é correlata ao Complexo Pré-Setuva (Unidade AeMg: gnaisses parcialmente migmatizados) de Bistrichi, Almeida e Stein (1985); aos Granitoides de Anatexia/Migmatitos de Gimenez Filho (1993), e às Rochas Gnáissico-Migmatíticas de Prazeres Filho (2005).

A unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim aflora na porção nordeste da Folha Vila Branca e noroeste da Folha Ribeira, em contato com o Granito Cerro Azul da Suíte Granítica Três Córregos (Figura 4.3). Sua exposição na área de estudo é escassa e os afloramentos estão frequentemente muito intemperizados. Porém, estruturas migmatíticas, como estromática e dobrada, podem ser identificadas (Figuras 4.4 e 4.5).

Essa unidade é constituída por hornblenda-biotita-gnaisse migmatizado, de cor cinza, textura lepi-

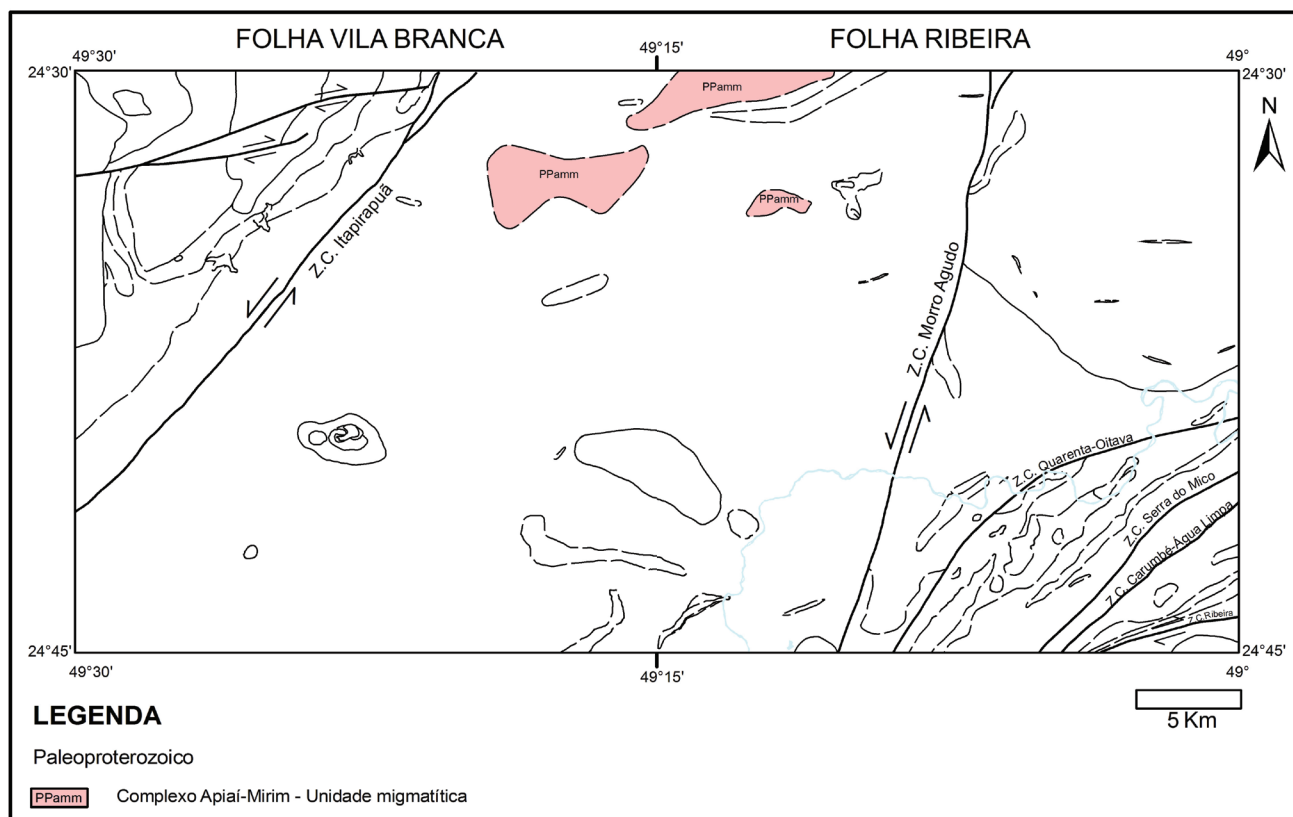


Figura 4.3 – Área de exposição do complexo Apiaí-Mirim. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.



Figura 4.4 – Corte em pedra de saprólito de hornblenda-biotita-gnaiss migmatizado da unidade migmatítica do complexo Apiaí-Mirim, com alternância de bandas félsicas (cor branca) e máficas (cor vermelha a roxa) (afloramento ST-55, arredores de Barra Grande, Itapirapuã Paulista, SP).  
Fotografia: Sueli Akemi Tomita, 2011.



Figura 4.5 – Matacão de hornblenda-biotita-gnaiss migmatizado da unidade migmatítica do complexo Apiaí-Mirim; observa-se estrutura estromática com níveis de leucossoma quartzofeldspático e mesossoma granítico dobrados e boudinados (afloramento JP-145, no limite entre os estados de São Paulo e Paraná, Itapirapuã Paulista, SP).  
Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

dogranoblástica e bandamento composicional centimétrico, alternando bandas leucocráticas (quartzofeldspáticas), de textura granoblástica e granulação grossa predominantemente, e bandas máficas (ricas em biotita), de textura lepidoblástica e granulação fina. Os minerais essenciais são quartzo, feldspato potássico (microclínio), plagioclásio, biotita e horn-

blenda, com apatita, zircão, titanita, alanita e opacos como acessórios. Segundo Prazeres Filho (2005), características petrográficas indicam metamorfismo de baixo grau afetando a unidade.

Em exposições pouco ou não intemperizadas, é possível observar o leucossoma quartzofeldspático de granulação média a grossa, o mesossoma de composição granítica e granulação fina a média e o melanossoma biotítico de granulação fina e espessura milimétrica (Figura 4.5).

Gimenez Filho et al. (2000) apresentaram idades U-Pb em zircões de augengnaiss de  $608 \pm 5$  Ma e as interpretaram como evidência de essas rochas serem cogenéticas aos granitos da Suíte Granítica Três Córregos (620 a 590 Ma). Porém, Prazeres Filho et al. (2005), também utilizando o método U-Pb em zircões de sienogranito, obtiveram idade de  $1752 \pm 9$  Ma e sugerem a formação dessas rochas durante um evento extensional de idade estateriana.

Apesar de as escassas evidências de campo e os dados discrepantes da literatura, as informações reunidas neste trabalho sugerem a possibilidade de a unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim representar relictos do embasamento paleoproterozico.

#### 4.1.2 SUPERGRUPO AÇUNGUI

A unidade foi inicialmente definida como grupo por Batolla Júnior et al. (1977) e elevada a supergrupo por Campanha (1991) e Campanha e Sadowski (1999). Faleiros (2008) adotou a seguinte subdivisão para o Supergrupo Açungui: Formação Água Clara; Grupo Votuverava; Sequência Serra das Andorinhas; Grupo Lajeado; Grupo Itaiacoca. À exceção da Sequência Serra das Andorinhas, as outras unidades estão presentes na área mapeada.

##### 4.1.2.1 FORMAÇÃO ÁGUA CLARA (MP1ac)

A Formação Água Clara, como definida por Marini, Trein e Fuck (1967), constitui-se, principalmente, de uma sequência calcária impura (mármore puros a impuros, metamargas, xistos e quartzitos), de ambiente plataformal raso a profundo, com vulcanismo básico associado (FIORI, 1990; KOPS, 1994). O grau metamórfico é médio na fácies de anfibolito (WEBER et al., 2004), com metamorfismo de contato indicado pela ocorrência de *hornfels* próximo à Suíte Granítica Três Córregos.

A principal ocorrência dessa unidade está localizada na porção sudeste da Folha Ribeira, onde ocorre em contato tectônico com o Granito Cerro Azul (Suíte Granítica Três Córregos) e com o Grupo Lajeado (limitado pelas zonas de cisalhamento Morro Agudo e Quarenta-Oitava, respectivamente) e em

contato intrusivo com o Granito Barra do Chapéu (Suíte Granítica Três Córregos) (Figura 4.6). A formação apresenta-se também na forma de corpos pendentes (massas não assimiladas pela intrusão ou não erodidas) na Suíte Granítica Três Córregos, por vezes não mapeáveis.

A Formação Água Clara foi subdividida, neste trabalho, em três litofácies: de xisto, carbonática e de anfibólito.

#### 4.1.2.1.1 LITOFÁCIES DE XISTO (MP1acx)

A litofácies de xisto é composta por uma associação de metapelitos (micaxisto e filito), rochas calcissilicáticas e lentes de quartzitos puros e impuros.

As rochas metapelíticas apresentam cor cinza, granulação variando de muito fina (filito) a média (xisto), textura lepidoblástica a granolepidoblástica e foliação (clivagem ardosiana ou xistosidade). Paralelamente a essa foliação observa-se, em geral, bandamento composicional e granulométrico milimétrico (Figura 4.7), marcado pela alternância de níveis micáceos e quartzosos. Mineralogicamente, esses metapelitos são constituídos, essencialmente, por quartzo, muscovita/sericita, biotita, clorita e minerais opacos.

As rochas calcissilicáticas são de cor cinza a cinza-esverdeado, granulação fina a média, com textura

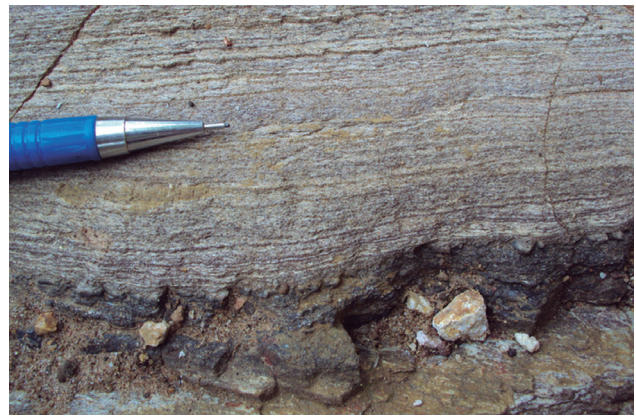


Figura 4.7 – Detalhe de bandamento composicional e granulométrico milimétrico em filito da litofácies de xisto da formação Água Clara (afloramento SW-1123, cerca de 2 km a norte da zona urbana de Itapirapuã Paulista, SP). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

nematogranoblástica a granoblástica e bandamento composicional milimétrico a centimétrico (Figura 4.8). A composição mineralógica é variada; porém, ocorrem principalmente feldspatos (predominantemente plagioclásio), clinopiroxênio e actinolita-tremolita, por vezes com quartzo e epidoto, e, raramente, com carbonato. Os principais minerais acessórios presentes são apatita, titanita e opacos.

Os quartzitos apresentam cor branca, granulação fina a grossa, com textura granoblástica e estrutura

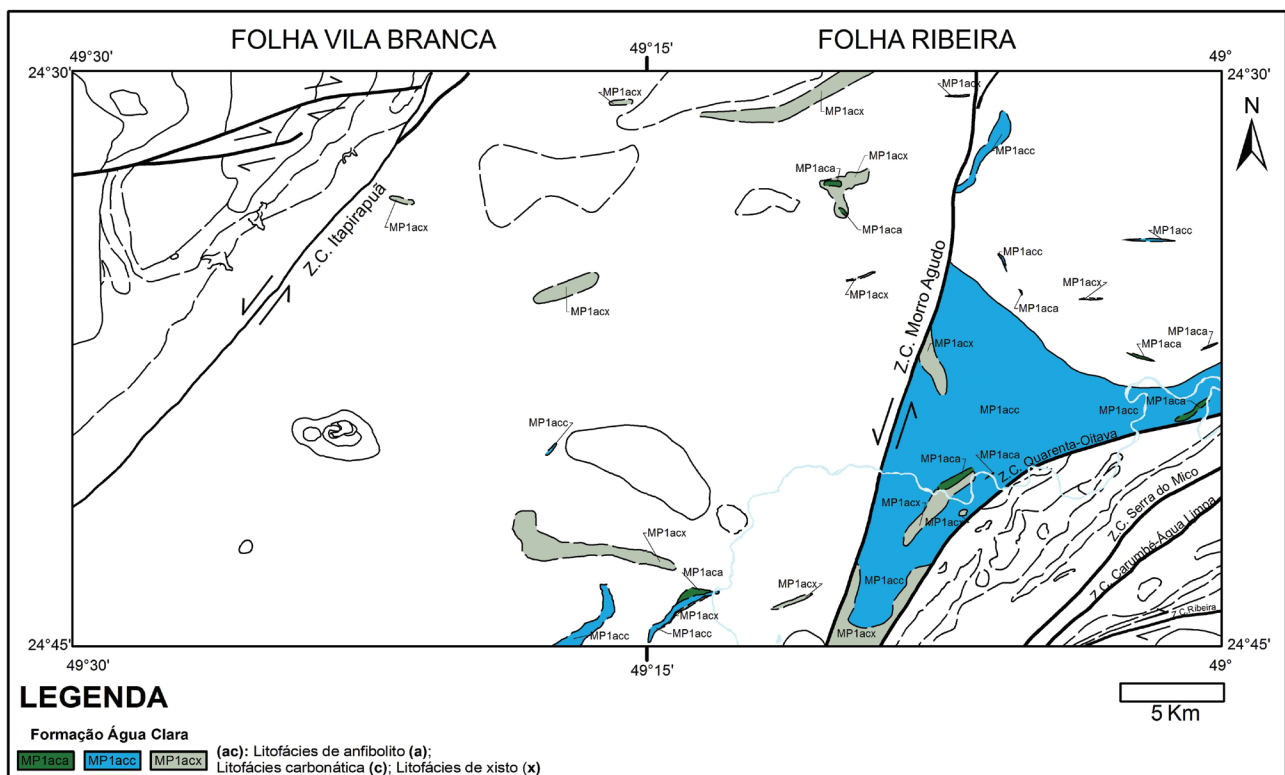


Figura 4.6 – Área de exposição da formação Água Clara. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984. Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

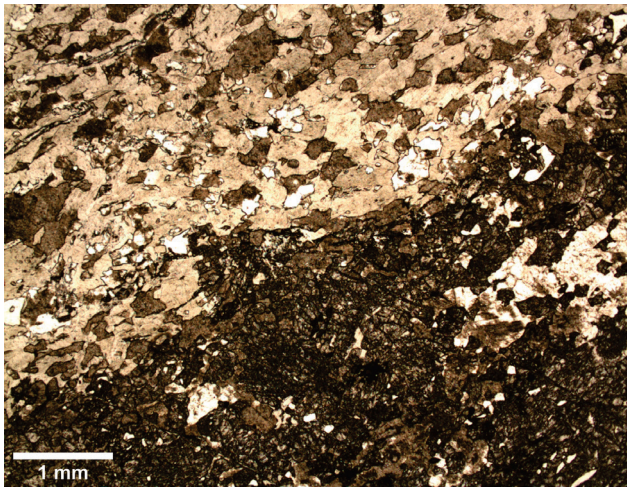


Figura 4.8 – Fotomicrografia (polarizadores descruzados) de rocha calcissilicática mostrando alternância de banda rica em clinopiroxênio e banda rica em tremolita, ambas com feldspato e quartzo associados, da litofácies de xisto da formação Água Clara (afloramento FC-108, cerca de 6 km a noroeste da zona urbana de Itapirapuã Paulista, SP). Fotografia: Fabrizio Prior Caltabeloti, 2009.



Figura 4.10 – Contato entre anfibólio-biotita-monzogranito do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos e hornfels da litofácies de xisto da formação Água Clara (afloramento FC-141, arredores de Pinheiro, Cerro Azul, PR). Fotografia: Fabrizio Prior Caltabeloti, 2009.

geralmente maciça. Localmente, exibem xistosidade marcada por porções feldspáticas e micáceas (Figura 4.9).

Em alguns tetos pendentes da Suíte Granítica Três Córregos, foram observados *hornfels* próximos ao contato entre o granito e a litofácies de xisto (Figura 4.10). O *hornfels* apresenta cor cinza-claro a verde, granulação fina a média, textura nematolepidoblástica e é composto, principalmente, por tremolita, biotita e sericita, além de feldspatos, quartzo, carbonatos, titanita e epidoto.



Figura 4.9 – Detalhe de quartzito com porções feldspáticas da litofácies de xisto da formação Água Clara (afloramento MB-076, pedreira nos arredores de Feital, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

#### 4.1.2.1.2 LITOFÁCIES CARBONÁTICA (MP1acc)

A litofácies carbonática, de maior expressão na área, é composta, principalmente, por uma associação de rochas carbonáticas (metacalcários calcítico e dolomítico e metamargas), com intercalações descontínuas de metapelitos (xisto e filito) e metachert.

Os metacalcários exibem cor cinza-claro a cinza-escuro, granulação fina e textura granoblástica, geralmente apresentando bandamento granulométrico e composicional centimétrico a métrico (Figura 4.11), com intercalação entre níveis carbonáticos e pelíticos (quartzo e minerais micáceos).

As metamargas apresentam cor cinza a verde, granulação fina a média, textura granoblástica a lepidogranoblástica e bandamento composicional milimétrico a centimétrico (Figura 4.12). São constituídas, principalmente, por carbonato, quartzo, feldspatos, muscovita/sericita e minerais opacos.

Os corpos de xisto e filito apresentam composição e textura variadas. Ocorrem termos quartzomiacéus (muscovita/sericita e biotita) granolepidoblásticos e calcissilicáticos (quartzo e actinolita-tremolita) nematogranoblásticos. O metachert é de granulação muito fina, granoblástico, bandado, composto, principalmente, por quartzo e, por vezes, com muscovita e carbonato.

Frequentemente, são observados sulfetos (principalmente, pirita) disseminados na matriz dos metacalcários e das metamargas.



Figura 4.11 – Metacalcário calcítico apresentando bandamento composicional milimétrico a centimétrico da litofácies carbonática da formação Água Clara (afloramento SW-1097, arredores de Barra do Rocha, Adrianópolis, PR). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.



Figura 4.12 – Detalhe de bandamento composicional milimétrico a centimétrico em metamarga da litofácies carbonática da formação Água Clara (afloramento SW-1106, arredores de Palmeira, Adrianópolis, PR). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

#### 4.1.2.1.3 LITOFÁCIES DE ANFIBOLITO (MP1aca)

A litofácies de anfibolito corresponde a lentes de anfibolito que ocorrem associadas às litofácies de xisto e carbonática. Apresenta coloração cinza-escuro a cinza-esverdeado, granulação fina a grossa, textura granonematoblástica e estrutura xistosa (Figura

4.13). É constituída, principalmente, por hornblenda e plagioclásio (andesina), com titanita, clinopiroxênio, quartzo, actinolita, epídoto, apatita e minerais opacos (incluindo magnetita) como principais minerais acessórios (Figura 4.14).

Procedeu-se a análises químicas em rocha total para as amostras coletadas dessa litofácies (Quadro 4.1). O anfibolito é ortoderivado (Figura 4.15), com protólito de basalto de natureza toleítica (Figuras 4.16 e 4.17). O ambiente tectônico de geração do protólito é oceânico (fundo oceânico ou arco de ilha) (Figuras 4.18A, B). Essas características também são evidenciadas por Frascá et al. (1990), Maniesi (1997), Maniesi e Oliveira (2000) e Weber et al. (2004).



Figura 4.13 – Lajedo de anfibolito da litofácies de anfibolito da formação Água Clara (afloramento SW-927, cerca de 4 km a norte da zona urbana de Ribeira, SP). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2009.

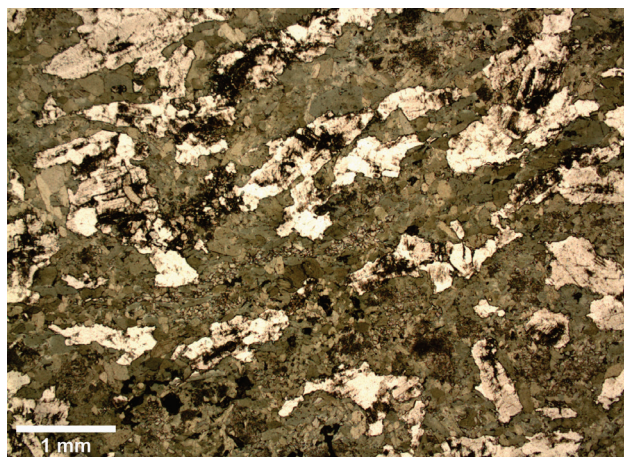


Figura 4.14 – Fotomicrografia (polarizadores des cruzados) de anfibolito composto, principalmente, por hornblenda, plagioclásio e clinopiroxênio, com textura reliquiar ígnea da litofácies de anfibolito da formação Água Clara (afloramento SW-927, cerca de 4 km a norte da zona urbana de Ribeira, SP). Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.



Elemento	Amostra		
	SW-927-R-A	MB-012-R-A	SW-977-R-A
<i>Percentual de Peso (%)</i>			
SiO <sub>2</sub>	48,24	49,79	53,27
TiO <sub>2</sub>	0,96	1,50	0,87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,57	14,01	10,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,19	14,76	11,56
FeO <sup>1</sup>	1,13	2,05	1,22
MnO	0,28	0,24	0,23
MgO	8,91	6,85	9,31
CaO	13,15	10,04	12,31
Na <sub>2</sub> O	2,14	2,20	1,65
K <sub>2</sub> O	0,48	0,46	0,38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,12	0,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05	0,02	0,05
Total	0,62	0,45	0,96
LOI	100,01	99,98	99,99
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,23	0,21	0,23
#mg	55,01	44,34	58,82
<i>ppm</i>			
Ni	28,00	20,20	33,80
Co	10,90	10,50	13,20
Cu	30,90	171,90	41,30
Pb	6,00	2,30	2,30
Zn	23,00	22,00	19,00
Rb	15,30	19,00	19,90
Cs	0,10	0,28	0,33
Ba	106,00	156,00	84,00
Sr	138,60	128,90	134,40
Ga	18,20	17,50	16,00
Ta	0,17	0,30	0,76
Nb	1,84	2,39	4,73
Hf	1,36	2,63	1,28
Zr	47,60	86,10	31,60
Y	24,34	26,81	20,17
Th	2,00	0,70	1,70
U	0,36	<0,05	0,48
La	16,20	13,20	3,60
Ce	54,80	14,20	4,90
Pr	2,31	2,61	1,10
Nd	10,30	12,20	5,10
Sm	2,00	3,50	1,60
Eu	0,59	1,15	1,05
Gd	3,34	4,39	2,18
Tb	0,52	0,63	0,55
Dy	4,08	4,53	3,44
Ho	0,83	0,95	0,47
Er	2,51	2,79	1,84
Tm	0,29	0,36	0,37
Yb	2,20	2,60	1,90
Lu	0,26	0,38	0,24
Ba/Sr	7,62	7,37	8,40
LaN/YbN	4,96	3,42	1,28
Eu/Eu*	0,70	0,90	1,72
Be	3,70	1,40	2,70
W	0,70	<0,10	4,50
Sn	0,80	<0,30	<0,30
Mo	2,52	0,33	0,47
Ag	0,02	0,05	0,05

Quadro 4.1 – Resultado de análises químicas em rocha total para amostras de anfibolito da formação Água Clara. Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

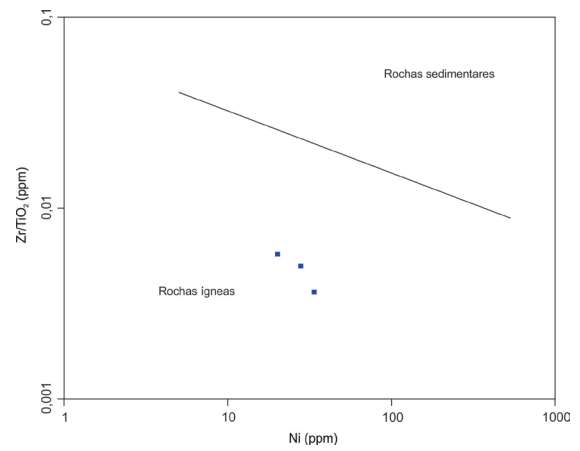


Figura 4.15 – Diagrama de caracterização química de origem de protólitos para amostras de anfibolito da formação Água Clara. Fonte: WINCHESTER; PARK; HOLLAND, 1980.

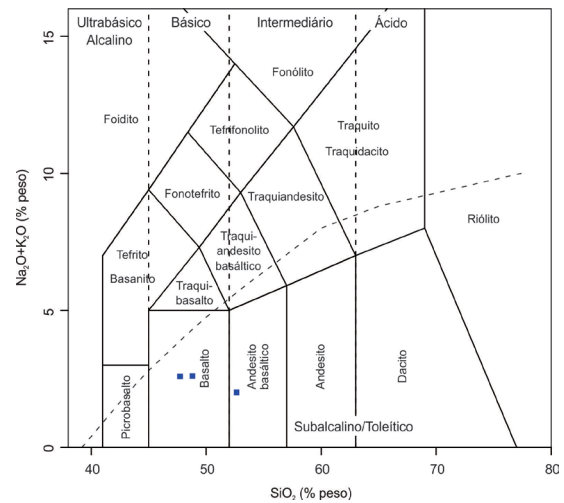


Figura 4.16 – Diagrama TAS de classificação química para amostras de anfibolito da formação Água Clara. Fonte: LE BAS et al., 1986.

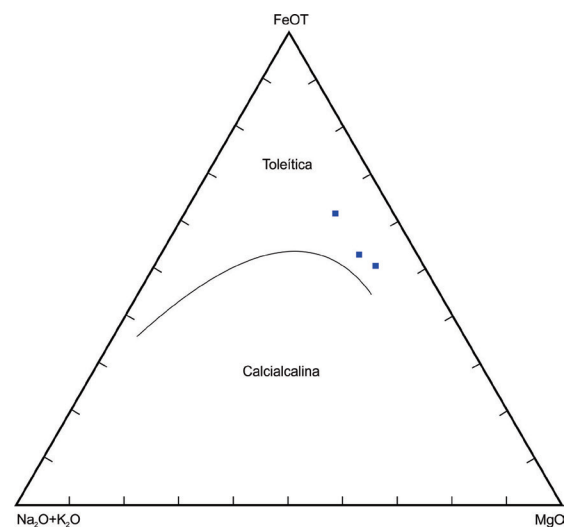


Figura 4.17 – Diagrama AFM de definição de série magmática para amostras de anfibolito da formação Água Clara. Fonte: IRVINE; BARAGAR, 1971.

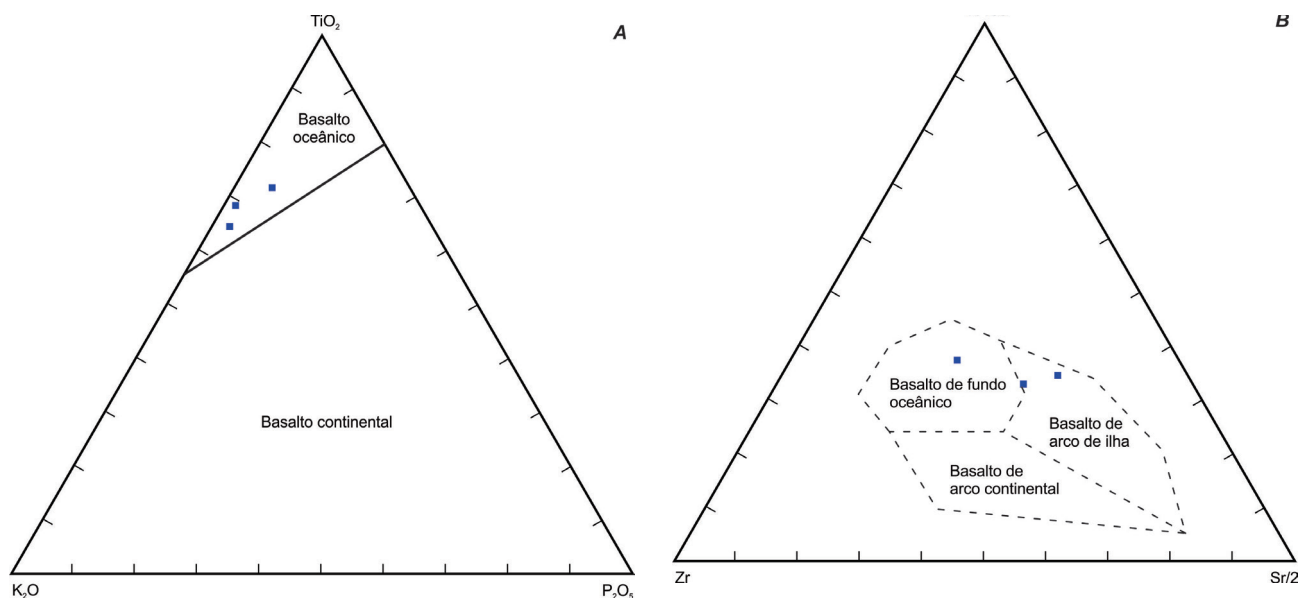


Figura 4.18 – Diagrama de discriminação de ambiente tectônico para amostras de anfibolito da formação Água Clara. Fonte: A) PEARCE; GORMAN; BIRKETT, 1975; B) PEARCE; CANN, 1973.

Análises geocronológicas realizadas por Weber (2004) e Weber et al. (2004) revelaram idades de 1600 a 1500 Ma (U-Pb em zircão e Rb-Sr), consideradas por esses autores como principal período de formação dessas rochas.

#### 4.1.2.2 GRUPO VOTUVERAVA

O Grupo Votuverava foi inicialmente definido por Bigarella e Salamuni (1958a, b) como formação. Trata-se de uma sequência metavulcanossedimentar de baixo a médio grau metamórfico (fácies xisto-verde inferior, zona da clorita, a anfibolito médio, zonas da estauroлита e da cianita) (FALEIROS, 2008; FALEIROS et al., 2010; FALEIROS; MORAIS; COSTA, 2012), na qual corpos de rochas metabásicas e metavulcânicas ocorrem intercalados concordantemente com metapelitos rítmicos.

Análises geocronológicas U-Pb em zircões de rochas metabásicas realizadas por diversos autores (CAMPANHA et al., 2008a; SIGA JUNIOR et al., 2011) indicam o Calimiano como período de formação dessa sequência (1500 a 1450 Ma).

Faleiros, Morais e Costa (2012) adotam a subdivisão do grupo em cinco formações proposta por Perrotta et al. (2005) (Perau, Rubuquara, Nhunguara, Piririca e Ribeirão das Pedras) e individualizam mais duas unidades informais (micaxisto e granada-micaxisto). A unidade de micaxisto, presente na área mapeada, ocorre no extremo sudeste da Folha Ribeira, em contato tectônico com a Formação Bairro da Serra do Grupo Lajeado (limitado pela Zona de Cisalhamento Ribeira) e em contato intrusivo com o Granito Varginha (Figura 4.19).

#### 4.1.2.2.1 UNIDADE DE MICAXISTO (MP1vomx)

A unidade de micaxisto é constituída, predominantemente, por xisto e filito, com raras ocorrências de quartzito (cor cinza e granulação grossa). Os xistos compreendem corpos de clorita-xisto e sericita-xisto de cor cinza-escuro, granulação fina a grossa e bandamento composicional e granulométrico. O filito apresenta cor cinza a cinza-escuro, granulação fina, textura lepidoblástica e bandamento composicional centimétrico.

A mineralogia essencial dessas rochas consiste em sericita, clorita, biotita e quartzo; localmente, são observados sulfetos.

#### 4.1.2.3 GRUPO LAJEADO

O Grupo Lajeado consiste em uma sequência de rochas carbonáticas e siliciclásticas dispostas alternadamente e depositadas em plataforma rasa de mar aberto (CAMPANHA et al., 1985, 1986; CAMPANHA; SADOWSKI, 1999). Alguns autores, dentre os quais Barbosa (1941) e Campanha (1991), indicam a possibilidade de essa repetição carbonático-siliciclástica ser resultado de dobramentos ou falhamentos.

Campanha et al. (1985, 1986) subdividiram o grupo em sete formações: Betari, Bairro da Serra, Água Suja, Mina de Furnas, Serra da Boa Vista, Passa Vinte e Gorutuba. O grau metamórfico é baixo na fácies xisto-verde inferior (zona da clorita), com presença de porfiroblastos de cloritoide em metapelitos (CAMPANHA; SADOWSKI, 1999).

Análises geocronológicas realizadas pelo método Pb-Pb em mineralizações filonianas de chumbo presentes em rochas carbonáticas (MMAJ/JICA,

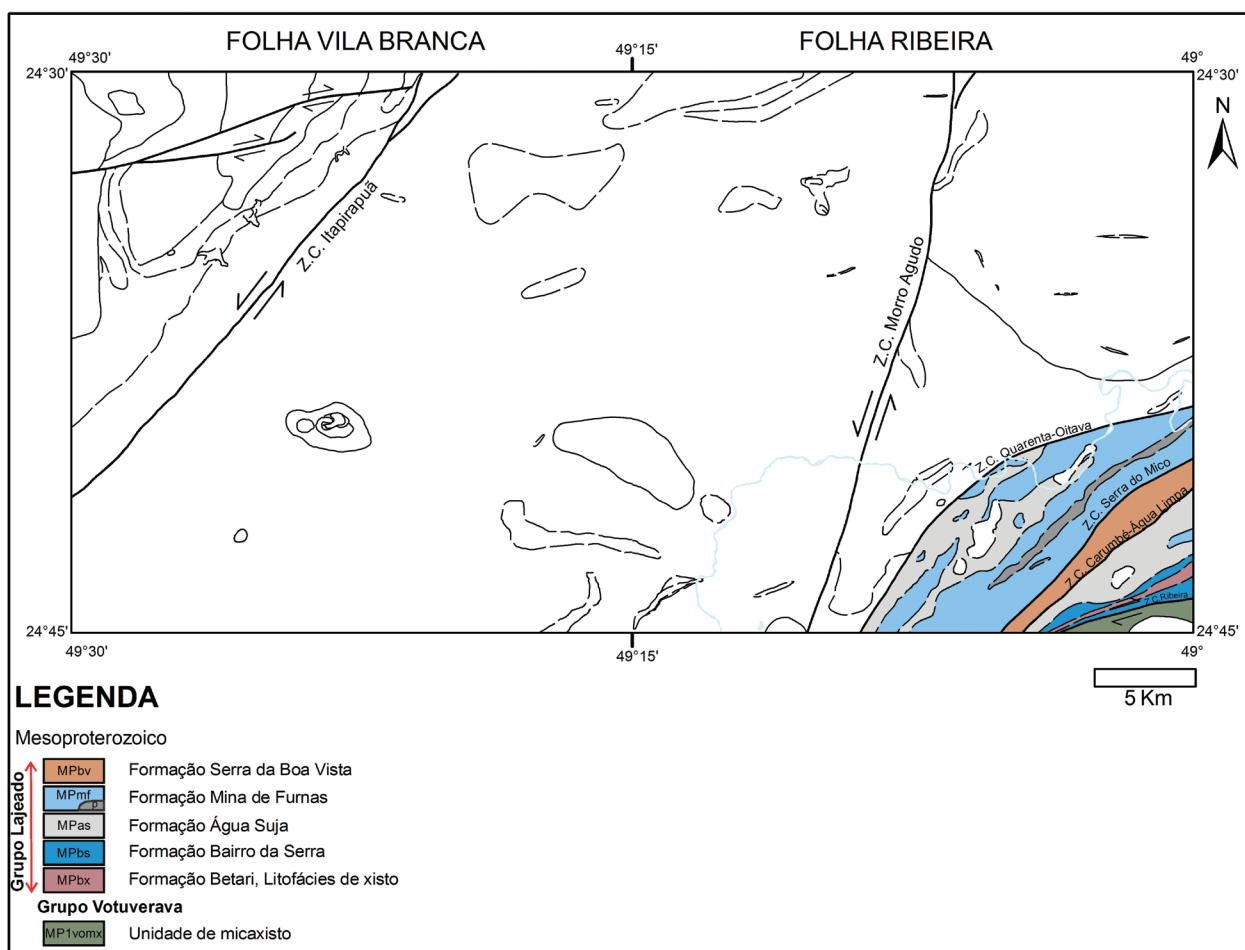


Figura 4.19 – Área de exposição dos grupos Votuverava e Lajeado. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

1982, 1983; TASSINARI et al., 1990) e pelo método U-Pb em zircões detriticos de metaconglomerado da Formação Betari (CAMPANHA et al., 2008b) sugerem idade máxima de deposição da unidade de 1400 Ma.

O Grupo Lajeado ocupa o quadrante SE da Folha Ribeira (Figura 4.19), onde foram identificadas cinco formações, da base para o topo: Betari, Bairro da Serra, Água Suja, Mina de Fumas e Serra da Boa Vista.

#### 4.1.2.3.1 FORMAÇÃO BETARI

A Formação Betari é constituída por metaconglomerado, metarenito e metapelitos representativos de uma sequência turbidítica retrogradacional (CAMPANHA; SADOWSKI, 1999; FALEIROS, 2000. PIRES, 1988).

Conforme Faleiros, Morais e Costa (2012), a formação é individualizada em três unidades informais, da base para o topo: metapsamítica, metapelítica e de xisto, sendo que essa última ocorre na área mapeada.

##### 4.1.2.3.1.1 LITOFÁCIES DE XISTO (MPbx)

A litofácies de xisto é composta por quartzo-sericitaxisto e clorita-quartzo-xisto, de granulação fina a média.

#### 4.1.2.3.2 FORMAÇÃO BAIRRO DA SERRA (MPbs)

A Formação Bairro da Serra é interpretada como uma sequência progradacional carbonática depositada em ambiente marinho de baixa energia (FALEIROS, 2000) e reconhecida por hospedar mineralizações de sulfetos do tipo Painelas (FLEISCHER, 1976).

A unidade é composta por metacalcário de cor cinza-claro a cinza-escuro, granulação predominantemente fina, textura granoblástica e, por vezes, com estratificação plano-paralela e bandamento composicional centimétrico, marcado pela presença de níveis de material pelítico (Figura 4.20). São comuns ocorrências de sulfetos associados a fraturas, veios de quartzo e disseminados na matriz da rocha.

#### 4.1.2.3.3 FORMAÇÃO ÁGUA SUJA (MPas)

A Formação Água Suja, conforme Faleiros (2000), foi depositada em ambiente de baixa energia, provavelmente relacionado a fluxos turbidíticos de baixa densidade.

Na unidade predominam filito e xisto com lentes decimétricas a métricas de quartzito e metaconglomerado com intercalações locais de metacalcário.



Figura 4.20 – Metacalcário da formação Bairro da Serra apresentando bandamento composicional centimétrico (afloramento SW-1080, cerca de 4 km a leste de Carumbé, Adrianópolis, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

O filito apresenta cor cinza-claro a cinza-escuro, granulação muito fina a fina, textura lepidoblástica a granolepidoblástica e clivagem ardosiana paralela a bandamento composicional milimétrico a centimétrico, com alternância de níveis quartzosos e micáceos, que, por vezes, encontram-se crenulados. São compostos, principalmente, por muscovita/sericita, quartzo e minerais opacos.

Entre os xistos predominam sericita-xisto e quartzo-sericita-xisto, ocorrendo também termos mais quartzosos e com muscovita, biotita e clorita. Apresentam cores variegadas, como cinza-claro a cinza-escuro, rosa, esverdeada e amarelada, granulação comumente fina (por vezes, média e grossa) e textura lepidoblástica a granolepidoblástica. A mineralogia consiste principalmente em sericita e quartzo, subordinadamente com clorita, muscovita e biotita, além de traços de cloritoide (na forma de porfiroblastos) (Figura 4.21) e sulfetos.

O metaconglomerado é oligomítico, com composição predominantemente quartzosa (matriz e seixos/grânulos), de cor branca, granulação grossa e textura granoblástica. O quartzito apresenta cor branca, granulação fina, textura granoblástica; por vezes, contém mica.

Os corpos de metacalcário apresentam cor cinza-claro a cinza-escuro, granulação predominantemente fina, textura granoblástica e, por vezes, intercala-

ções de níveis pelíticos. Comumente, são observados sulfetos (principalmente, pirita) disseminados na matriz e em fraturas.



Figura 4.21 – Detalhe de porfiroblastos de cloritoide em sericita-xisto da formação Água Suja (afloramento SW-1089, margem do rio Ribeira, cerca de 4 km a sudoeste da zona urbana de Adrianópolis, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

#### 4.1.2.3.4 FORMAÇÃO MINA DE FURNAS (MPmf)

A Formação Mina de Furnas, assim como a Formação Bairro da Serra, hospeda mineralizações de Pb-Zn-Ag do tipo Panelas (FLEISCHER, 1976). A principal diferença entre as duas unidades está na maior contribuição de material terrígeno na Formação Mina de Furnas, na qual se observam intercalações de camadas de metapelito no metacalcário, por vezes formando lentes de dimensões métricas/mapeáveis (MPmfp).

Os metacalcários (calcíticos e dolomíticos) apresentam cinza-escuro como cor predominante, granulação fina a grossa, textura granoblástica e, normalmente, estratificação plano-paralela. Frequentemente, observam-se intercalações de sedimentos terrígenos (pelítico e psamítico), caracterizando um bandamento composicional milimétrico a centimétrico (Figura 4.22), que chega a formar camadas de metamarga. A metamarga apresenta cor cinza-esverdeado, textura lepidogranoblástica, granulação fina a média e é composta por carbonatos, quartzo e minerais micáceos (muscovita, biotita e clorita).

Os metapelitos correspondem a filito, sericita-xisto e quartzo-sericita-xisto de cor cinza-claro a cinza-escuro, granulação fina e textura lepidoblástica.

Comumente, observam-se sulfetos (principalmente, pirita) disseminados na matriz dos metacalcários; com menor frequência, fluorita disseminada na matriz e em fraturas.



Figura 4.22 – Metacalcário calcítico apresentando bandamento composicional milimétrico a centimétrico da formação Mina de Furnas (afloramento SW-1086, Margem Companhia de Mineração, zona urbana de Adrianópolis, PR). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

#### 4.1.2.3.5 FORMAÇÃO SERRA DA BOA VISTA (MPbv)

A Formação Serra da Boa Vista faz contato tectônico com a Formação Água Suja por meio da Zona de Cisalhamento Carumbé-Água Limpá.

A unidade é constituída por quartzito puro e impuro com intercalações de camadas de espessura centimétrica a métrica de filito (com porfiroblastos de cloritoide), metaconglomerado e metacalcário. O quartzito apresenta cor branca a cinza-claro, granulção fina (localmente grossa) e textura granoblástica.

#### 4.1.2.4 GRUPO ITAIACOCA

O termo Formação Itaiacoca foi definido por Almeida (1957) e elevado a grupo por Bistrichi, Almeida e Stein (1985). Trata-se de um pacote de rochas de baixo grau metamórfico ( fácies xistoverde, zonas da clorita e da biotita), constituído por metapelitos, metacalcário e metarenito feldspático com intercalações de rochas metavulcânicas e metabásicas, formado em ambiente plataformal raso (PETRI; SUGUIO, 1969; SOUZA, 1990).

Diversos autores, dentre os quais se destacam Bistrichi, Almeida e Stein (1985), Takahashi, Ferreira e Theodorovicz (1984), Trein et al. (1985), Theodorovicz et al. (1986), Souza (1990), Reis Neto (1994) e Campanha e Sadowski (1999), apresentam diferentes propostas de empilhamento estratigráfico para o Grupo Itaiacoca, com base em dados litológicos e estratigráficos.

Recentemente, Siga Junior et al. (2003, 2009) obtiveram idades U-Pb em zircões das rochas me-

taígneas, as quais têm auxiliado na definição desse empilhamento. Com base nessas idades, o Grupo Itaiacoca foi dividido em duas sequências: uma, inferior, composta por metacalcário e metapelitos com intercalações de rochas metabásicas do final do Esteniano ao Toniano (1030-908 Ma), e uma, superior, constituída por camadas de metarenito feldspático intercaladas com rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas do final do Criogeniano ao Ediacarano (645-628 Ma).

O Grupo Itaiacoca ocorre na região do município de Doutor Ulysses (PR), noroeste da Folha Vila Branca, como uma faixa de direção NE-SW (Figura 4.23). Ele separa as suítes graníticas Cunhaporanga, com a qual o contato é intrusivo, e Três Córregos, com a qual o contato é tectônico, caracterizado pela Zona de Cisalhamento Itapirapuã.

Adotando-se as definições inicialmente propostas por Souza (1990) e posteriormente redefinidas por Reis Neto (1994), a unidade foi dividida em quatro formações, da base para o topo: Bairro dos Campos, Serra dos Macacos, Água Nova e Abapã. Correlacionando essas unidades à mais recente divisão estratigráfica proposta por Siga Junior et al. (2009), as três primeiras formações são mais antigas e equivalem à sequência inferior, enquanto a Formação Abapã corresponde à sequência superior.

##### 4.1.2.4.1 FORMAÇÃO BAIRRO DOS CAMPOS (NP1bdc)

A Formação Bairro dos Campos foi descrita por Souza (1990) e Reis Neto (1994) como um pacote de mármore dolomítico com estruturas estromatolíticas intercalado com metamarga, filito e metarenito.

Os fósseis presentes nessa unidade foram descritos detalhadamente por diversos autores (ALMEIDA, 1944, 1957; FAIRCHILD, 1977, 1982; FAIRCHILD; SALLUN FILHO, 2004; SALLUN FILHO, 1999; SALLUN FILHO; FAIRCHILD, 2004, 2005; SALLUN FILHO; CAMPANHA; FAIRCHILD, 2005), principalmente nas regiões de Itapeva (SP) e Abapã (PR). Trata-se de estromatólitos colunares cônicos classificados por Fairchild (1977) como *Conophyton garganicum* e que caracterizam um ambiente deposicional de águas calmas.

Na área mapeada, ocorre, predominantemente, metacalcário dolomítico (subordinadamente, calcítico) intercalado com pacotes submétricos a métricos de metamarga e quartzito feldspático.

O metacalcário apresenta cores variadas (principalmente, cinza, além de branco, rosa e roxo), granulção muito fina a fina, textura granoblástica e é composto por carbonatos, quartzo e muscovita/sericita. Observam-se estrutura maciça (Figura 4.24) e bandamento granulométrico de espessura milimétri-

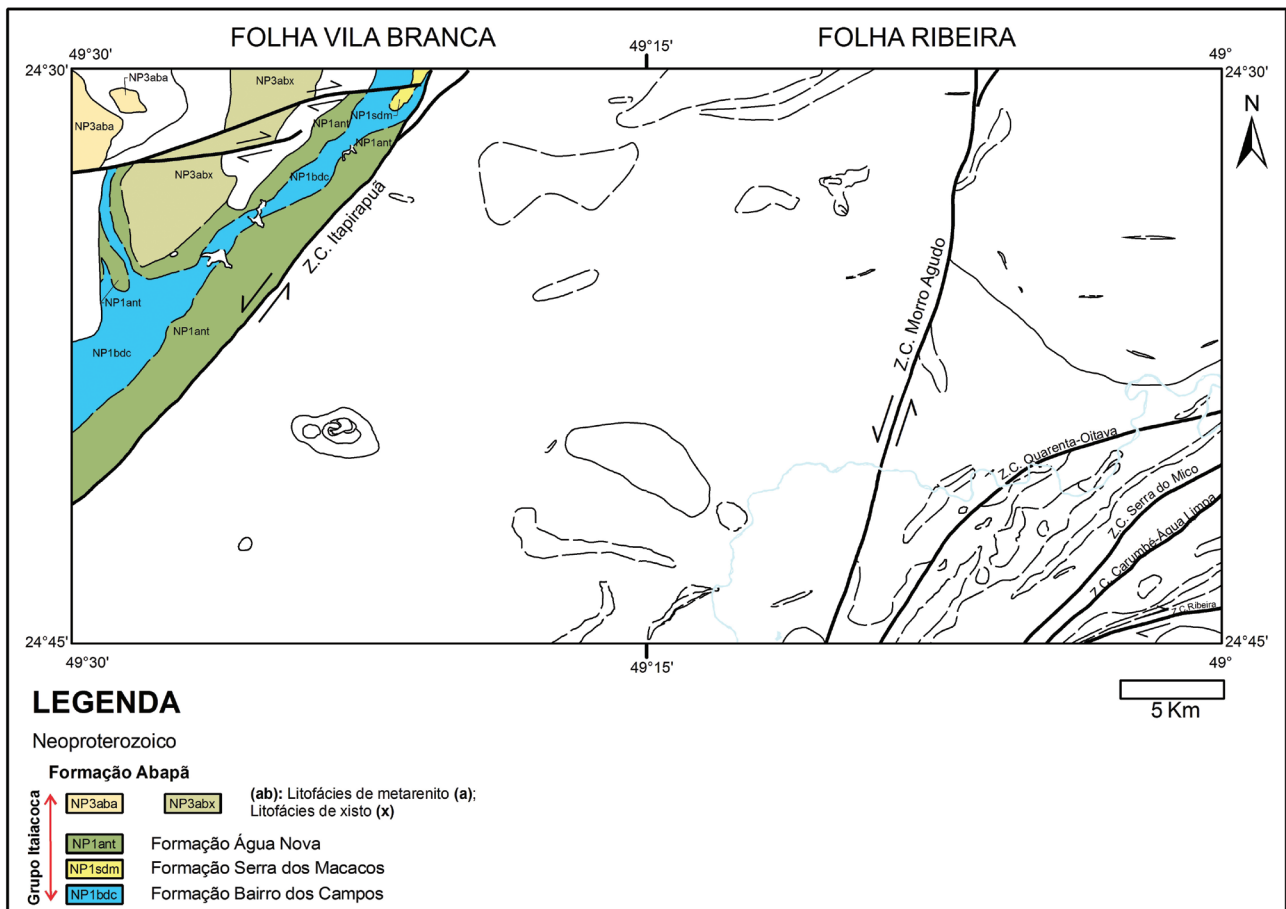


Figura 4.23 – Área de exposição do grupo Itaiacoca. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984. Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

ca a centimétrica (Figuras 4.25 e 4.26). Localmente, ocorrem termos brechados e estruturas estromatolíticas (Figuras 4.27 e 4.28).

A metamarga apresenta bandamento composicional milimétrico, com alternância de níveis quartzosos com níveis pelíticos e carbonáticos. O quartzito feldspático é maciço, de cor branca, granulação fina e granoblástico.



Figura 4.24 – Metacalcário dolomítico com estrutura maciça da formação Bairro dos Campos (afloramento MB-120, Cerro do Varzeão, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.



Figura 4.25 – Metacalcário dolomítico com estrutura bandada da formação Bairro dos Campos (afloramento ST-35, próximo à serra da Palmeira, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Sueli Akemi Tomita, 2011.

#### 4.1.2.4.2 FORMAÇÃO SERRA DOS MACACOS (NP1sdm)

De acordo com Souza (1990), a Formação Serra dos Macacos é composta por metarenito depositado em ambiente praiado (linha de costa).

Devido à escassez de afloramentos na área mapeada, a unidade foi delimitada principalmente com

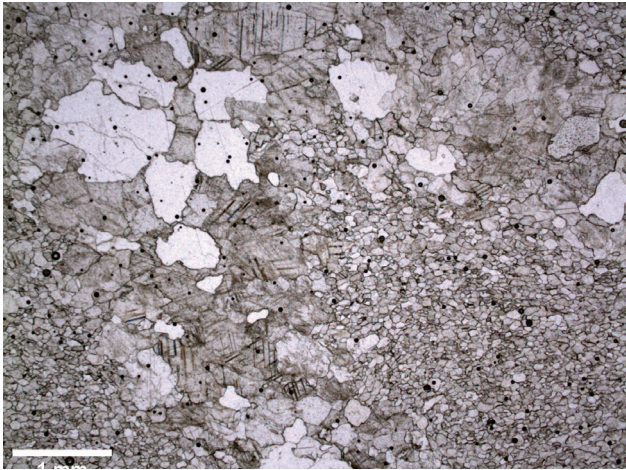


Figura 4.26 – Fotomicrografia (polarizadores descruzados) de metacalcário dolomítico com quartzo e bandamento granulométrico da formação Bairro dos Campos (afloramento MB-124, arredores de Irineus, Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

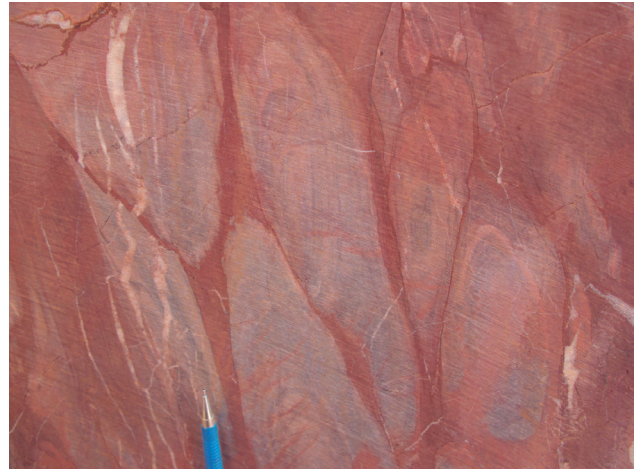


Figura 4.28 – Detalhe de estromatólito colunar cônico (corte longitudinal) em metacalcário calcítico da formação Bairro dos Campos (afloramento MB-48, pedra da Aco Mineração Ltda., zona urbana de Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2011.



Figura 4.27 – Corte em pedra de metacalcário calcítico com estromatólitos da formação Bairro dos Campos (afloramento MB-48, pedra da Aco Mineração Ltda., zona urbana de Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2011.



Figura 4.29 – Lajedo de quartzito da formação Serra dos Macacos (afloramento ST-33, próximo à serra da Palmeira, Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Sueli Akemi Tomita, 2011.

base em fotointerpretação e mapas aerogamaespectrométricos.

Foi reconhecido um corpo intercalado à Formação Bairro dos Campos, apresentando forma alongada e associado à serra da Palmeira. Constitui-se de quartzito puro, de cor branca a rosa-claro, granulação fina a média, textura granoblástica e estrutura maciça (Figura 4.29).

#### 4.1.2.4.3 FORMAÇÃO ÁGUA NOVA (NP1ant)

A Formação Água Nova foi definida por Souza (1990) como uma sequência de rochas metapelíticas e metacarbonáticas, com contribuição de material arenoso em direção ao topo, associada a ambiente de plataforma continental.

Na área de estudo, a unidade caracteriza-se pela ocorrência de filito intercalado com metacalcário dolomítico e, subordinadamente, de quartzito. O filito apresenta cor cinza a roxa, granulação muito fina a fina, textura lepidoblástica ou granolepidoblástica, com bandamento composicional e/ou granulométrico (paralelo à clivagem ardosiária) de espessu-

ra milimétrica a centimétrica, alternando camadas quartzosas e micáceas (Figura 4.30). É composto por quartzo, biotita e muscovita/sericita.

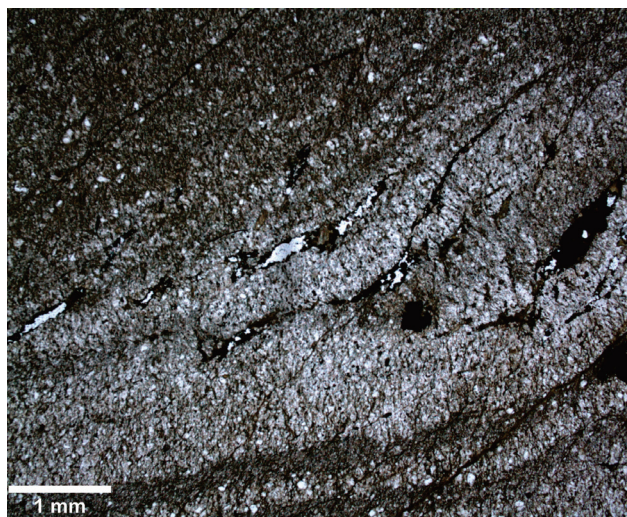


Figura 4.30 – Fotomicrografia (polarizadores descruzados) de filito mostrando alternância de bandas micáceas (biotita e muscovita) de granulação muito fina e bandas quartzosas de granulação fina da formação Água Nova (afloramento ST-75, arredores de Irineus, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

Frequentemente, são observados veios de quartzo milimétricos a centimétricos, discordantes ou concordantes com o bandamento e, por vezes, boudinados. Localmente, o filito encontra-se crenulado, dobrado, brechado, com percolação de óxidos de Mn e Fe; próximo à Zona de Cisalhamento Itapirapuã apresenta-se milonítico.

O metacalcário dolomítico é maciço, de cor cinza, granulação fina e textura granoblástica; o quartzito feldspático é maciço, de cor branca, granulação fina e textura granoblástica. Esses litotipos apresentam características similares aos da Formação Bairro dos Campos.

#### 4.1.2.4.4 FORMAÇÃO ABAPÃ (NP3ab)

A unidade, inicialmente definida como Sequência Abapã por Trein et al. (1985) e posteriormente como Formação Abapã por Reis Neto (1994), é constituída por metarenito feldspático com intercalações de rochas metavulcânicas e metavulcanoclásticas. Reis Neto (1994) sugere que essa sequência seja correlata à Formação Bairro da Estiva de Souza (1990).

Rodrigues et al. (2012) dividem a Formação Abapã na Folha Itararé em três litofácies: terrígena, de metarenito e de xisto, sendo as duas últimas aflorantes na Folha Vila Branca.

#### 4.1.2.4.4.1 LITOFÁCIES DE METARENITO (NP3aba)

A litofácies de metarenito ocorre em contato intrusivo com os granitos Santa Rita e Ouro Verde da Suíte Granítica Cunhaporanga.

É constituída, principalmente, por metarenito feldspático, por vezes contendo mica. Apresenta-se maciça, de cor branca a rosa, granulação fina a média e textura granoblástica a lepidogranoblástica. Localmente, ocorre bandamento composicional milimétrico a centimétrico, com alternância de níveis micáceos e quartzofeldspáticos (Figura 4.31).



Figura 4.31 – Detalhe de bandamento composicional de espessura milimétrica a centimétrica em metarenito feldspático da litofácies de metarenito da formação Abapã (afloramento ST-38, Paes, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Sueli Akemi Tomita, 2011.

#### 4.1.2.4.4.2 LITOFÁCIES DE XISTO (NP3abx)

A litofácies de xisto ocorre como uma faixa de direção NE-SW entre os granitos Ouro Verde e Vila Branca da Suíte Granítica Cunhaporanga, com os quais está em contato intrusivo e tectônico (zonas de cisalhamento de movimentação destal), além de fazer contato com a Formação Água Nova. Pequenos tetos pendentes não mapeáveis na escala de trabalho também são encontrados nos granitos.

Nessa litofácies predomina xisto feldspático (*metawackes*) de cor cinza a cinza-esverdeado, granulação fina a média, textura granolepidoblástica; frequentemente, apresenta bandamento composicional e granulométrico milimétrico a centimétrico, com intercalação de níveis quartzofeldspáticos e micáceos (Figura 4.32).

Por vezes, esses níveis apresentam-se mais espessos, caracterizando camadas lentiformes de metare-





Figura 4.32 – Detalhe de bandamento composicional de espessura milimétrica em xisto feldspático da litofácies de xisto da formação Abapã (afloramento MB-97, margem do rio Burro Preto, cerca de 4 km a noroeste da zona urbana de Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

nito feldspático com muscovita e micaxisto dentro do xisto feldspático. O metarenito apresenta cor branca, granulação fina a média, textura granoblástica e estrutura foliada. O micaxisto apresenta cor cinza, granulação fina e textura lepidoblástica.

### 4.1.3 MAGMATISMO NEOPROTEROZOICO

O magmatismo neoproterozoico nas folhas Vila Branca e Ribeira (Figura 4.33) é representado por rochas granitoides de idade ediacarana (suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga e *stock* Granito Varginha) e por um magmatismo básico, possivelmente de idade toniana (Intrusivas básicas de Carumbé).

#### 4.1.3.1 INTRUSIVAS BÁSICAS DE CARUMBÉ (NP3δc)

A unidade corresponde a pequenos corpos de rochas metabásicas que ocorrem intrusivos nas formações Água Suja e Mina de Furnas (Grupo Lajeado) (Figura 4.33). Trata-se de metabasitos e gabro não metamorizado, de cor cinza-esverdeado a preto, granulação média a grossa, textura granoblástica a granonematoblástica, localmente foliado. Comumente, observam-se fraturas preenchidas por material carbonático. O gabro tem textura ofítica e é composto por andesina, augita e minerais opacos. Os termos metamorizados comumente apresentam textura ígnea reliquiar (Figuras 4.34 e 4.35) e são compostos por acti-

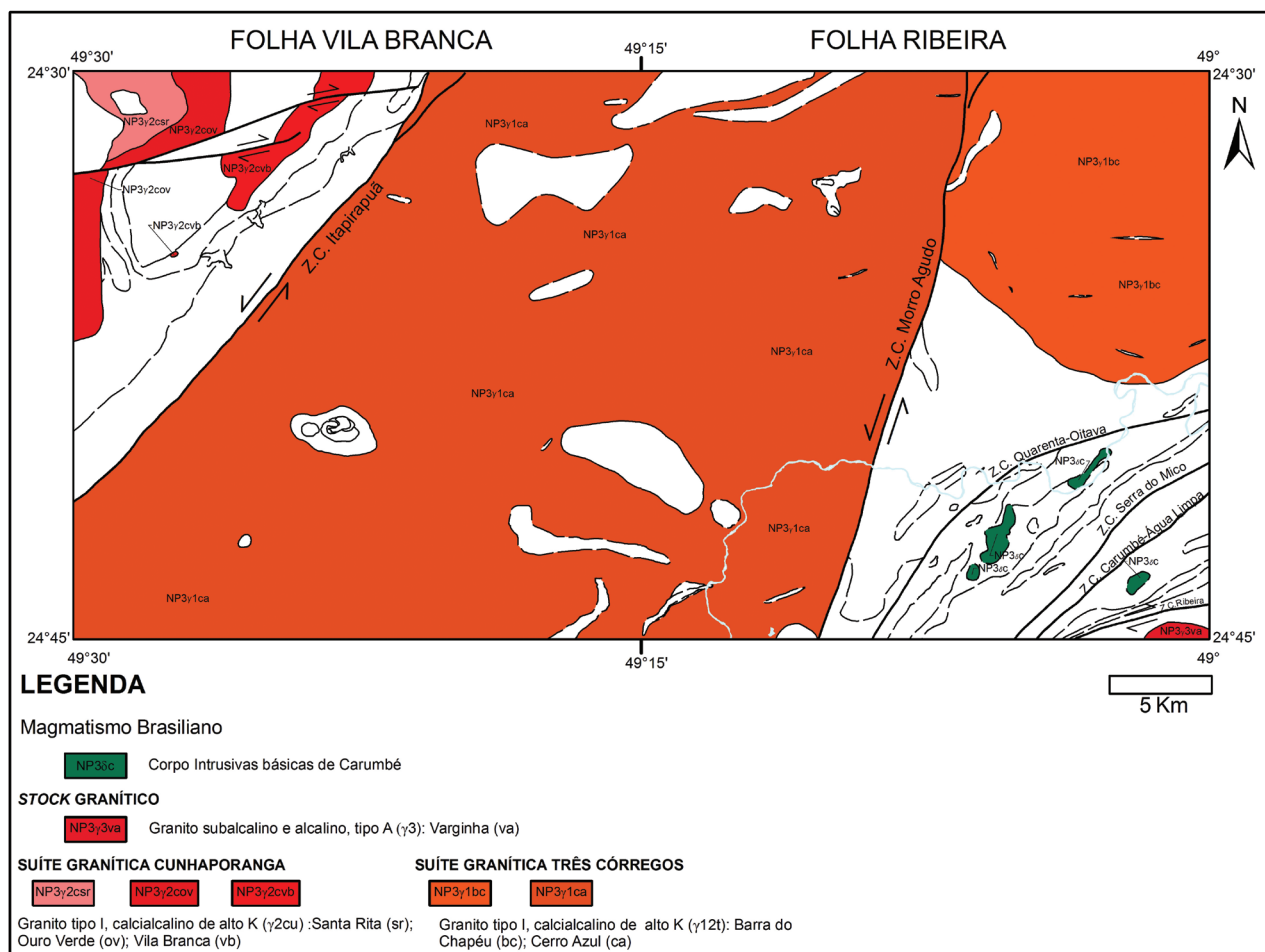


Figura 4.33 – Área de exposição das rochas graníticas e básicas neoproterozoicas. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.  
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

nolita-tremolita, plagioclásio (andesina), hornblenda, clinopiroxênio, epidoto e minerais opacos.

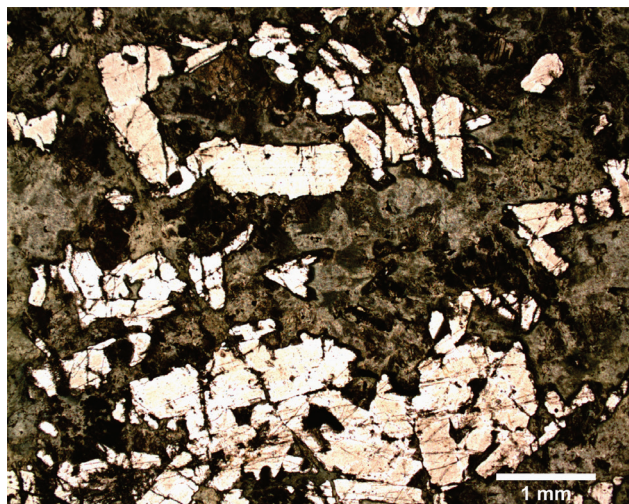


Figura 4.34 – Fotomicrografia (polarizadores descruzados) de anfibolito com textura reliquiar ígnea das intrusivas básicas de Carumbé (afloramento SW-1088, margem do rio Ribeira, cerca de 3 km a oeste da zona urbana de Adrianópolis, PR).  
Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

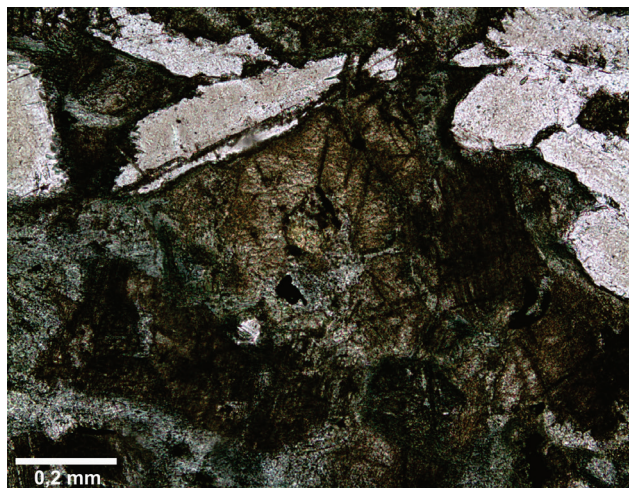


Figura 4.35 – Fotomicrografia (polarizadores descruzados) mostrando núcleo de piroxênio envolto por actinolita em anfibolito das intrusivas básicas de Carumbé (afloramento SW-1088, margem do rio Ribeira, cerca de 3 km a oeste da zona urbana de Adrianópolis, PR).  
Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

O posicionamento estratigráfico dessas rochas é incerto. Porém, neste trabalho, admite-se a possibilidade de estarem relacionadas ao Gabro de Apiaí, intrusivo no Grupo Lajeado e situado nos arredores do município de Apiaí (cerca de 30 km a nordeste do município de Ribeira). O metamorfismo na fácies epidoto-anfibolito observado nessa unidade, diferente do Gabro de Apiaí, pode estar relacionado à pequena dimensão dos corpos. Análises geocronológicas U-Pb

em zircão do Gabro de Apiaí revelaram idade de  $877 \pm 41$  Ma (CAMPANHA et al., 2009).

#### 4.1.3.2 SUÍTE GRANÍTICA TRÊS CÓRREGOS (NP3γ12t)

A Suíte Granítica Três Córregos compreende um batólito de aproximadamente 3.700 km<sup>2</sup> que aflora, por 180 km, na direção NE-SW, desde Capão Bonito (SP) até Três Córregos (PR).

Conforme Gimenez Filho (1993) e Prazeres Filho (2000, 2005), a suíte é constituída, predominantemente, por granito, granodiorito e quartzomonzonito isotropos, porfiríticos, com fenocristais de feldspato alcalino, subordinadamente equigranulares, além de sienogranito e monzogranito.

Análises petrográficas e geoquímicas realizadas por diversos autores (GIMENEZ FILHO, 1993; GIMENEZ FILHO et al., 1995; PRAZERES FILHO, 2000, 2005; REIS NETO, 1994; WERNIK; FERREIRA, 1990; WERNIK et al., 1990) apontam para essas rochas uma linhagem calcialcalina de médio a alto K e associação a granitos tipo I. Goraieb (2001) também identifica stocks de tipologia A.

Dados geocronológicos U-Pb em zircões, K-Ar e Rb-Sr (BIGARELLA; SALAMUNI, 1967; GIMENEZ FILHO, 1993; GIMENEZ FILHO et al., 2000; PRAZERES FILHO, 2000, 2005; REIS NETO, 1994) indicam o intervalo de 650 a 590 Ma para a formação da Suíte Granítica Três Córregos. Prazeres Filho (2005) admitiu o período de 620 a 590 Ma como o do magmatismo sin-tardicolisional de granitos calcialcalinos de alto K, predominante na suíte.

A Suíte Granítica Três Córregos é a unidade mais representativa na área mapeada. Na Folha Vila Branca aflora em grande parte da porção a leste da Zona de Cisalhamento Itapirapuã; na Folha Ribeira, ocorre nas porções oeste e nordeste (Figura 4.33).

Neste trabalho, a suíte foi dividida em duas unidades, diferenciadas com base em características estruturais, texturais e composicionais: Granito Cerro Azul e Granito Barra do Chapéu.

##### 4.1.3.2.1 GRANITO CERRO AZUL (NP3γ1ca)

O Granito Cerro Azul, termo simplificado da denominação Granito Arrieiros-Cerro Azul de Prazeres Filho (2005), é a unidade de maior extensão na área mapeada. É limitado, a oeste, pela Zona de Cisalhamento Itapirapuã, onde faz contato com o Grupo Itaiacoca; a leste, pela Zona de Cisalhamento Morro Agudo, em contato tectônico com o Granito Barra do Chapéu e a Formação Água Clara.

O corpo é constituído, principalmente, por quartzomonzonito porfirítico, com hornblenda e biotita,

ocorrendo, subordinadamente, composições monzogranítica, granodiorítica e sienogranítica (Quadro 4.2; Figura 4.36). Esses granitoides exibem cor cinza-claro a cinza-escuro (por vezes, rosa-claro e branca), são leucocráticos a mesocráticos (M = 15-45%) e com textura inequigranular (Figura 4.37). Frequentemente, apresentam foliação magmática, marcada pela orientação de fenocristais e minerais máficos (Figura 4.38).

Os fenocristais, presentes em proporções variadas (5-40%), são de feldspato potássico (microclínio), geralmente de cor rosa e raramente branca, idiomórficos a subidiomórficos e com 1 a 7 cm (Figura 4.39). A matriz tem granulação média a grossa (1 a 5 mm) e é composta por plagioclásio, quartzo,

microclínio, hornblenda e biotita como minerais essenciais, além de titanita, epídoto, apatita, alanita e minerais opacos como minerais acessórios (Quadro 4.2; Figura 4.40).

Na porção sul da unidade, abrangendo as localidades de Ilha do Turvo, Barra do Teixeira e Barreiro do Turvo, a porcentagem de fenocristais decresce, caracterizando uma fácies de textura inequigranular seriada (raramente equigranular) e de granulação fina a grossa (< 1 a 7 mm) (Figura 4.41).

No geral, esses granitoides apresentam cor cinza a cinza-claro (por vezes, rosa-claro e branca), são predominantemente leucocráticos (M = 7-25%), com estrutura foliada. Sua composição é variada (principalmente, monzogranito e granodiorito) (Figura 4.36),

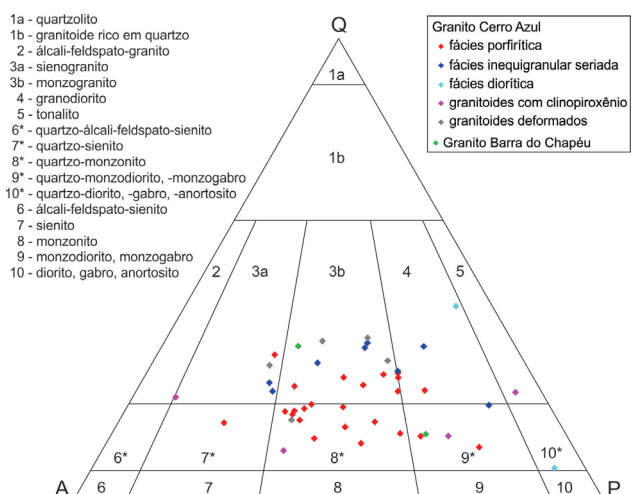


Figura 4.36 – Diagrama QAP de classificação modal de rochas ígneas para a suíte granítica Três Córregos. Fonte: STRECKEISEN, 1974.



Figura 4.38 – Fenocristais orientados de feldspato potássico em hornblenda-biotita-granito porfírico do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento SW-1128, arredores de Blum, Cerro Azul, PR). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.



Figura 4.37 – Hornblenda-biotita-sienogranito porfírico, com fenocristais de feldspato potássico, do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento FC-129, cerca de 4 km a sudoeste da zona urbana de Itapirapuã Paulista, SP). Fotografia: Fabrizio Prior Caltabeloti, 2009.

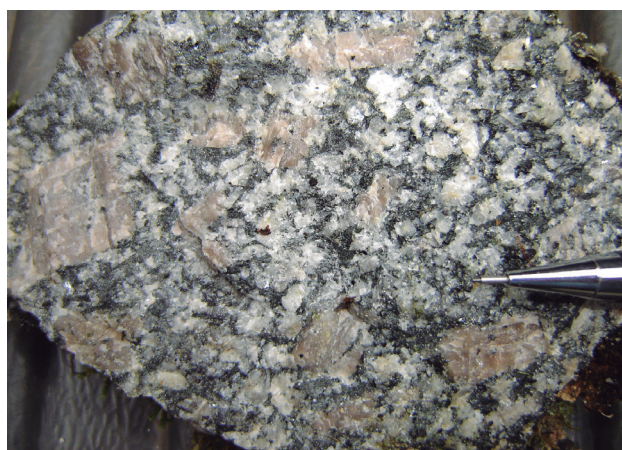


Figura 4.39 – Detalhe de biotita-hornblenda-quartzo-monzonito porfírico, com fenocristais de feldspato potássico (microclínio), do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento MB-72, arredores de Barra do Areião, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Vila Branca e Ribeira

Amostra	Matriz (%)																Fenocristais (%)	Classificação (Matriz + Fenocristais)
	Qtz	FA	Pl	Bt	Hbl	Opq	Ttn	Ep	Ap	Chl	Aln	Zrn	Cpx	Ms	Cb	Tpz		
GRANITO CERRO AZUL																		
Fácies Porfírica																		
FC-116-R-B	18	07	53	06	07	03	02	02	01	tr	01	tr	-	-	-	-	30	Biotita-hornblenda-quartzomonzonito
FC-119-R-D	25	18	43	10	-	02	-	-	tr	02	tr	-	-	-	-	-	08	Biotita-monzogranito
MB-002-R-A	25	15	42	08	05	02	01	tr	01	-	tr	tr	-	-	-	-	35	Hornblenda-biotita-quartzomonzonito
MB-011-R-A	25	03	44	15	06	03	03	01	tr	-	tr	tr	-	-	-	-	35	Hornblenda-biotita-monzogranito
MB-072-R-A	12	04	38	15	20	04	03	tr	02	02	-	-	-	-	-	-	30	Biotita-hornblenda-quartzomonzonito
MB-131-R-A	22	05	39	12	15	03	02	tr	01	-	tr	-	-	-	tr	-	20	Biotita-hornblenda-monzogranito
MB-135-R-A	30	32	22	07	05	02	-	tr	01	01	tr	-	-	-	-	-	12	Hornblenda-biotita-sienogranito
MB-144-R-A	10	02	43	15	20	04	03	tr	02	01	tr	tr	-	-	-	-	25	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito
MB-145-R-A	25	04	46	08	12	02	02	tr	01	-	tr	tr	-	-	-	-	40	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito
MB-155-R-A	10	04	46	08	20	04	02	01	02	03	tr	tr	-	-	tr	-	15	Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito
MB-173-R-A	06	05	41	10	30	04	01	tr	02	01	-	tr	-	-	-	-	05	Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito
ST-004-R-A	28	13	36	03	07	03	03	03	tr	04	-	-	-	-	-	-	50	Hornblenda-quartzo-sienito com biotita
ST-012-R-A	18	18	34	16	08	02	03	01	tr	-	-	tr	-	-	-	-		Hornblenda-biotita-granodiorito
ST-013-R-A	20	39	25	08	04	01	02	tr	01	tr	tr	tr	-	-	-	-	35	Hornblenda-biotita-monzogranito
ST-018-R-A	25	10	37	12	07	04	04	01	tr	-	-	tr	-	-	-	-	20	Hornblenda-biotita-monzogranito
ST-082-R-A	25	05	55	06	03	01	02	01	01	01	tr	tr	-	-	tr	-	20	Biotita-monzogranito com hornblenda
ST-099-R-A	20	06	42	10	15	03	02	tr	01	01	tr	tr	-	-	-	-	35	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito
ST-111-R-A	20	14	48	05	08	02	02	-	01	tr	tr	-	-	-	-	-	05	
ST-113-R-A	25	15	45	05	04	02	02	tr	01	01	tr	-	-	-	tr	-	08	Biotita-granodiorito com hornblenda
ST-143-R-A	12	03	49	08	20	05	01	tr	02	tr	tr	tr	tr	-	-	-	20	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito
SW-1043-R-A	25	-	44	10	14	02	03	-	01	01	-	tr	-	-	-	-	40	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito
SW-1126-R-A	21	18	45	07	05	01	02	tr	01	tr	tr	tr	-	-	-	-	20	Hornblenda-biotita-quartzo-monzonito
SW-1127-R-A	20	32	36	05	05	01	01	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	15	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito
SW-1157-R-A	18	06	55	08	06	02	02	02	01	-	tr	-	-	-	-	-	25	Hornblenda-biotita-quartzo-monzonito
Fácies Inequigranular Seriada																		
MB-021-R-A	25	20	44	06	04	01	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	03	Biotita-granodiorito com hornblenda
MB-021-R-B	20	45	23	05	-	02	01	01	01	02	-	tr	-	-	-	-	-	Biotita-granito
MB-023-R-A	25	34	25	03	05	02	02	01	01	02	tr	tr	-	-	-	-	15	Biotita-hornblenda-sienogranito
MB-165-R-A	28	15	43	06	04	02	01	tr	01	tr	tr	tr	-	-	-	-		Hornblenda-biotita-granodiorito
ST-085-R-B	22	30	24	15	tr	03	02	02	01	-	-	tr	-	01	tr	-	-	Biotita-monzogranito com hornblenda
ST-093-R-A	12	07	42	10	20	02	03	tr	02	01	01	-	-	-	-	-		Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito
ST-114-R-A	29	15	35	10	06	03	02	tr	01	01	tr	tr	-	-	-	-	10	Hornblenda-biotita-monzogranito
SW-1157-R-B	30	25	35	03	-	02	-	03	tr	-	-	tr	-	02	-	-	-	Monzogranito com biotita

Fácies Diorítica																		
MB-152-R-A	12	02	15	25	38	04	-	-	03	-	-	-	01	-	-	-	-	Biotita-hornblenda-melagranodiorito
SW-1164-R-A	02	02	30	15	44	-	06	tr	01	-	-	-	-	-	-	-	-	Biotita-hornblenda-quartzo-meladiorito
Granitoides com Clinopiroxênio																		
MB-023-R-B	07	40	25	-	12	02	03	-	03	-	tr	tr	08	-	-	-	-	Clinopiroxênio-hornblenda-quartzo-monzonito
MB-073-R-A	08	14	40	08	20	05	01	-	01	-	tr	-	03	-	-	-	-	Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito com clinopiroxênio
MB-171-R-A	18	59	07	-	01	01	-	01	-	01	-	tr	08	-	-	04	-	Clinopiroxênio-sienogranito
ST-083-R-A	18	04	58	-	06	03	02	01	01	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	Hornblenda-tonalito com clinopiroxênio
Granitoides Deformados																		
MB-027-R-A	28	30	25	07	04	01	02	03	tr	tr	-	tr	-	-	-	-	-	Biotita-monzogranito com hornblenda milonítico
MB-117-R-A	25	43	20	05	03	01	01	tr	01	01	-	tr	-	-	-	-	-	Biotita-sienogranito com hornblenda
MB-157-R-A	35	10	39	07	02	03	02	tr	01	01	tr	tr	-	-	-	-	15	Biotita-monzogranito com hornblenda milonítico
ST-007-R-A	12	37	24	08	10	02	02	01	02	02	tr	tr	-	-	-	-	25	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito gnáissico milonítico
SW-1160-R-A	25	22	38	07	tr	01	02	04	01	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	Biotita-monzogranito com hornblenda gnáissico epidotizado
GRANITO BARRA DO CHAPÉU																		
SW-925-R-A	10	-	-	09	07	03	03	02	01	-	tr	tr	-	-	-	-	65	Hornblenda-biotita-quartzo-monzodiorito protomilonítico
SW-943-R-A	30	38	24	01	-	03	-	tr	-	-	-	-	-	04	-	-	-	Monzogranito milonítico-ultramilonítico com biotita

Quadro 4.2 – Composição modal e classificação petrográfica das rochas da suíte granítica Três Córregos.

Fonte: Elaborado por Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

Nota: Abreviatura de nomes de minerais conforme Kretz, 1983.

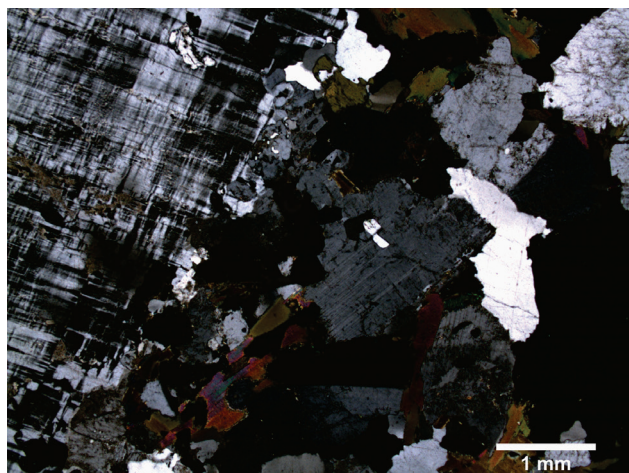


Figura 4.40 – Fotomicrografia (polarizadores cruzados) de hornblenda-biotita-monzogranito porfírico, com fenocristal de microclínio, do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento MB-11, arredores de Blum, Cerro Azul, PR).

Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.



Figura 4.41 – Biotita-granito médio a grosso do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento ST-110, arredores de Ilha do Turvo, Cerro Azul, PR). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2011.

com plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino, biotita e hornblenda, além de titanita, epidoto, apatita e zircão como principais minerais acessórios (Quadro 4.2; Figura 4.42). Essa fácies também é observada dispersa em outros locais da unidade; por vezes, está associada aos granitoides porfíricos.

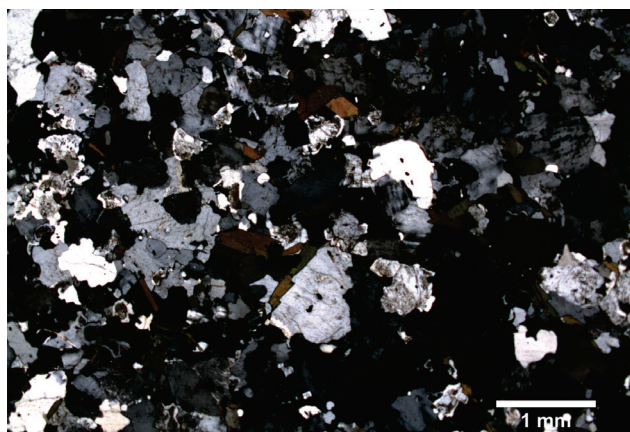


Figura 4.42 – Fotomicrografia (polarizadores cruzados) de biotita-granito inequigranular médio do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento MB-21, Barra do Teixeira, Cerro Azul, PR).  
Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

Pontualmente, foram observados granitoides contendo clinopiroxênio em proporções variadas (8% a traços) (Quadro 4.2), presentes na forma de núcleos em cristais de hornblenda e/ou em contato com esta.

Rochas de composição diorítica também ocorrem de forma subordinada, associadas aos granitoides porfíricos (Figura 4.36). Apresentam cor cinza-escuro a preta, são meso- a melanocráticas (M = 60-80%), de textura equigranular média (1 a 4 mm) e compostas por hornblenda, biotita, plagioclásio, feldspato alcalino e quartzo, com titanita e apatita como principais minerais acessórios (Quadro 4.2; Figura 4.43).

Termos miloníticos (Figuras 4.44 e 4.45) e cataclásticos, por vezes associados à alteração hidrotermal (epidotização e saussuritização), são frequentemente observados próximos a zonas de cisalhamento e falhas, destacando-se a região ao longo da Zona de Cisalhamento Itapirapuã. Comumente, observam-se porfiroclastos de feldspato potássico deformados, por vezes sigmoidais e orientados na direção da foliação milonítica, e recristalização dinâmica do quartzo (menos frequentemente de feldspato) em seção polida.

São observados, ainda, diques e veios aplíticos e pegmatíticos; veios de quartzo; diques de rocha alcalina; enclaves máficos microgranulares centimétricos a decimétricos, com biotita em abundância.

Procedeu-se a análises químicas em rocha total para as amostras coletadas do Granito Cerro Azul, cujos resultados são apresentados no Quadro 4.3.

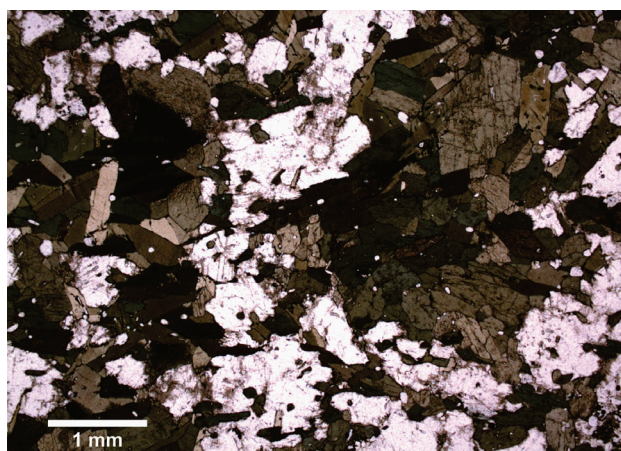


Figura 4.43 – Fotomicrografia (polarizadores descruzados) de biotita-hornblenda-quartzo-meladiorito do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento SW-1164, ribeirão da Rosa, Cerro Azul, PR).  
Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.



Figura 4.44 – Hornblenda-biotita-granito porfírico com textura protomilonítica do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos, próximo à zona de cisalhamento Itapirapuã (afloramento MB-114, bairro Zacarias, Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.



Figura 4.45 – Biotita-granito porfírico, com textura milonítica, do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos; observam-se fenocristais de feldspato potássico deformados e orientados na direção da foliação (afloramento MB-142, Moqué, Itapirapuã Paulista, SP).  
Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

CPRM - Programa Geologia do Brasil

Elemento	Amostra								
	SW-1164-R-A	MB-152-R-A	ST-012-R-A	MB-173-R-A <sup>†</sup>	ST-093-R-A	MB-073-R-A	ST-143-R-A	MB-131-R-A	ST-007-R-A <sup>†</sup>
	Rocha								
	Biotita-hornblenda-quartzo-meladorito	Biotita-hornblenda-melagranodiorito	Hornblenda-biotita-granodiorito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzodiorito com clinopiroxênio	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzogranito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito gnáissico milonítico
Percentual de Peso (%)									
SiO <sub>2</sub>	48,03	48,48	54,64	57,91	58,16	59,05	59,55	60,82	61,68
TiO <sub>2</sub>	1,92	2,46	1,15	0,95	1,15	1,00	0,96	0,90	0,67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,99	10,12	19,32	17,27	15,80	16,68	16,17	17,47	16,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,15	17,39	6,82	7,72	7,62	7,57	6,99	6,13	4,27
FeO	2,01	6,87	3,10	3,48	3,76	3,26	3,06	3,05	2,16
MnO	0,15	0,10	0,07	0,12	0,13	0,10	0,10	0,07	0,08
MgO	7,25	7,21	2,89	3,19	4,29	2,74	2,99	1,92	1,76
CaO	8,49	7,14	5,81	5,31	5,68	4,81	4,88	4,12	3,67
Na <sub>2</sub> O	3,61	1,83	5,96	3,97	3,50	4,02	3,80	4,28	4,29
K <sub>2</sub> O	2,59	3,21	2,84	3,15	3,27	3,69	4,20	4,03	6,34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,75	2,03	0,49	0,41	0,36	0,34	0,34	0,26	0,34
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,68	0,68	0,48	0,56	0,71	0,35	0,28	0,33	0,60
Total	99,99	99,98	99,99	99,99	99,97	99,98	99,99	100,00	100,00
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,72	1,76	0,48	0,79	0,94	0,92	1,10	0,94	1,48
#mg	49,97	36,34	35,78	35,26	41,85	32,65	36,34	28,54	34,29
ppm									
Ni	86,50	33,90	14,90	12,50	31,90	12,40	10,40	9,70	13,60
Co	25,10	36,90	12,80	12,60	15,90	11,50	9,60	9,30	7,40
Cu	33,00	66,60	17,70	28,30	46,30	13,50	17,00	31,70	13,70
Pb	1,20	2,40	5,90	1,70	2,60	1,40	1,50	2,10	6,50
Zn	65,00	76,00	71,00	59,00	62,00	59,00	56,00	68,00	44,00
Rb	53,90	91,20	86,60	77,40	103,70	76,00	100,60	118,90	90,50
Cs	0,62	1,09	1,80	0,93	0,87	1,36	0,52	0,99	0,84
Ba	1296,00	2396,00	820,00	1725,00	1265,00	1833,00	1603,00	2043,00	3261,00
Sr	1133,50	436,90	1032,50	1032,90	736,00	1057,50	756,00	1009,10	1169,70
Ga	19,10	25,70	27,20	26,30	29,00	23,30	28,00	25,70	21,10
Ta	0,80	<0,05	1,16	<0,05	0,76	<0,05	0,18	<0,05	0,67
Nb	15,36	6,75	17,22	4,45	8,42	5,41	7,34	6,20	8,74
Hf	5,90	3,67	9,91	3,67	4,59	3,88	4,34	4,01	8,29
Zr	308,70	220,40	341,30	264,80	232,40	368,10	222,70	337,80	249,20
Y	25,37	42,58	59,14	288,76	29,33	21,95	25,19	26,35	13,01
Th	4,20	7,60	10,80	5,20	7,70	5,40	4,30	8,70	8,00
U	1,16	1,00	1,84	1,00	0,47	0,57	0,44	2,43	0,41
La	69,80	126,40	127,50	156,60	70,90	87,70	57,30	127,00	100,40
Ce	126,00	255,30	170,30	196,40	137,80	153,50	109,90	186,70	150,60
Pr	14,84	32,42	23,70	35,95	16,70	18,28	14,76	27,47	16,51
Nd	61,70	127,30	89,50	158,30	64,60	67,50	58,90	97,50	57,90
Sm	10,00	23,80	14,50	33,40	11,60	10,30	10,20	15,20	8,30
Eu	1,91	5,19	2,86	10,89	2,57	2,96	2,59	3,66	0,80
Gd	9,58	20,74	13,23	49,49	8,96	8,36	8,72	11,69	5,69
Tb	0,91	2,74	1,48	7,65	1,13	1,19	1,10	1,56	0,48
Dy	4,33	11,64	8,09	50,73	5,79	4,82	5,50	6,31	2,81
Ho	0,73	2,11	1,52	11,42	1,09	1,01	0,85	1,17	0,37
Er	1,33	4,67	4,04	34,98	3,07	2,56	2,63	2,85	1,12
Tm	0,19	0,83	0,52	5,57	0,31	0,52	0,29	0,62	0,07
Yb	1,20	3,10	3,90	33,00	2,50	2,10	2,10	2,40	0,90
Lu	0,13	0,67	0,64	5,35	0,31	0,50	0,35	0,53	0,14
Ba/Sr	1,14	5,48	0,79	1,67	1,72	1,73	2,12	2,02	2,79
LaN/YbN	39,22	27,49	22,04	3,20	19,12	28,16	18,40	35,68	75,21
Eu/Eu*	0,60	0,71	0,63	0,82	0,77	0,98	0,84	0,84	0,36
Be	1,30	2,90	6,80	3,60	2,60	2,90	2,90	4,40	3,20
W	0,90	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,80	<0,10	<0,10	<0,10
Sn	0,90	<0,30	1,70	<0,30	0,80	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Mo	2,34	0,09	0,30	<0,05	<0,05	0,08	0,28	0,23	0,39
Ag	0,03	0,03	0,06	0,05	0,07	0,02	0,04	0,03	0,09

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Vila Branca e Ribeira

Elemento	Amostra							
	SW-1157-R-A	SW-1126-R-A	SW-1043-R-A	ST-082-R-A	MB-023-R-B	ST-099-R-A	MB-011-R-A	MB-002-R-A
	Rocha							
	Hornblenda-biotita-quartzo-monzonito	Hornblenda-biotita-quartzo-monzonito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito	Biotita-monzogranito com hornblenda	Clinopiroxênio-hornblenda-quartzo-monzonito	Biotita-hornblenda-quartzo-monzonito	Hornblenda-biotita-monzogranito	Hornblenda-biotita-quartzo-monzonito
Percentual de Peso (%)								
SiO <sub>2</sub>	61,97	62,92	63,17	64,61	64,77	64,85	64,89	65,30
TiO <sub>2</sub>	0,73	1,04	0,81	0,53	0,67	0,85	0,76	0,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,34	15,23	16,38	17,39	14,59	15,74	15,48	15,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,38	6,15	5,20	3,97	4,40	4,94	4,49	4,39
FeO	2,10	2,50	2,23	2,15	1,17	2,56	2,01	2,05
MnO	0,07	0,08	0,07	0,05	0,08	0,06	0,05	0,05
MgO	1,85	2,42	1,85	1,14	1,83	1,94	1,79	1,60
CaO	3,55	3,85	3,20	3,80	4,31	3,66	3,40	3,24
Na <sub>2</sub> O	4,97	3,79	4,05	4,72	2,55	4,22	4,08	4,53
K <sub>2</sub> O	3,89	4,21	5,02	3,63	6,33	3,42	4,78	4,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,26	0,33	0,27	0,16	0,49	0,32	0,27	0,27
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,52	0,74	0,45	0,43	0,54	0,49	0,38	0,39
Total	100,01	100,00	99,95	99,98	100,00	99,99	99,99	99,99
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,78	1,11	1,24	0,77	2,48	0,81	1,17	1,00
#mg	32,21	34,90	32,28	26,21	38,88	33,00	34,56	32,17
ppm								
Ni	22,40	23,20	18,60	8,00	7,60	13,30	13,00	15,00
Co	12,10	12,70	10,50	5,50	3,80	7,10	8,60	8,50
Cu	8,50	8,00	7,40	2,40	3,40	2,80	5,20	6,30
Pb	1,80	6,00	4,10	1,90	10,40	2,30	4,80	5,40
Zn	69,00	69,00	61,00	57,00	24,00	57,00	55,00	51,00
Rb	95,60	128,60	134,50	115,20	115,50	78,60	88,80	67,80
Cs	0,90	1,49	0,90	1,53	0,39	0,16	1,23	1,00
Ba	1442,00	1504,00	2748,00	1169,00	7845,00	1570,00	2128,00	1831,00
Sr	1017,60	749,60	1010,30	831,60	4855,70	842,50	891,30	941,70
Ga	27,40	22,00	25,30	29,20	23,10	19,90	17,80	17,80
Ta	0,78	1,68	0,90	2,15	1,43	<0,05	0,61	0,86
Nb	13,05	23,06	13,97	7,30	29,14	30,49	9,68	10,48
Hf	6,73	9,15	7,89	4,01	9,76	5,75	6,52	5,96
Zr	279,00	388,00	306,90	226,60	347,30	210,40	292,30	258,50
Y	17,30	21,28	18,79	16,91	27,01	12,00	11,05	11,50
Th	6,70	12,50	12,90	9,40	32,90	8,20	8,30	5,80
U	1,39	1,50	1,40	1,27	3,46	0,78	1,32	1,84
La	56,10	76,10	106,40	65,90	205,30	63,30	68,90	65,00
Ce	104,40	144,30	249,70	114,70	308,30	128,50	118,10	101,60
Pr	12,55	17,56	17,63	13,40	34,72	14,72	14,13	11,78
Nd	48,00	66,50	67,00	50,80	117,60	53,30	49,40	43,00
Sm	7,60	8,70	9,00	7,90	16,60	10,70	7,10	6,80
Eu	2,27	2,02	1,91	2,04	1,49	1,39	0,86	0,86
Gd	6,45	7,33	6,42	5,64	10,43	6,40	4,39	4,34
Tb	0,67	0,76	0,97	0,74	0,94	0,84	0,44	0,44
Dy	2,77	3,47	3,07	3,35	4,77	3,85	2,49	2,46
Ho	0,49	0,49	0,48	0,50	0,75	0,66	0,36	0,36
Er	1,70	1,45	1,62	1,47	1,96	1,84	0,82	0,92
Tm	0,23	0,23	0,28	0,17	0,22	0,13	<0,05	0,06
Yb	1,30	1,10	1,40	1,10	1,50	1,10	0,70	0,80
Lu	0,18	0,17	0,16	0,18	0,24	0,18	0,10	0,12
Ba/Sr	1,42	2,01	2,72	1,41	1,62	1,86	2,39	1,94
LaN/YbN	29,09	46,64	51,24	40,39	92,27	38,80	66,36	54,78
Eu/Eu*	0,99	0,77	0,77	0,93	0,35	0,51	0,47	0,48
Be	5,30	1,40	5,30	2,60	3,90	2,80	3,60	3,30
W	6,60	12,10	2,80	<0,10	2,50	<0,10	<0,10	<0,10
Sn	0,70	1,20	0,60	<0,30	<0,30	<0,30	5,80	<0,30
Mo	3,76	4,19	4,37	<0,05	0,30	<0,05	0,30	0,35
Ag	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,04	0,05



CPRM - Programa Geologia do Brasil

Elemento	Amostra							
	MB-021-R-B	FC-119-R-D	MB-021-R-A	ST-083-R-A	ST-013-R-A <sup>†</sup>	ST-085-R-B	ST-111-R-A	SW-1127-R-A
	Rocha							
	Biotita-granito	Biotita-monzogranito	Biotita-granodiorito com hornblenda	Hornblenda-tonalito com clinopiroxênio	Hornblenda-biotita-monzogranito	Biotita-monzogranito com hornblenda	Biotita-hornblenda-granodiorito	Biotita-hornblenda-quartzozononito
Percentual de Peso (%)								
SiO <sub>2</sub>	66,19	66,55	66,74	66,88	67,07	67,45	67,73	67,77
TiO <sub>2</sub>	0,50	0,45	0,50	0,45	0,60	0,76	0,51	0,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,22	16,59	15,68	16,65	14,51	15,93	15,36	15,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,43	3,91	3,96	3,40	3,90	3,63	3,66	4,00
FeO	1,26	2,26	1,86	1,81	2,22	1,97	2,26	2,11
MnO	0,03	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,07	0,05
MgO	0,65	1,00	1,30	1,17	1,37	0,74	1,38	1,28
CaO	1,60	2,89	3,34	2,42	2,82	2,43	3,34	2,59
Na <sub>2</sub> O	3,07	4,83	5,03	4,90	4,00	4,14	4,24	3,95
K <sub>2</sub> O	8,90	3,58	3,17	3,90	5,46	4,73	3,53	4,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,41	0,16	0,20	0,21	0,22	0,16	0,18	0,17
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,39	0,42	0,28	0,27	0,26	0,37	0,23	0,21
Total	100,01	100,00	99,99	100,01	99,99	99,99	99,99	99,83
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	2,90	0,74	0,63	0,80	1,36	1,14	0,83	1,10
#mg	25,31	23,62	29,95	30,03	29,87	20,04	30,78	28,63
ppm								
Ni	5,00	9,80	9,10	9,10	10,00	4,30	9,20	12,20
Co	4,00	6,90	6,40	5,30	7,20	4,50	6,00	7,20
Cu	9,60	4,60	4,20	3,20	4,10	3,60	4,20	3,60
Pb	9,60	8,60	3,80	1,10	4,80	10,60	3,00	2,90
Zn	39,00	43,00	49,00	13,00	46,00	69,00	41,00	43,00
Rb	173,50	60,30	90,20	116,30	97,10	176,50	132,80	145,30
Cs	1,92	0,50	1,95	1,57	1,20	2,47	3,03	0,95
Ba	3180,00	1321,00	934,00	1200,00	1895,00	1697,00	857,00	1352,00
Sr	831,10	965,30	745,20	762,50	786,40	748,80	616,90	732,70
Ga	15,10	19,60	20,10	29,10	21,20	33,20	29,20	20,80
Ta	0,89	0,42	0,82	2,22	0,92	0,99	2,29	0,64
Nb	10,22	7,43	10,36	13,44	11,17	6,08	8,91	10,00
Hf	7,10	3,81	6,41	4,06	8,20	4,92	3,58	7,12
Zr	345,70	224,70	234,90	187,90	237,20	233,30	145,90	261,90
Y	13,70	10,88	13,27	17,74	220,20	6,10	94,99	20,03
Th	23,60	4,50	11,10	12,70	10,80	17,10	12,50	9,90
U	3,26	0,68	1,95	2,87	1,60	3,44	5,92	1,66
La	89,80	44,90	54,70	67,50	123,50	77,20	117,80	60,40
Ce	143,20	76,00	94,40	111,20	137,80	139,20	130,30	92,60
Pr	18,25	7,56	10,90	13,72	19,08	16,09	22,14	10,67
Nd	62,30	26,00	38,10	48,30	64,10	58,10	81,60	38,10
Sm	9,30	4,00	6,10	7,30	9,00	8,70	13,70	5,10
Eu	0,78	0,79	1,19	1,74	1,52	1,80	3,65	1,00
Gd	5,04	3,09	4,03	5,69	9,41	5,09	15,42	5,10
Tb	0,43	0,36	0,38	0,65	1,10	0,43	2,02	0,47
Dy	2,54	1,67	2,49	3,13	8,63	1,68	12,41	2,70
Ho	0,35	0,20	0,36	0,50	2,59	0,15	2,54	0,42
Er	1,14	0,78	1,03	1,59	9,31	0,30	7,83	1,28
Tm	0,10	0,07	0,10	0,20	1,26	<0,05	1,12	0,16
Yb	1,00	0,50	1,00	1,40	6,90	0,30	6,70	1,10
Lu	0,14	0,06	0,14	0,22	1,22	<0,05	0,95	0,13
Ba/Sr	3,83	1,37	1,25	1,57	2,41	2,27	1,39	1,85
LaN/YbN	60,54	60,54	36,88	32,51	12,07	173,49	11,85	37,02
Eu/Eu*	0,35	0,69	0,73	0,83	0,51	0,83	0,77	0,60
Be	2,50	1,50	4,70	2,90	4,70	4,10	3,70	6,00
W	<0,10	6,20	<0,10	4,50	<0,10	12,40	4,10	0,70
Sn	<0,30	<0,30	<0,30	0,70	<0,30	<0,30	<0,30	0,50
Mo	0,44	0,53	0,38	<0,05	0,51	<0,05	2,83	0,30
Ag	0,03	0,02	0,04	<0,01	0,16	<0,01	0,06	<0,01

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Vila Branca e Ribeira

Elemento	Amostra							
	ST-018-R-A	MB-117-R-A	ST-114-R-A	MB-023-R-A	ST-004-R-A	ST-113-R-A	SW-1157-R-B	MB-027-R-A
	Rocha							
	Hornblenda-biotita-monzogranito	Biotita-sienogranito com hornblenda	Hornblenda-biotita-granodiorito	Biotita-hornblenda-sienogranito	Hornblenda-quartzo-sienito com biotita	Biotita-granodiorito com hornblenda	Monzogonito com biotita	Biotita-monzogranito com hornblenda milonítico
Percentual de Peso (%)								
SiO <sub>2</sub>	67,84	67,84	67,97	69,13	69,65	70,13	70,22	70,42
TiO <sub>2</sub>	0,55	0,51	0,44	0,37	0,64	0,37	0,27	0,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,09	16,30	15,65	14,75	13,22	15,47	15,82	14,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,93	3,03	3,29	2,98	4,17	2,60	2,35	2,90
FeO	1,86	1,87	2,07	1,37	2,15	1,93	1,13	1,71
MnO	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04
MgO	1,43	0,96	1,03	0,84	1,60	0,78	0,43	0,88
CaO	2,80	2,47	3,01	2,81	2,89	2,37	1,47	2,38
Na <sub>2</sub> O	3,83	4,33	4,85	4,62	3,91	4,46	4,13	4,38
K <sub>2</sub> O	4,30	4,40	3,53	4,29	3,64	3,67	5,23	4,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,19	0,12	0,16	0,14	0,23	0,11	0,05	0,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,39	0,24	0,10	0,37	0,43	0,14	0,54	0,42
Total	100,01	100,00	99,99	99,98	100,00	100,00	100,01	99,99
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1,12	1,02	0,73	0,93	0,93	0,82	1,27	0,91
#mg	32,04	27,03	26,76	26,99	32,65	24,49	19,02	26,61
ppm								
Ni	9,80	5,20	7,00	5,10	12,10	5,90	2,80	6,90
Co	7,60	4,50	4,90	3,40	7,50	3,70	2,40	5,20
Cu	3,30	1,90	2,40	5,60	4,40	2,40	5,40	4,30
Pb	4,60	4,30	1,20	5,50	13,00	2,60	18,70	5,00
Zn	48,00	43,00	40,00	28,00	55,00	38,00	31,00	46,00
Rb	116,90	118,20	130,80	56,70	80,20	136,80	139,40	88,00
Cs	1,58	0,86	4,85	0,33	0,52	2,05	0,74	1,52
Ba	1627,00	1551,00	803,00	1563,00	1284,00	812,00	1754,00	951,00
Sr	748,90	894,40	601,50	979,60	651,10	539,00	574,80	657,30
Ga	21,60	23,00	30,20	16,60	21,30	29,80	23,10	20,40
Ta	0,93	<0,05	1,17	0,69	1,17	1,26	0,38	0,80
Nb	11,36	1,95	7,23	8,98	24,57	6,23	3,47	10,95
Hf	6,75	3,38	3,58	5,50	8,38	3,48	4,11	5,70
Zr	237,40	207,90	175,90	220,30	233,60	151,20	115,00	180,60
Y	19,55	6,79	15,54	8,09	13,13	81,26	22,44	9,01
Th	12,90	6,20	8,10	6,50	9,00	8,50	3,10	12,70
U	2,07	0,76	3,15	1,28	0,83	2,75	3,46	1,73
La	85,80	38,00	69,80	42,70	90,70	116,00	67,60	53,50
Ce	130,30	81,50	114,00	67,30	150,60	94,80	132,60	77,00
Pr	15,25	9,83	13,63	7,99	17,42	20,44	13,32	8,51
Nd	52,30	35,10	49,90	28,00	61,30	77,20	53,00	29,80
Sm	7,70	5,80	7,60	4,70	8,80	12,80	8,20	4,90
Eu	1,03	1,51	1,90	0,67	1,17	3,75	1,82	0,69
Gd	4,75	3,82	5,73	2,97	5,82	16,16	7,45	3,24
Tb	0,49	0,56	0,63	0,24	0,50	2,05	0,86	0,23
Dy	2,80	1,81	3,42	1,47	3,12	12,14	3,69	1,60
Ho	0,43	0,42	0,45	0,22	0,36	2,49	0,49	0,23
Er	1,38	0,96	1,47	0,61	1,01	7,19	0,89	0,72
Tm	0,10	0,32	0,14	<0,05	0,06	1,05	0,13	0,06
Yb	1,00	0,70	1,30	0,70	0,90	6,40	0,90	0,70
Lu	0,14	0,38	0,14	0,08	0,10	0,92	0,14	0,12
Ba/Sr	2,17	1,73	1,33	1,60	1,97	1,51	3,05	1,45
LaN/YbN	57,85	36,60	36,20	41,13	67,94	12,22	50,64	51,53
Eu/Eu*	0,52	0,98	0,88	0,55	0,50	0,80	0,71	0,53
Be	3,50	2,60	4,50	3,30	4,10	3,70	7,40	4,40
W	<0,10	13,20	<0,10	<0,10	<0,10	4,00	0,50	<0,10
Sn	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,60	<0,30	0,70	<0,30
Mo	0,36	<0,05	0,60	0,38	0,46	0,85	0,21	0,26
Ag	0,07	<0,01	<0,01	0,12	0,07	<0,01	0,02	0,05

Quadro 4.3 – Resultado de análises químicas em rocha total de amostras do granito Cerro Azul (suíte granítica Três Córregos)

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

(\*) Amostra não utilizada na interpretação dos resultados.

Em diagramas de classificação química de rochas (Figuras 4.46A, B), observa-se, como nos diagramas QAP (Figura 4.36), a grande variação composicional na unidade: fácies porfírica com predomínio de quartzo-monzonito e monzonito e, subordinadamente, granito e granodiorito; fácies inequigranular seriada, com predomínio de granito; fácies diorítica, classificada quimicamente como gabro.

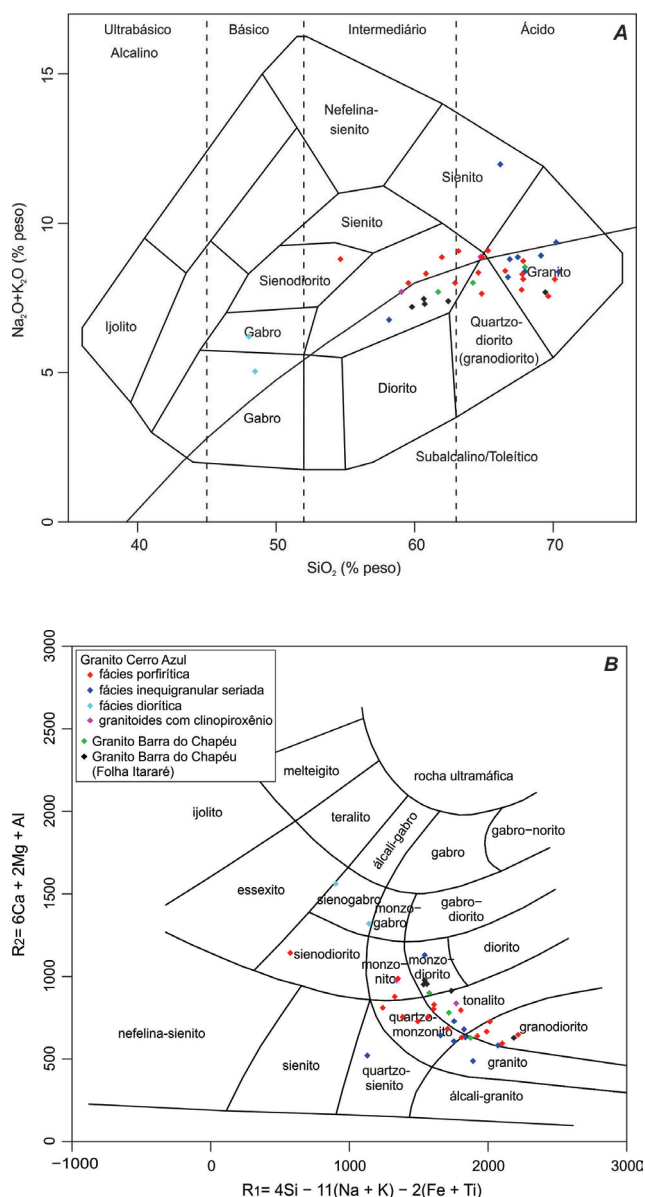


Figura 4.46 – Diagramas de classificação química para as rochas da suíte granítica Três Córregos. A: TAS; B:  $R_1-R_2$ . Fonte: A) COX; BELL; PANKHURST, 1979; B) DE LA ROCHE et al., 1980.

O caráter metaluminoso dos granitoides é identificado a partir dos dados plotados nos diagramas discriminantes (Figura 4.47A), condizente com a presença de anfibólio (hornblenda), que tende a ser mais fraco na fácies inequigranular seriada, na

qual a porcentagem de hornblenda é mais baixa. Pertencem à série magmática calcialcalina de alto K e magnésiana (Figuras 4.47B, C, D), destacando-se no diagrama AFM (Figura 4.47B) a variação das fácies do Granito Cerro Azul ao longo da série magmática calcialcalina: fácies diorítica (tendência toleítica) → fácies porfírica → fácies inequigranular seriada (mais calcialcalina).

O comportamento dos elementos maiores em diagramas de Harker (Figura 4.48) sugere diferenciação magmática por cristalização fracionada, destacando-se os *trends* negativos de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{CaO}$ : fácies diorítica (mais primitiva) → fácies porfírica → fácies inequigranular seriada (mais diferenciada).

As fortes anomalias negativas de Nb, Ta e Ti e fracas de Sr e P observadas no diagrama multielementar (Figura 4.49A), bem como o fracionamento dos elementos terras-raras com enriquecimento nos leves (Figura 4.49B), são característicos de magmatismo calcialcalino. A presença de anomalia negativa de Eu (Figura 4.49B) e de anomalia positiva de Ba (Figura 4.49A) é indicativa de cristalização fracionada de plagioclásio.

Tais características, aliadas aos diagramas de discriminação de ambiente tectônico (Figuras 4.50A, B), são indicativas de que o Granito Cerro Azul é proveniente de ambiente tectônico de arco vulcânico.

É possível observar, tanto pelos dados ora apresentados como nos mapas aerogeofísicos de composição ternária dos elementos K, U e Th (Figura 3.6), que o Granito Cerro Azul é heterogêneo textural e composicionalmente; porém, tais variações são de difícil individualização e representação em mapa.

Dados geocronológicos obtidos por Prazeres Filho (2005) revelaram idades de  $610 \pm 4$  Ma (U-Pb em zircões de litotipos não deformados) e  $608 \pm 5$  Ma e  $601 \pm 13$  (Pb-Pb e U-Pb em zircões, respectivamente, de termos protomiloníticos), consideradas pelo autor como representativas da época de cristalização dessas rochas.

#### 4.1.3.2.2 GRANITO BARRA DO CHAPÉU (NP3γ1bc)

A designação Granito Barra do Chapéu, definida por Bistrichi, Almeida e Stein (1985), tem sido utilizada por diversos autores (GIMENEZ FILHO, 1993; PRAZERES FILHO, 2005; PERROTTA et al., 2005 entre outros). O corpo aflora no limite nordeste da Folha Ribeira em contato intrusivo com a Formação Água Clara e contato tectônico com o Granito Cerro Azul, limitado pela Zona de Cisalhamento Morro Agudo.

O Granito Barra do Chapéu é constituído por hornblenda-biotita-monzogranito a monzodiorito

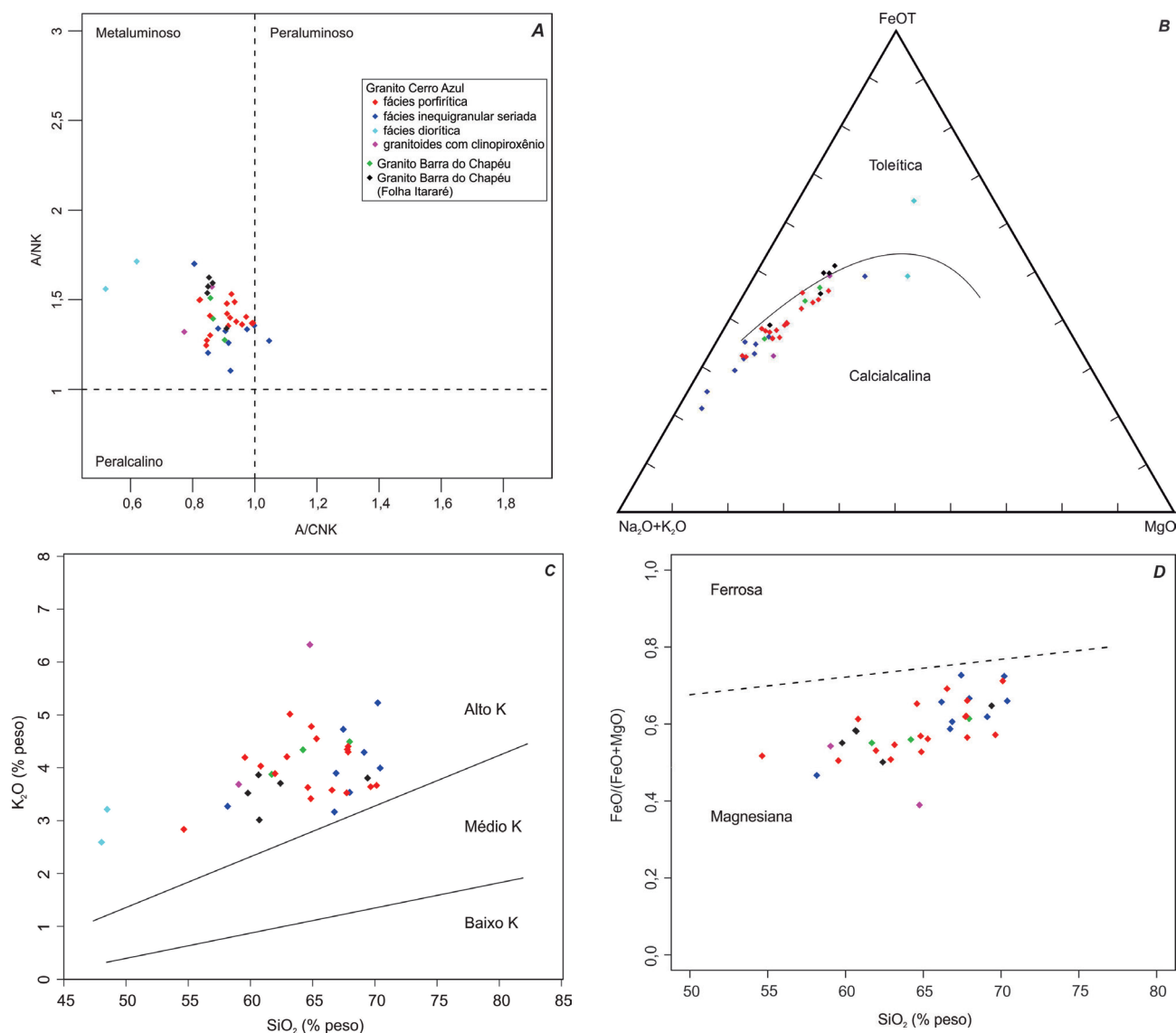


Figura 4.47 – Diagramas discriminantes aplicados às rochas da suíte granítica Três Córregos. A: índice de Shand de saturação em alumina; B: AFM; C:  $K_2O-SiO_2$ ; D:  $FeO/(FeO+MgO)-SiO_2$ .  
 Fonte: A) MANIAR; PICCOLI, 1989; B) IRVINE; BARAGAR, 1971; C) LE MAITRE et al., 1989; D) FROST et al., 2001.

porfírico (Quadro 4.2; Figura 4.36), de cor cinza-claro, leucocrático (M = 15-30%), inequigranular; localmente, apresenta foliação magmática (orientação de fenocristais). Os fenocristais, com 3 a 7 cm são, predominantemente, de feldspato potássico rosa (microclínio) e, subordinadamente, de plagioclásio (Figura 4.51). A matriz de granulação grossa a muito grossa é composta por quartzo, microclínio, plagioclásio, biotita e hornblenda, com titanita, epidoto, apatita e zircão e minerais opacos como acessórios (Quadro 4.2). Termos miloníticos (associados à Zona de Cisalhamento Morro Agudo) e enclaves máficos são pouco comuns.

Procedeu-se a análises geoquímicas em rocha total para as amostras coletadas do Granito Barra do Chapéu, cujos resultados estão dispostos no Quadro 4.4, juntamente com os resultados de amostras coletadas na Folha Itararé (RODRIGUES

et al., 2012), localizadas próximas à Folha Ribeira, a fim de contribuir para a descrição litogeoquímica da unidade.

Pelos diagramas de classificação química de rochas (Figuras 4.46A, B), as composições variam de monzodioríticas a graníticas. O caráter fracamente metaluminoso indicado pelo índice de Shand de saturação em alumina (Figura 4.47A) é condizente com a presença de hornblenda, como observado ao microscópio petrográfico. A série magmática é definida como calcialcalina de alto K e magnesiana (Figuras 4.47B, C, D).

O comportamento de elementos-traço também é característico de rochas calcialcalinas: anomalias negativas de Ta, Nb e Ti, altos conteúdos de Sr e P (Figura 4.52A), enriquecimento e forte fracionamento dos elementos terras-raras leves e padrão mais plano para os pesados (Figura 4.52B).

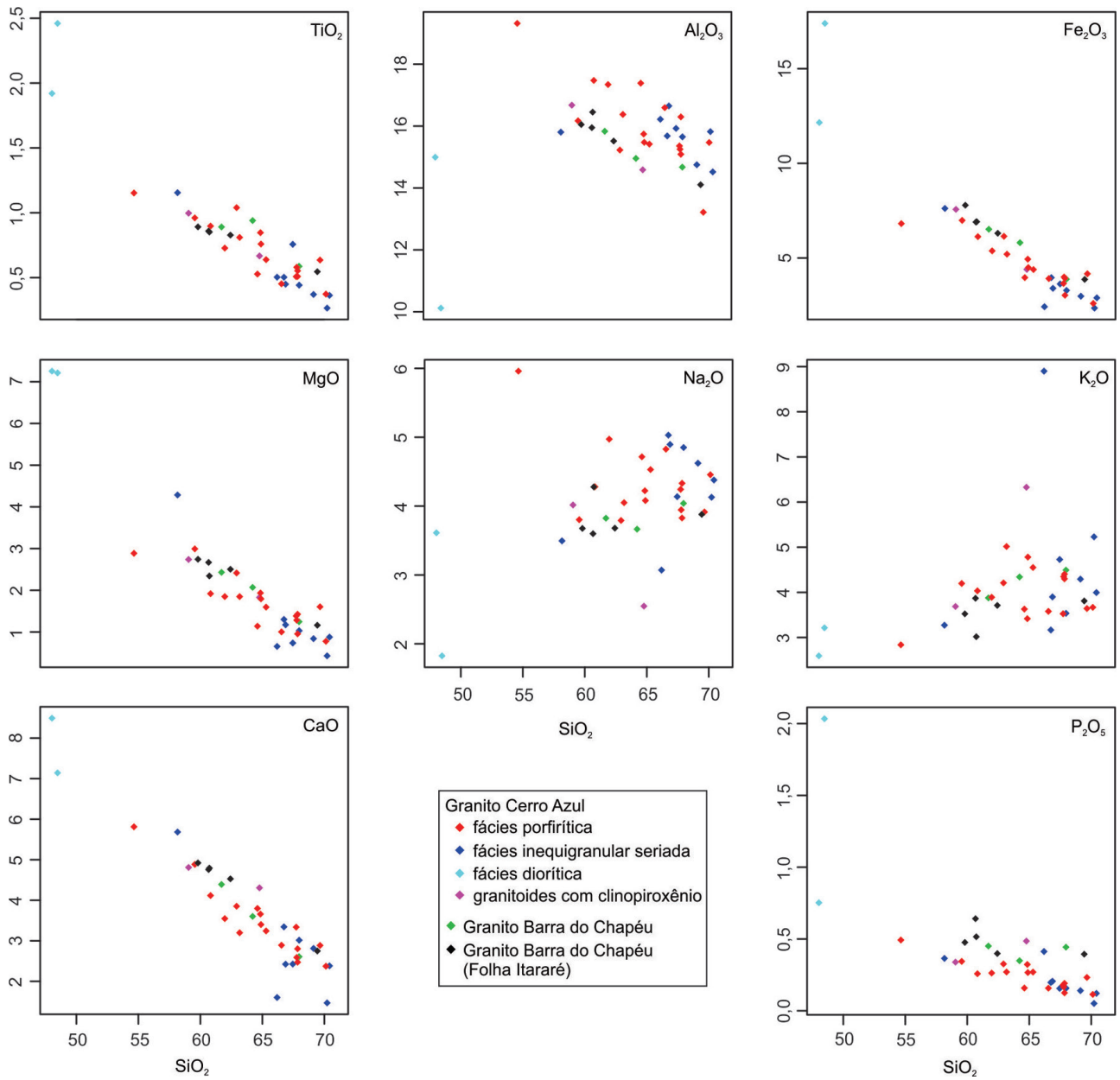


Figura 4.48 – Diagramas de Harker para elementos maiores das rochas da suíte granítica Três Córregos.  
 Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

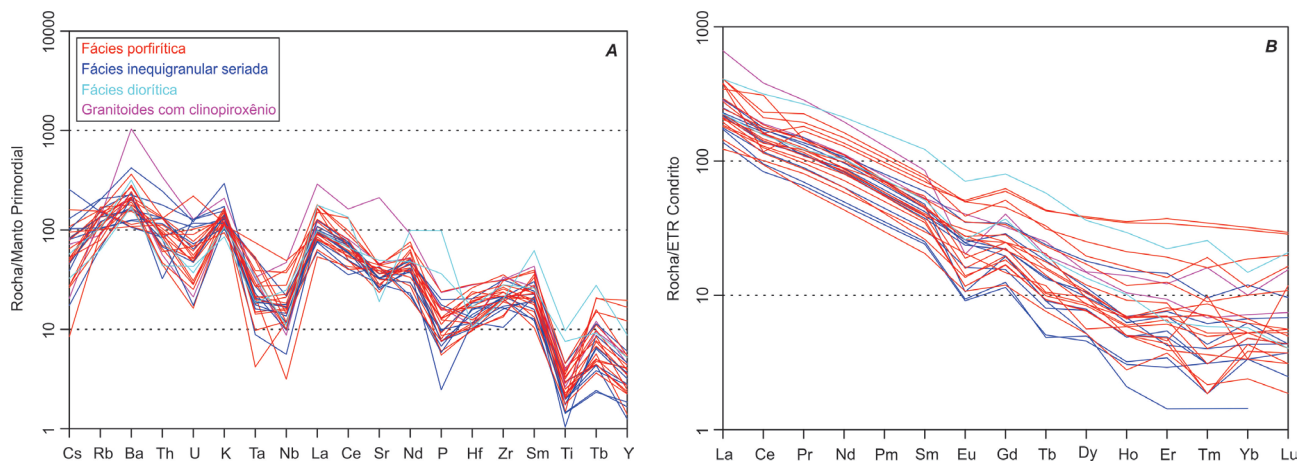


Figura 4.49 – Diagramas de elementos-traço para as rochas do granito Cerro Azul. A: multielementar normalizado para manto primordial; B: elementos terras-raras normalizado para condrito.  
 Fonte: A) WOOD; JORON; TREUIL, 1979; B) BOYNTON, 1984.

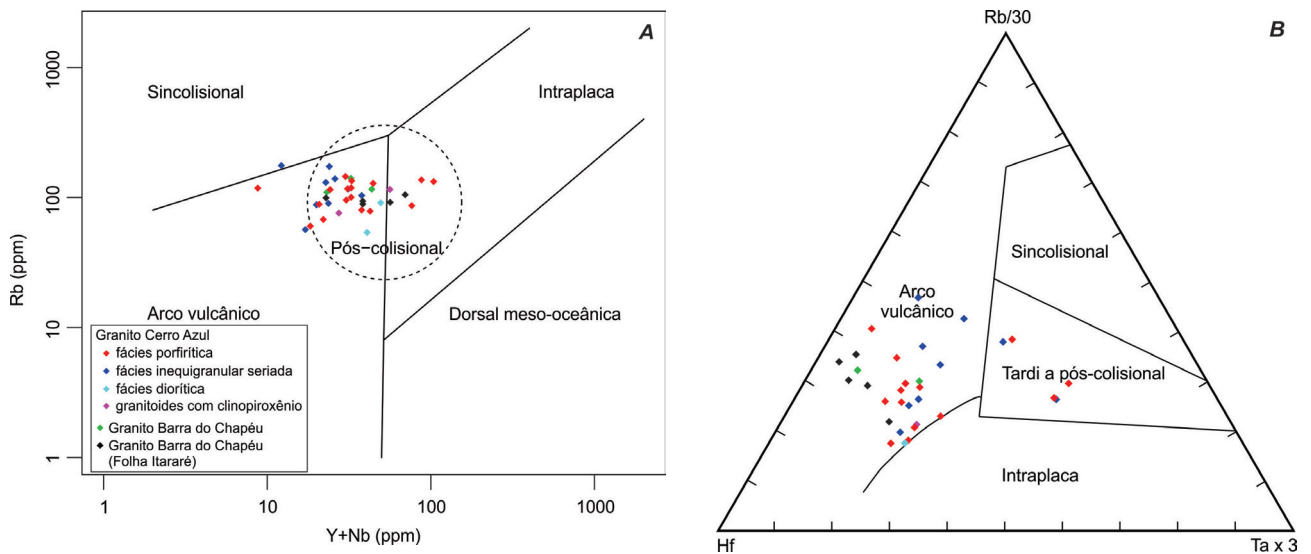


Figura 4.50 – Diagramas de discriminação de ambiente tectônico para as rochas da suíte granítica Três Córregos. A: Rb-Y+Nb; B: Hf-Rb/30-Ta x 3.  
Fonte: A) PEARCE; HARRIS; TINDLE, 1984; B) HARRIS; PEARCE; TINDLE, 1986.

As correlações negativas de  $Fe_2O_3$ , MgO e CaO e positivas para  $K_2O$  observadas nos diagramas de Harker (Figura 4.48) são sugestivas de diferenciação magmática por cristalização fracionada. A anomalia negativa de Eu (Figura 4.52B) e a anomalia positiva de Ba (Figura 4.52A) são indicativas de cristalização fracionada de plagioclásio. O Granito Barra do Chapéu, assim como o Granito Cerro Azul, é proveniente de ambiente tectônico de arco vulcânico (Figuras 4.50A, B).

Gimenez Filho et al. (2000) e Prazeres Filho (2005) obtiveram idades U-Pb em zircões de  $610 \pm 3$  Ma (granito foliado da borda do corpo) e  $589 \pm 4$  Ma (monzogranito porfíritico), respectivamente, que associaram à época de cristalização dessas rochas.



Figura 4.51 – Hornblenda-biotita-granito porfíritico, com fenocristais de feldspato potássico (microclínio), do granito Barra do Chapéu da suíte granítica Três Córregos (afloramento SW-942, rio Catas Altas, Ribeira, SP).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2009.

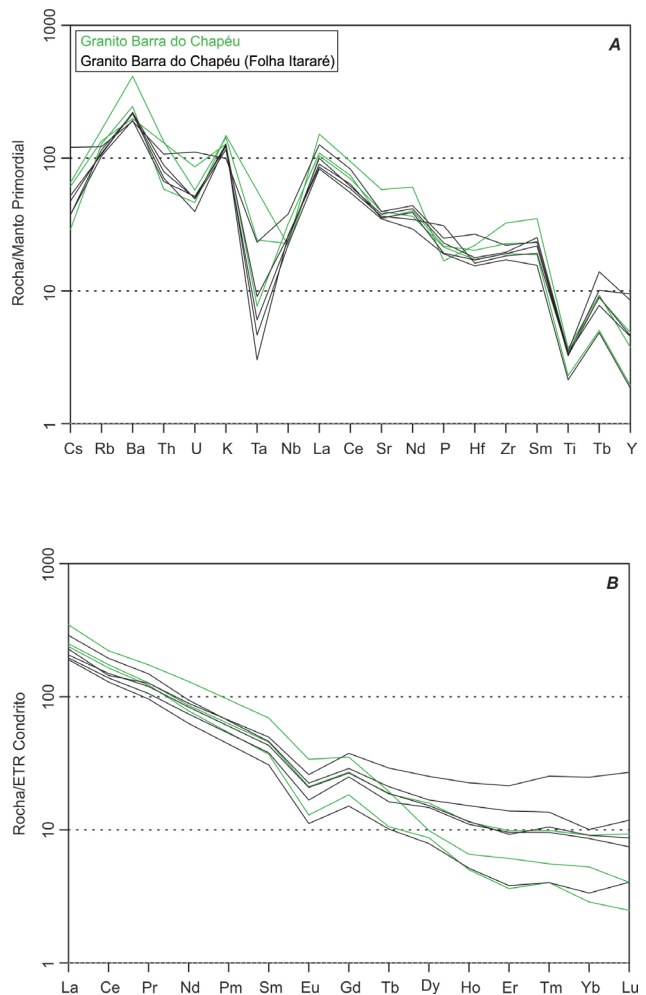


Figura 4.52 – Diagramas de elementos-traço para as rochas do granito Barra do Chapéu. A: multielementar normalizado para manto primordial; B: elementos terras-raras normalizado para condrito.  
Fonte: A) WOOD; JORON; TREUIL, 1979; B) BOYNTON, 1984.

Elemento	Amostra							
	FC-026*	SW-1011*	FC-025*	SW-1005-R-A	SW-925-A	SW-1000*	SW-944-R-A	SW-0061*
	Rocha							
	Biotita-granito porfirítico	Anfibólio-biotita-monzogranito	Anfibólio-biotita-monzogranito	(Anfibólio)-biotita-granito porfirítico	Hornblenda-biotita-quartzomonzodiorito protomilonítico	Anfibólio-biotita-sienogranito	(Anfibólio)-biotita-granito porfirítico	Anfibólio-biotita-monzogranito
Percentual de Peso (%)								
SiO <sub>2</sub>	59,81	60,66	60,73	61,70	64,22	62,42	67,96	69,44
TiO <sub>2</sub>	0,89	0,86	0,85	0,89	0,94	0,83	0,59	0,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,05	15,95	16,45	15,83	14,96	15,52	14,67	14,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,79	6,90	6,92	6,52	5,81	6,31	3,88	3,87
FeO	3,36	3,73	3,25	2,99	2,64	2,51	1,99	2,13
MnO	0,10	0,09	0,09	0,09	0,06	0,09	0,04	0,04
MgO	2,74	2,67	2,34	2,43	2,07	2,50	1,25	1,16
CaO	4,92	4,76	4,79	4,39	3,60	4,53	2,61	2,75
Na <sub>2</sub> O	3,68	3,60	4,28	3,82	3,66	3,68	4,04	3,88
K <sub>2</sub> O	3,52	3,87	3,02	3,88	4,34	3,71	4,49	3,81
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,48	0,64	0,52	0,45	0,35	0,40	0,44	0,39
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,41	2,01	0,31	1,23	0,70	0,73	0,17	0,22
Total	99,98	100,00	99,99	100,01	100,03	99,99	99,98	99,99
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,96	1,07	0,71	1,01	1,18	1,01	1,11	0,98
#mg	41,11	43,38	40,17	32,86	31,93	44,03	28,83	37,30
ppm								
Ni	12,60	11,30	12,90	10,40	18,40	10,20	10,10	8,00
Co	14,20	13,70	11,80	11,80	16,20	10,20	6,60	6,00
Cu	63,00	19,80	68,40	8,60	26,60	18,20	4,80	5,30
Pb	15,10	4,10	17,90	5,80	3,90	3,60	2,90	3,60
Zn	82,00	66,00	67,00	63,00	97,00	51,00	55,00	41,00
Rb	91,80	93,80	105,00	116,00	140,60	89,10	110,00	99,30
Cs	0,99	0,90	2,29	1,16	1,24	0,71	0,55	0,71
Ba	1669,00	1637,00	1436,00	1500,00	3127,00	1455,00	1855,00	1632,00
Sr	870,00	840,00	910,00	802,00	1333,60	817,00	911,00	802,00
Ga	25,70	25,10	29,50	27,50	23,00	25,70	26,60	24,70
Ta	0,26	0,13	1,00	0,33	1,04	0,39	<0,05	0,20
Nb	14,99	16,31	23,53	19,82	14,10	15,99	13,65	13,83
Hf	6,23	5,66	9,36	7,08	7,72	5,99	6,04	5,40
Zr	215,00	202,00	243,00	250,00	356,70	210,00	210,00	189,00
Y	41,43	22,07	46,14	23,67	18,34	22,41	9,46	9,04
Th	8,50	7,60	10,30	12,50	12,80	6,40	5,60	6,80
U	1,33	1,35	3,00	2,32	1,55	1,39	1,25	1,07
La	70,80	60,70	89,60	77,60	107,60	63,90	74,00	58,90
Ce	116,60	111,80	157,10	140,70	179,20	121,00	133,00	104,30
Pr	15,43	12,88	18,12	15,47	21,18	14,56	14,92	11,73
Nd	53,60	44,50	56,60	51,70	78,10	50,20	47,00	37,80
Sm	9,70	7,40	9,00	8,90	13,50	8,40	7,20	6,00
Eu	1,91	1,23	1,65	1,55	2,49	1,53	0,95	0,82
Gd	9,72	6,47	7,49	7,02	9,11	6,92	4,75	3,91
Tb	1,38	0,77	1,00	0,88	0,92	0,89	0,50	0,48
Dy	8,12	4,74	5,40	5,12	3,18	4,90	2,81	2,54
Ho	1,62	0,79	1,09	0,82	0,47	0,83	0,36	0,37
Er	4,50	2,01	2,91	2,07	1,28	1,94	0,76	0,80
Tm	0,82	0,31	0,44	0,32	0,18	0,34	0,13	0,13
Yb	5,20	1,80	2,10	1,90	1,10	1,90	0,60	0,70
Lu	0,87	0,24	0,38	0,30	0,13	0,28	0,08	0,13
Ba/Sr	1,92	1,95	1,58	1,87	2,34	1,78	2,04	2,03
LaN/YbN	9,18	22,74	28,77	27,54	65,95	22,67	83,15	56,73
Eu/Eu*	0,60	0,54	0,61	0,60	0,69	0,61	0,50	0,52
Be	1,50	1,80	3,00	2,10	4,00	1,90	1,60	2,40
W	0,20	0,00	1,10	<0,10	6,20	0,00	5,50	0,00
Sn	2,10	2,10	2,70	3,70	6,40	2,30	1,20	2,60
Mo	2,31	0,83	2,67	0,24	3,58	0,35	0,28	0,34
Ag	0,20	0,06	0,25	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02

Quadro 4.4 – Resultado de análises químicas em rocha total de amostras do Granito Barra do Chapéu (suíte granítica Três Córregos).

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

(\*) Amostra coletada na folha Itararé (RODRIGUES et al., 2012).

#### 4.1.3.3 SUÍTE GRANÍTICA CUNHAPORANGA (NP3γ2cu)

A Suíte Granítica Cunhaporanga é um batólito de aproximadamente 2.800 km<sup>2</sup>, que se estende por 110 km na direção NE-SW, desde Ponta Grossa (PR) até o limite entre os estados de Paraná e São Paulo.

De acordo com Prazeres Filho (2000, 2005), a suíte é composta, principalmente, por monzo- a sienogranito, com granodiorito e quartzo-monzonito subordinados, porfiríticos, com fenocristais de feldspato alcalino e isótopo. Secundariamente, essas rochas apresentam textura equigranular e, por vezes, protomilonítica.

Guimarães (2000) sugere para as rochas da suíte uma linhagem magmática calcialcalina de alto K, com afinidade shoshonítica e associação a granitos tipo I. Uma série alásquítica, de ocorrência restrita, é caracterizada por álcali-granitos de tipologia A.

Dados geocronológicos obtidos por U-Pb em zircões e K-Ar (PRAZERES FILHO, 2000, 2005) indicaram um intervalo entre 620 e 590 Ma para

cristalização das rochas que constituem o batólito.

A Suíte Granítica Cunhaporanga aflora no extremo noroeste da Folha Vila Branca, nos arredores dos municípios de Doutor Ulysses e Sengés (PR) (Figura 4.33), em contato intrusivo com as rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca.

Neste estudo, a suíte foi dividida em três unidades, cuja individualização se baseou em diferenças texturais e composicionais: Granito Santa Rita, Granito Ouro Verde e Granito Vila Branca.

##### 4.1.3.3.1 GRANITO SANTA RITA (NP3γ2csr)

O termo Granito Santa Rita é equivalente a Domínio Santa Rita, de Guimarães (2000), e à Unidade Santa Rita-Vila Branca, de Prazeres Filho (2005). A denominação utilizada por esse último autor é desmembrada neste trabalho para caracterização de dois corpos graníticos distintos.

O Granito Santa Rita é constituído por (hornblenda)-biotita-monzogranito a sienogranito porfirítico (Quadro 4.5; Figuras 4.53 e 4.54), de cor

Amostra	Matriz (%)													Fenocristais (%)	Classificação (Matriz + Fenocristais)	
	Qtz	FA	Pl	Bt	Hbl	Opq	Ttn	Ep	Ap	Chl	Aln	Zrn	Ms			Cb
<b>Granito Santa Rita</b>																
MB-054-R-A	25	46	20	05	-	01	02	tr	tr	01	-	tr	-	-	30	Biotita-sienogranito levemente deformado
MB-057-R-A	25	43	18	06	-	03	03	01	tr	01	-	tr	-	-	-	Biotita-sienogranito deformado
MB-063-R-A	40	10	35	08	-	02	03	-	01	tr	01	-	-	-	15	Biotita-monzogranito protomilonítico
MB-064-R-A	30	10	38	10	03	02	05	01	01	tr	tr	tr	-	tr	15	Biotita-monzogranito com hornblenda
ST-036-R-A	25	-	33	10	-	-	04	tr	01	03	-	tr	-	-	24	Biotita-monzogranito
<b>Granito Ouro Verde</b>																
MB-061-R-A	25	28	40	05	-	01	tr	-	01	-	tr	-	-	-	-	Biotita-monzogranito deformado
MB-062-R-A	28	35	26	03	-	02	tr	tr	tr	05	tr	-	01	-	-	Monzogranito com biotita deformado
MB-065-R-A	40	17	30	03	-	04	-	-	-	02	-	tr	04	-	-	Monzogranito com biotita milonítico
MB-068-R-A	40	25	31	02	-	01	-	-	-	-	-	tr	01	-	-	Monzogranito com biotita protomilonítico
MB-080-R-A	25	40	33	-	-	02	-	-	-	tr	-	-	tr	-	-	Monzogranito com óxidos
MB-080-R-B	20	-	25	-	-	02	03	02	-	08	01	tr	tr	01	38	Monzogranito deformado hidrotermalizado
MB-081-R-A	30	19	36	10	-	tr	03	-	01	01	tr	tr	tr	-	5	Biotita-monzogranito protomilonítico
ST-063-R-A	25	32	29	07	-	02	03	-	01	tr	tr	-	01	-	-	Biotita monzogranito deformado
ST-068-R-A	20	30	45	03	-	01	tr	-	tr	tr	01	tr	tr	-	-	Biotita-monzogranito foliado
<b>Granito Vila Branca</b>																
MB-045-R-A	30	40	27	02	-	tr	tr	01	tr	-	-	tr	-	-	-	Monzogranito com biotita
ST-069-R-A	30	37	25	03	02	01	-	01	01	tr	-	tr	-	-	-	Monzogranito com biotita e hornblenda

Quadro 4.5 – Composição modal e classificação petrográfica para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga.

Fonte: Elaborado por Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

Nota: Abreviatura de nomes de minerais conforme Kretz, 1983.



cinza e leucocrático (M = 15-40%), textura inequigranular; frequentemente, apresenta foliação magmática (orientação de fenocristais e minerais máficos). Os fenocristais (15-30%) de feldspato potássico rosa (microclínio) são comumente idiomórficos e com 1,5 a 3 cm (Figura 4.55). A matriz apresenta granulação média a grossa e é composta por quartzo, plagioclásio, microclínio, biotita e, por vezes, hornblenda, como minerais principais, além de titanita, minerais opacos, apatita, epidoto e zircão como acessórios (Quadro 4.5; Figura 4.56).

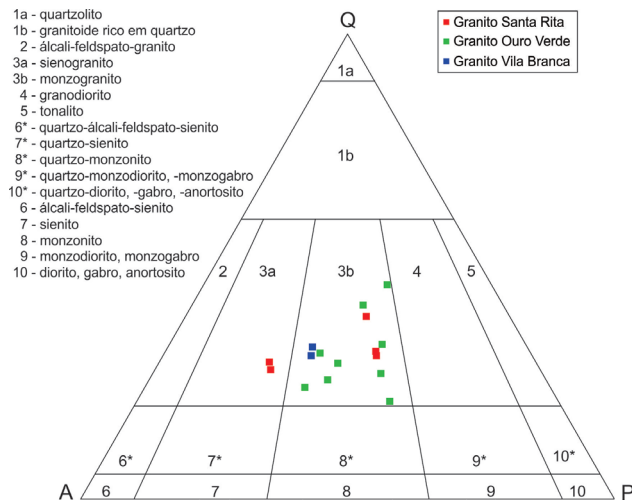


Figura 4.53 – Diagrama QAP de classificação modal de rochas ígneas para a suíte granítica Cunhaporanga  
 Fonte: STRECKEISEN, 1974.



Figura 4.54 – (Hornblenda)-biotita-granito porfírico do granito Santa Rita da suíte granítica Cunhaporanga (afloramento MB-64, cerca de 2 km a sudoeste de Caetanos, Doutor Ulysses, PR).  
 Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

Procedeu-se a análises geoquímicas em rocha total para as amostras coletadas do Granito Santa Rita, cujos resultados estão dispostos no Quadro 4.6. Os diagramas de classificação química de rochas (Figuras 4.57A e B) indicam, para os termos porfíricos, composição variando de quartzo-monzonito a granito.



Figura 4.55 – Detalhe de biotita-sienogranito porfírico, com fenocristais de feldspato potássico rosa (microclínio), do granito Santa Rita da suíte granítica Cunhaporanga (afloramento MB-57, Caetanos, Doutor Ulysses, PR).  
 Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

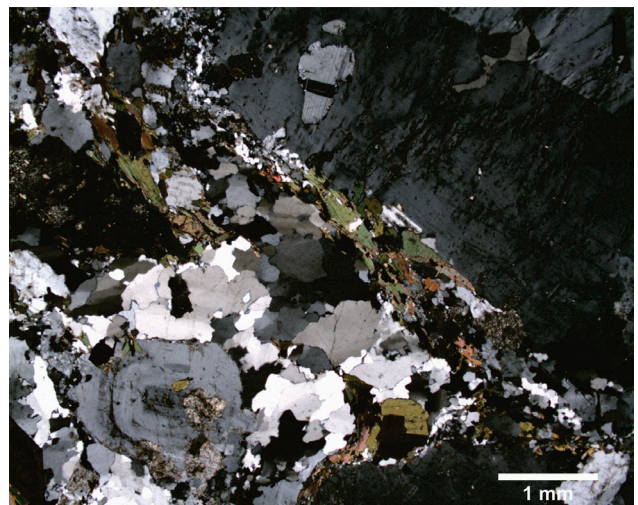


Figura 4.56 – Fotomicrografia (polarizadores cruzados) de biotita-monzogranito com hornblenda, porfírico, com matriz de granulação média a grossa, e fenocristal de feldspato potássico rosa (microclínio), do granito Santa Rita da suíte granítica Cunhaporanga (afloramento MB-64, cerca de 2 km a sudoeste de Caetanos, Doutor Ulysses, PR).  
 Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

O índice de Shand de saturação em alumina próximo a 1 (fracamente metaluminoso a fracamente peraluminoso) (Figura 4.58A) reflete a pequena quantidade de anfibólio (hornblenda) nessas rochas, que pertencem à série magmática calcialcalina de alto K, no limite entre magnesiana e ferrosa (Figuras 4.58B, C, D).

Nos diagramas de Harker para elementos maiores (Figura 4.59), as amostras apresentam um comportamento pouco linear; porém, pode-se inferir a ocorrência de diferenciação magmática por cristalização fracionada.

Elemento	Amostra				
	MB-064-R-A	ST-036-R-A	MB-057-R-A	MB-063-R-A	MB-054-R-A
	Rocha				
	Biotita-monzogranito com hornblenda	Biotita-monzogranito	Biotita-sienogranito deformado	Biotita-monzogranito protomilonítico	Biotita-sienogranito levemente deformado
<i>Percentual de Peso (%)</i>					
SiO <sub>2</sub>	62,37	65,49	68,19	69,14	69,39
TiO <sub>2</sub>	1,18	0,91	0,47	0,65	0,69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,68	16,38	16,13	14,77	14,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,98	4,67	2,51	3,73	3,85
FeO	3,79	3,40	1,91	2,62	2,84
MnO	0,06	0,05	0,03	0,04	0,04
MgO	1,55	1,16	0,49	0,81	0,91
CaO	3,50	2,57	1,41	2,63	2,58
Na <sub>2</sub> O	4,12	3,85	3,38	4,01	3,81
K <sub>2</sub> O	4,22	4,62	7,33	4,02	4,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32	0,30	0,07	0,19	0,21
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,48	0,36	0,52	0,30	0,62
Total	99,99	100,00	100,02	100,00	100,00
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O #mg	1,02 23,17	1,20 21,35	2,17 17,38	1,00 19,56	1,05 20,38
<i>ppm</i>					
Ni	5,50	4,90	2,50	3,20	4,30
Co	9,10	8,20	3,30	5,20	5,80
Cu	7,70	29,40	6,80	9,50	12,10
Pb	3,00	3,20	5,40	2,60	3,70
Zn	100,00	104,00	51,00	75,00	69,00
Rb	130,30	144,20	210,60	163,40	127,60
Cs	2,38	2,31	2,42	3,81	3,01
Ba	1959,00	1845,00	2199,00	999,00	1083,00
Sr	1077,50	871,10	755,70	688,10	738,70
Ga	25,60	26,50	23,70	25,70	24,90
Ta	0,58	<0,05	2,18	1,31	2,19
Nb	6,89	6,18	6,35	6,57	6,31
Hf	4,47	4,49	2,08	3,57	3,50
Zr	371,10	276,60	146,40	252,30	251,10
Y	15,49	50,98	64,34	21,60	13,16
Th	9,00	9,30	4,80	8,00	7,10
U	2,40	2,90	3,87	3,44	4,85
La	98,50	91,10	43,50	67,40	64,90
Ce	173,30	142,80	81,60	120,80	112,30
Pr	20,32	19,73	10,52	14,18	14,04
Nd	74,50	74,80	38,40	53,30	49,20
Sm	11,20	11,50	6,90	8,20	8,70
Eu	2,80	3,15	1,99	2,10	2,56
Gd	7,65	9,27	6,35	6,57	5,88
Tb	1,13	1,32	1,09	0,88	1,39
Dy	4,01	5,27	5,28	3,66	3,23
Ho	0,87	1,19	1,44	0,77	1,11
Er	1,79	2,78	4,24	1,99	1,97
Tm	0,46	0,60	0,79	0,49	0,90
Yb	1,50	2,00	3,70	1,70	1,50
Lu	0,44	0,52	0,79	0,53	1,49
Ba/Sr	1,82	2,12	2,91	1,45	1,47
LaN/YbN	44,27	30,71	7,93	26,73	29,17
Eu/Eu*	0,92	0,93	0,92	0,87	1,09
Be	3,50	3,10	3,20	6,50	4,60
W	<0,10	5,40	<0,10	1,90	<0,10
Sn	<0,30	0,50	<0,30	<0,30	0,40
Mo	0,35	0,10	0,30	0,26	0,59
Ag	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05

Quadro 4.6 – Resultado de análises químicas em rocha total em amostras do granito Santa Rita (suíte granítica Cunha-poranga).

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

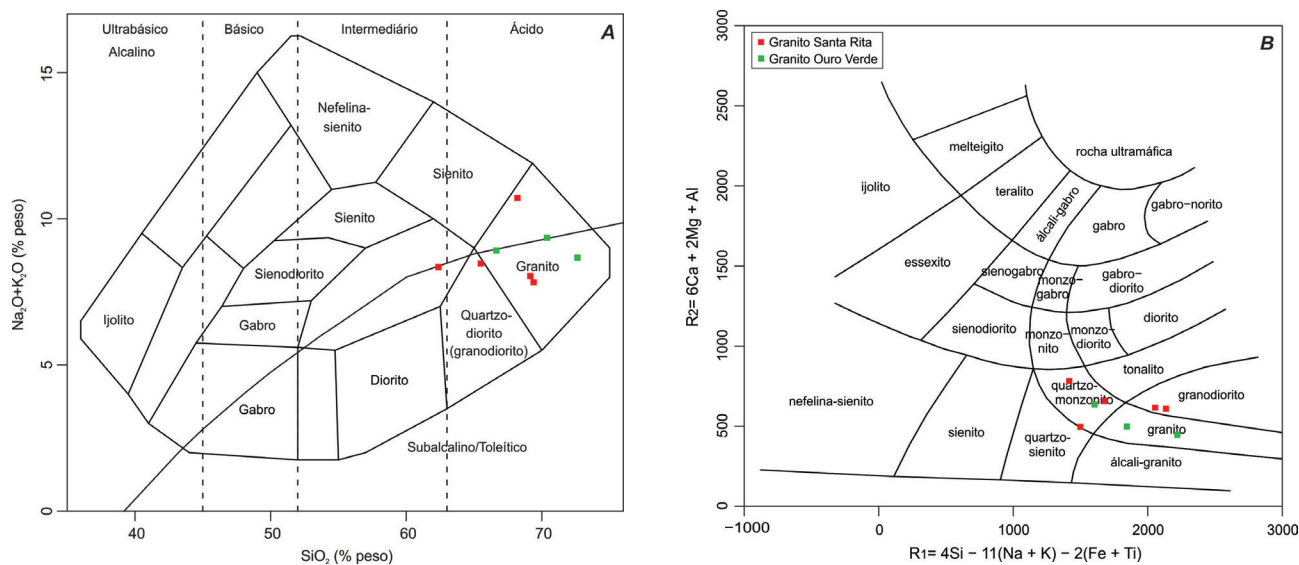


Figura 4.57 – Diagramas de classificação química para as rochas da suíte granítica Cinchaporanga. A: TAS; B:  $R_1$ - $R_2$ .  
 Fonte: A) COX; BELL; PANKHURST, 1979; B) DE LA ROCHE et al., 1980.

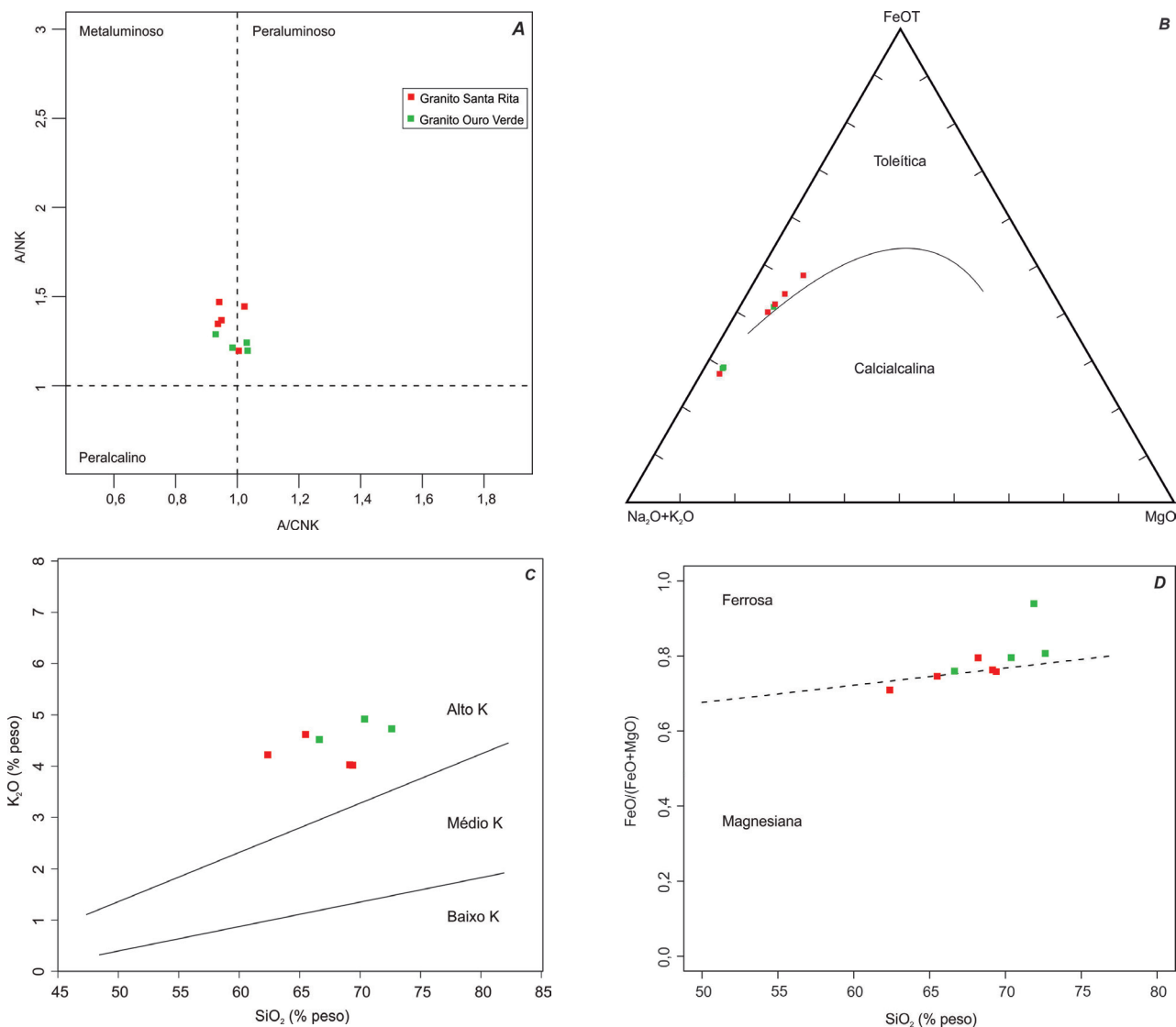


Figura 4.58 – Diagramas discriminantes aplicados às rochas da suíte granítica Cinchaporanga. A: índice de Shand de saturação em alumina; B: AFM; C:  $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ ; D:  $\text{FeO}/(\text{FeO}+\text{MgO})-\text{SiO}_2$ .  
 Fonte: A) MANIAR; PICCOLI, 1989; B) IRVINE; BARAGAR, 1971; C) LE MAITRE et al., 1989; D) FROST et al., 2001.

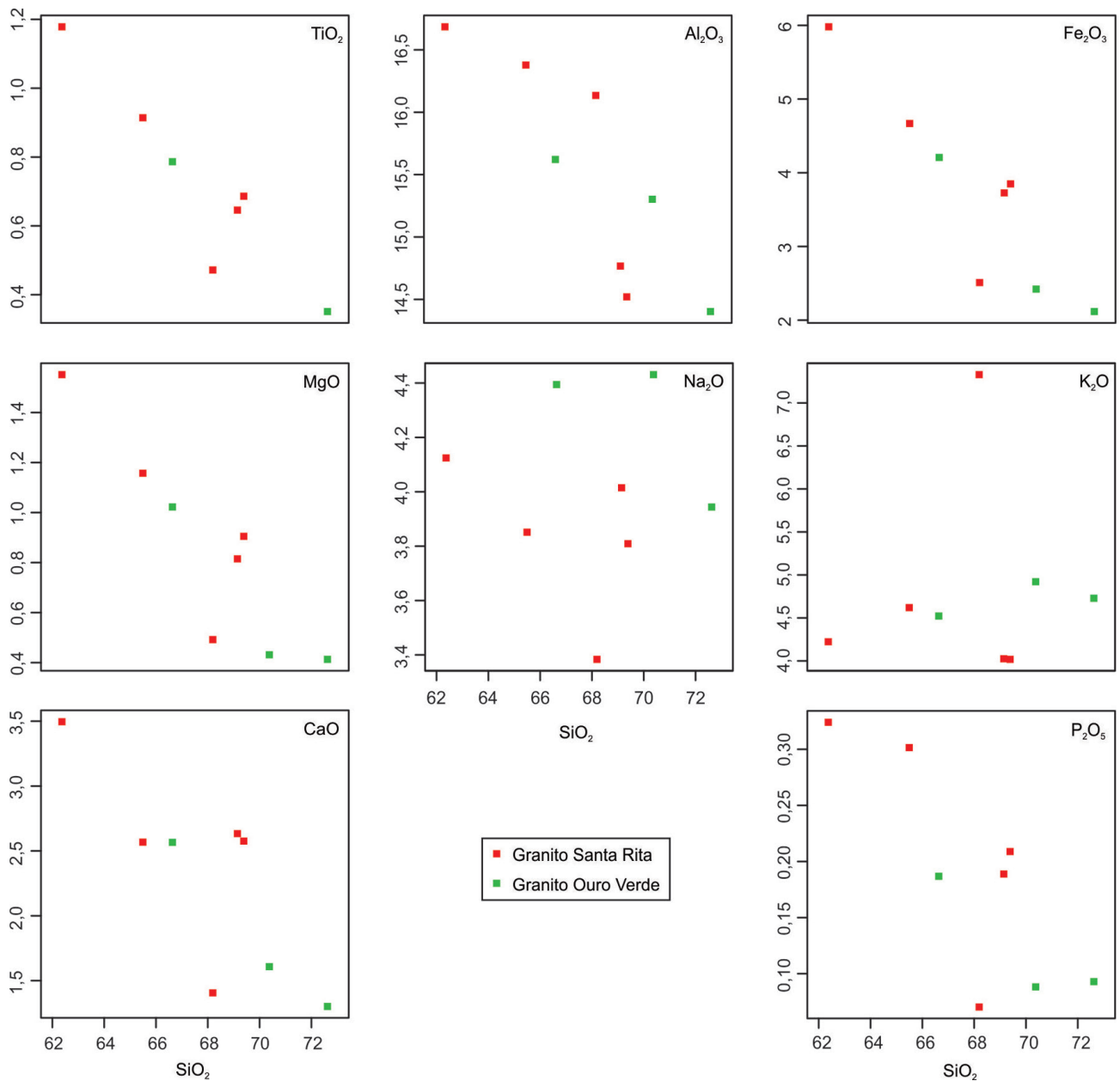
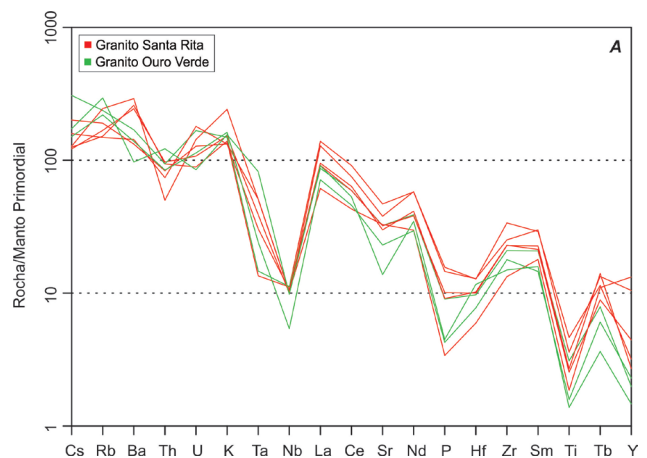


Figura 4.59 – Diagramas de Harker para elementos maiores das rochas da suíte granítica Cunhaporanga.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

A presença de fortes anomalias negativas de Ta, Nb e Ti e fracas de Sr e P no diagrama multielementar (Figura 4.60A) e o fracionamento dos elementos terras-raras com enriquecimento nos leves (Figura 4.60B) são característicos de granitos de tipologia I. Esses resultados confirmam o caráter calcialcalino da unidade, que, no diagrama AFM (Figura 4.58B) não pôde ser claramente determinado. Quando plotadas no diagrama de Pearce, Harris e Tindle (1984), as rochas do Granito Santa Rita coincidem com o campo de rochas provenientes de ambiente tectônico de arco vulcânico (Figura 4.61).

Prazeres Filho (2005) considerou a idade de  $626 \pm 8$  Ma, obtida pelo método U-Pb em zircão de monzogranito, como período de cristalização da Unidade Santa Rita-Vila Branca.



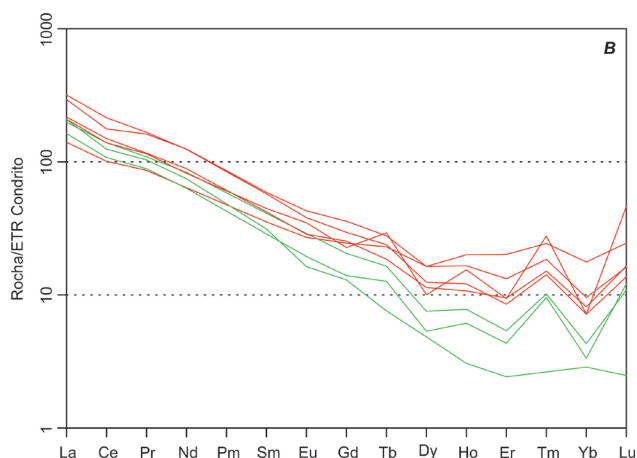


Figura 4.60 – Diagramas de elementos-traço para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga. A: multielementar normalizado para manto primordial; B: elementos terras-raras normalizado para condrito. Fonte: A) WOOD; JORON; TREUIL, 1979; B) BOYNTON, 1984.

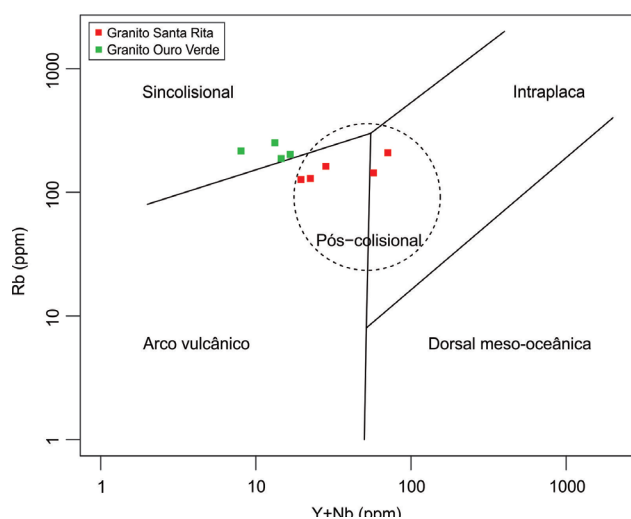


Figura 4.61 – Diagrama discriminante de ambiente tectônico para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga (Rb-Y+Nd). Fonte: PEARCE; HARRIS; TINDLE, 1984.

#### 4.1.3.3.2 GRANITO OURO VERDE (NP3γ2cov)

A denominação Granito Ouro Verde é a mesma utilizada por Rodrigues et al. (2012) e está relacionada ao Domínio Ouro Verde-Patrimônio Santo Antônio, de Guimarães (2000).

O Granito Ouro Verde corresponde a um biotita-monzogranito (Quadro 4.5; Figuras 4.53 e 4.62), de granulação média a grossa, equigranular a inequigranular, hololeucocrático a leucocrático ( $M = 3-20\%$ ), de cores rosa e cinza, frequentemente foliado (orientação de minerais máficos). Localmente, ocorre textura porfirítica, com fenocristais de feldspato potássico (microclínio) de até 3 cm. A compo-

sição mineralógica essencial é quartzo, plagioclásio (mirmequítico, quando em contato com microclínio), microclínio (por vezes micropertítico e poiquilítico) e biotita; como acessórios, ocorrem minerais opacos, muscovita, titanita, apatita, alanita, zircão e epidoto (Quadro 4.5; Figura 4.63).



Figura 4.62 – Detalhe de biotita-monzogranito fanerítico grosso do granito Ouro Verde da suíte granítica Cunhaporanga (afloramento MB-62, cerca de 2 km a sudeste de Caetanos, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

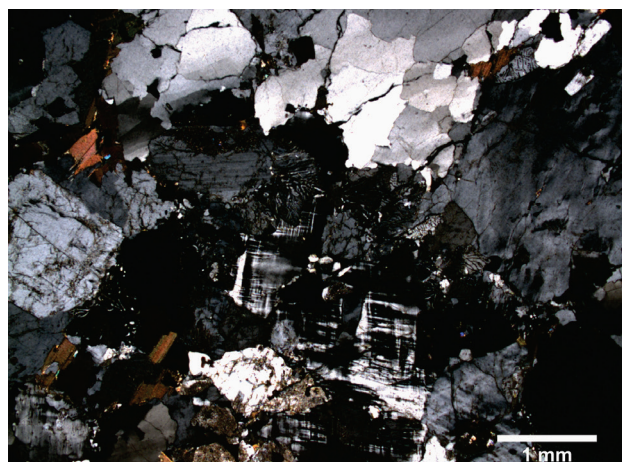


Figura 4.63 – Fotomicrografia (nicóis cruzados) de biotita-monzogranito fanerítico médio do granito Ouro Verde da suíte granítica Cunhaporanga (afloramento ST-63, cerca de 2 km a nordeste de Caetanos, Doutor Ulysses, PR). Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

Próximo a uma zona de cisalhamento, na porção noroeste da Folha Vila Branca, ocorrem termos protomiloníticos a miloníticos, por vezes, com coloração vermelha, indicativa de alteração hidrotermal.

Procedeu-se a análises químicas em rocha total para as amostras coletadas no Granito Ouro Verde, cujos resultados são apresentados no Quadro 4.7.

Esse corpo apresenta composição granítica (Figuras 4.57A, B), caráter fracamente metaluminoso a fracamente peraluminoso (condizente com ausência de anfibólio) (Figura 4.58A) e pertence à série magmática calcialcalina de alto K e ferrosa (Figuras 4.58B, C, D).

Geologia e Recursos Minerais das Folhas Vila Branca e Ribeira

Elemento	Amostra			
	MB-081-R-A	MB-062-R-A	MB-080-R-A <sup>†</sup>	ST-068-R-A
	Rocha			
	Biotita-monzogranito protomilonítico	Monzogranito com biotita deformado	Monzogranito com óxidos	Biotita-monzogranito foliado
<i>Percentual de Peso (%)</i>				
SiO <sub>2</sub>	66,63	70,38	71,87	72,62
TiO <sub>2</sub>	0,79	0,40	0,06	0,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,62	15,30	15,59	14,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,21	2,42	1,50	2,12
FeO	3,23	1,68	1,07	1,72
MnO	0,05	0,03	0,02	0,02
MgO	1,02	0,43	0,07	0,41
CaO	2,57	1,61	1,13	1,30
Na <sub>2</sub> O	4,39	4,43	4,41	3,94
K <sub>2</sub> O	4,52	4,92	5,34	4,73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,19	0,09	<0,01	0,09
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,40	0,26	0,25	0,19
Total	99,99	100,01	99,99	99,99
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O #mg	1,03 20,62	1,11 16,62	1,21 4,81	1,20 16,88
<i>ppm</i>				
Ni	4,90	1,70	1,90	2,00
Co	5,40	2,30	0,40	2,30
Cu	9,30	4,90	1,70	3,30
Pb	2,00	4,30	9,30	4,70
Zn	90,00	58,00	13,00	60,00
Rb	203,80	188,60	217,00	253,30
Cs	5,84	2,86	2,81	3,28
Ba	1280,00	1049,00	92,00	733,00
Sr	741,90	528,70	144,00	316,80
Ga	28,70	25,70	23,10	32,40
Ta	0,63	1,04	0,10	3,53
Nb	6,94	3,35	1,58	6,08
Hf	3,40	2,71	1,17	4,07
Zr	229,90	196,40	59,20	164,20
Y	9,65	11,16	6,41	7,13
Th	9,00	8,10	4,60	11,70
U	4,51	3,06	9,75	2,29
La	61,60	50,60	13,60	64,50
Ce	112,60	87,10	15,50	100,70
Pr	13,30	10,83	1,86	12,62
Nd	50,10	38,00	6,30	44,80
Sm	8,00	5,60	1,10	6,10
Eu	2,13	1,43	0,43	1,20
Gd	5,32	3,62	1,07	3,36
Tb	0,78	0,60	0,29	0,36
Dy	2,43	1,72	0,86	1,56
Ho	0,56	0,44	0,39	0,22
Er	1,13	0,91	0,70	0,51
Tm	0,33	0,31	0,29	<0,05
Yb	0,90	0,70	0,70	0,60
Lu	0,35	0,39	0,33	0,08
Ba/Sr	1,73	1,98	0,64	2,31
LaN/YbN	46,14	48,73	13,10	72,48
Eu/Eu*	1,00	0,97	1,21	0,81
Be	4,80	4,90	4,80	4,90
W	<0,10	5,10	<0,10	0,30
Sn	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Mo	<0,05	0,24	0,07	0,08
Ag	0,19	0,07	0,02	0,04

Quadro 4.7 – Resultado de análises químicas em rocha total em amostras do granito Ouro Verde (suíte granítica Cunhaporanga).

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

(<sup>†</sup>) Amostra não utilizada na interpretação dos resultados.

As correlações negativas de  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$  e  $CaO$  observadas nos diagramas de Harker (Figura 4.59) são sugestivas de diferenciação magmática por cristalização fracionada. O comportamento dos elementos-traço (Figuras 4.60A, B) é similar ao do Granito Santa Rita, caracterizando associação à tipologia I e magmatismo calcialcalino. Diferentemente do Granito Santa Rita, o diagrama de Pearce et al. (1984) indica que as rochas do Granito Ouro Verde foram geradas em ambiente tectônico sincolisional (Figura 4.61), corroborando a sugestão de Prazeres Filho et al. (2003) sobre a existência de granitos não genéticos na Suíte Granítica Cunhaporanga.

#### 4.1.3.3.3 GRANITO VILA BRANCA (NP3γ2cvb)

A denominação Granito Vila Branca foi primeiramente utilizada em um mapeamento da PROTEC (Projetos Técnicos e Obras de Engenharia Ltda.) para o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 1969, apud ALGARTE et al., 1972) e é mantida neste trabalho.

Outras designações encontradas na literatura são Domínio Francisco Simas-Vila Branca, de Guimarães (2000), e Unidade Santa Rita-Vila Branca, de Prazeres Filho (2005).

Ocorre como um corpo alongado na direção NE-SW, em contato intrusivo com as formações Abapã e Água Nova do Grupo Itaiacoca.

Assim como o Granito Ouro Verde, o Granito Vila Branca corresponde a um biotita-monzogranito de textura hipidiomórfica (Quadro 4.5; Figuras 4.53 e 4.64), porém, de granulação grossa a muito grossa, inequigranular, isótropo, hololeucocrático a leucocrático ( $M = 3-15\%$ ), de cor rosa-claro a cinza. É composto por quartzo, feldspato potássico (microclínio), plagioclásio (oligoclásio), biotita e, raramente, hornblenda, além de epidoto, minerais opacos, apatita, zircão e titanita como minerais acessórios (Quadro 4.5).



Figura 4.64 – Detalhe de biotita-monzogranito fanerítico grosso do granito Vila Branca da suíte granítica Cunhaporanga (afloramento MB-99, cerca de 3 km a noroeste de Doutor Ulysses, PR).

Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

Próximo a zonas de cisalhamento ocorrem termos miloníticos hidrotermalizados (epidotização e presença de muscovita hidrotermal).

#### 4.1.3.4 GRANITO VARGINHA (NP3γ3va)

No extremo sudeste da Folha Ribeira aflora uma pequena extensão do Granito Varginha, intrusivo na unidade de micaxisto do Grupo Votuverava (Figura 4.33). Esse corpo é um dentre os vários *stocks* graníticos tardios às suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga que ocorrem na região, como, por exemplo, os granitos Apiaí, Itaoca e Morro Grande (GIMENEZ FILHO, 1993; GORAIEB, 2001; PRAZERES FILHO, 2005). Os referidos autores sugerem para esses corpos associação a granitos da tipologia A, proveniência de ambientes tardi- a pós-colisional e idades entre 590 e 560 Ma.

Segundo Fuck, Marini e Trein (1967), o Granito Varginha é constituído, principalmente, por monzogranito e, subordinadamente, por sienogranito e quartzo-monzonito, de granulação média a grossa, predominantemente maciços, apresentando texturas cataclástica e milonítica em sua porção norte.

A análise de um afloramento desse *stock* localizado na Folha Tunas (escala 1:50.000), a sul da Folha Ribeira, corresponde a um biotita-monzogranito leucocrático, de cor cinza-claro, granulação grossa, com textura protomilonítica apresentando zonas epidotizadas paralelas à foliação e enclaves microgranulares. A composição mineralógica essencial é quartzo, feldspato potássico (microclínio), plagioclásio e biotita, com alanita, titanita, zircão e apatita como acessórios.

Basei et al. (2003) apresentam uma idade U-Pb em zircão de monzogranito de  $603 \pm 23$  Ma, interpretada como a época de intrusão do corpo e idade mínima do metamorfismo brasileiro que afetou a região.

## 4.2 MAGMATISMO MESOZOICO

O magmatismo mesozoico nas folhas Vila Branca e Ribeira (Figura 4.65) é representado por diques básicos, de idade jurocretácea, e intrusivas alcalinas de idade cretácea.

### 4.2.1 DIQUES BÁSICOS JUROCRETÁCEOS

Os esparsos diques de diabásio que ocorrem na área estão associados ao magmatismo de idade jurocretácea relacionado ao Arco de Ponta Grossa. Estão presentes, principalmente, na Folha Vila Branca, cortando rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca e granitos das suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga, aflorando na forma de blocos e pequenos matacões.

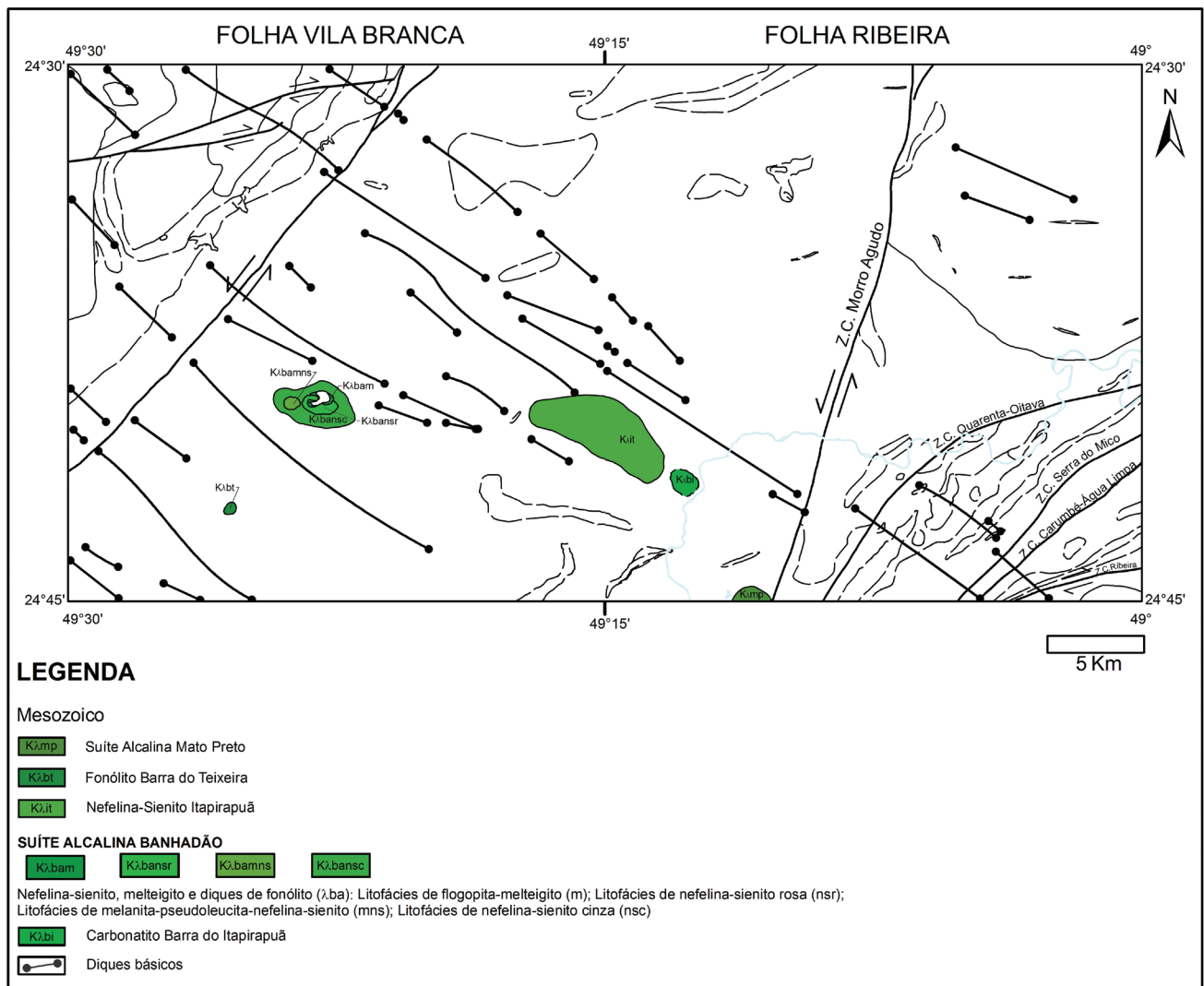


Figura 4.65 – Área de exposição das intrusivas alcalinas cretáceas. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984. Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

Essas rochas exibem cores preta e cinza-escuro, por vezes com tonalidade esverdeada; são melano-cráticas e faneríticas, de granulação fina a média. Apresentam, como minerais essenciais, plagioclásio (andesina), piroxênio (predominantemente, clinopiroxênio) e minerais opacos (magnetita), com quartzo, biotita, hornblenda e apatita como acessórios.

#### 4.2.2 INTRUSIVAS ALCALINAS CRETÁCEAS

As ocorrências alcalinas no Vale do Ribeira, presentes na forma de *plugs* e diques, alinham-se preferencialmente segundo a direção noroeste e estão associadas ao Arco de Ponta Grossa (ALGARTE et al., 1972; HAMA et al., 1977; RUBERTI; GOMES, 1984). Estão relacionadas a um evento magmático que teve dois períodos principais de atividade: Cretáceo Inferior (100-130 Ma) e Cretáceo Superior (~80 Ma) (GOMES et al., 2011).

AlgarTE et al. (1972) propõem a denominação Distrito Alcalino de Cerro Azul para o conjunto de oito intrusivas alcalinas identificadas na região. Na área mapeada, estão presentes cinco desses corpos, todos intrusivos no Granito Cerro Azul da Suíte Granítica Três Córregos (Figura 4.65): Barra do Itapirapuã, Banhadão, Itapirapuã, Barra do Teixeira e Mato Preto; esse último ocorrendo apenas parcialmente na Folha Ribeira.

Na região também ocorrem diques dispersos no granito de composição fonolítica e nefelinítica. Foram observados, próximo à localidade do Banhadão, diques nefeliníticos de cor cinza a cinza-esverdeado, granulação fina a média, localmente com microfenocristais de feldspato alcalino e nefelina, textura fanerítica, compostos por nefelina, feldspato alcalino, aegerina-augita e melanita, com biotita, cancrinita e carbonato como acessórios (Quadro 4.8).



Amostra	Matriz (%)																Classificação
	Ne	FA	Agt	Mel	Bt	Opq	Ttn	Ep	Ap	Zrn	Pl	Cpx	Ccn	Cb	Fl	Outros*	
Suíte Alcalina Banhadão																	
ST-100-R-A	40	24	15	12	tr	03	01	-	tr		-	-	02	03			Melanita-aegerina-augita-nefelinito bandado
ST-101-R-A	50	42	02	02	03	tr	-	tr	tr		-	-	tr	01			Nefelina-sienito com melanita
ST-102-R-A	50	35	04	08	-	tr	-	-	tr		-	02	-	-		01	Melanita-nefelina-sienito
ST-103-R-A	05	59	28	-	-	01	02	-	02		02	-	01	-			Granito fenitizado
ST-148-R-A	40	25	25	-	01	01	02	tr	tr	tr	-	03	03	-			Aegerina-augita-nefelinito
Nefelina-Sienito Itapirapuã																	
FC-177-R-A	35	30	18	10	-	-	03	-	tr	-	-	-	04	-			Aegerina-augita-nefelina-sienito
SW-1180-R-A	30	45	10	-	-	-	03	-	01	-	02	-	04	-	02	03	Aegerina-augita-nefelina-sienito
Dique																	
MB-167-R-A	43	25	16	08	04	-	-	-	-	-	-	-	02	02			Melanita-aegerina-augita-nefelinito

Quadro 4.8 – Composição modal e classificação petrográfica para as rochas intrusivas alcalinas cretáceas.

Fonte: Elaborado por Vidyã Vieira de Almeida, 2012.

Nota: Abreviatura de nomes de minerais conforme Kretz, 1983; (\*) Minerais não identificados.

#### 4.2.2.1 CARBONATITO BARRA DO ITAPIRAPUÃ (Kλbi)

O Carbonatito Barra do Itapirapuã está situado na porção oeste da Folha Ribeira, próximo ao limite entre os estados de São Paulo e Paraná. O corpo apresenta formato circular e área aflorante de cerca de 2 km<sup>2</sup>. É constituído, principalmente, por carbonatitos; subordinadamente, ocorrem rochas silicáticas, brechas magmáticas parcialmente silicificadas, rochas sieníticas com textura magmática e paredões de granito fenitizado (ANDRADE et al., 1999; RUBERTI et al., 2002; RUBERTI; GOMES; COMIN-CHIARAMONTI, 2005). Ruberti et al. (1997) obtiveram uma isócrona Rb-Sr de 129 ± 19 Ma para esse carbonatito.

De acordo com Andrade et al. (1999), a evolução do corpo é complexa, envolvendo dois estágios de magmatismo (plutônico e subvulcânico) e diversas alterações pós-magmáticas que originaram a mineralização de elementos terras-raras – apatita – fluorita – barita.

Apenas um ponto foi descrito no Carbonatito Barra de Itapirapuã. Trata-se de um nefelina-sienito leucocrático, de granulação grossa e textura fanerítica. Encontra-se coberto por um chapéu de ferro com magnetita e sulfetos.

#### 4.2.2.2 SUÍTE ALCALINA BANHADÃO (Kλba)

A Suíte Alcalina Banhadão localiza-se na porção central da Folha Vila Branca, entre os rios Sete Quedas e do Fêcho. O corpo, de formato aproximadamente elipsoidal irregular, similar a uma pera, mede cerca de 11 km<sup>2</sup> aflorantes.

A suíte foi primeiramente descrita por Algarte et al. (1972), mas foi detalhadamente estudada por Ruberti (1984) e Ruberti e Gomes (1984) e, mais recentemente, por Ruberti et al. (2012). Segundo esses autores, trata-se de múltiplas intrusões, constituídas, principalmente, por nefelina-sienito e, subordinadamente, flogopita-melteigito, além de ocorrerem diques de nefelinito e fonólito que cortam o nefelina-sienito e, por vezes, a encaixante, e fenito ao longo do contato com o granito.

Dados geocronológicos obtidos pelo método K-Ar (HAMA et al., 1977; RUBERTI, 1984) indicam a constituição da suíte por várias manifestações magmáticas, datadas com idades médias de 127 Ma para o nefelina-sienito, 108 Ma para o melteigito e o intervalo de 95 a 102 Ma para a colocação dos diques de fonólito.

Ruberti et al. (2012) reconhecem quatro litofácies mapeáveis na suíte, representadas no mapa geológico (Figura 4.65): nefelina-sienito cinza, flogopita-melteigito, nefelina-sienito rosa e melanita-pseudo-leucita-nefelina-sienito.

##### 4.2.2.2.1 NEFELINA-SIENITO CINZA (Kλbansc)

É a unidade de maior expressão na suíte, sendo constituída por nefelina-sienito cinza e melanita-nefelina-sienito.

O nefelina-sienito apresenta textura xenomórfica, granulação fina a média, sendo composto, principalmente, por feldspato alcalino, nefelina e aegerina-augita.

O melanita-nefelina-sienito apresenta textura xenomórfica e granulação média a grossa. Sua composição mineralógica principal é feldspato alcalino, nefelina, diopsídio e melanita, que podem estar presentes em proporções variáveis, com titanita, apatita, opacos, biotita e volastonita como acessórios.

#### 4.2.2.2.2 FLOGOPITA-MELTEIGITO (Kλbam)

Corresponde a uma rocha de cor preta, textura hipidiomórfica equigranular, granulação fina a média, composta, principalmente, por diopsídio, flogopita, nefelina e sodalita, com apatita, magnetita, perovskita e calcita como minerais acessórios.

#### 4.2.2.2.3 NEFELINA-SIENITO ROSA (Kλbansr)

É uma rocha de cor rosa, textura hipidiomórfica a xenomórfica, granulação fina a média, composta por feldspato alcalino, nefelina e aegerina-augita, com titanita, sodalita, minerais opacos e apatita como principais acessórios. Caracteriza-se pela presença de ortoclásio e nefelina de cor rosa e granulação grossa.

#### 4.2.2.2.4 MELANITA-PSEUDOLEUCITA-NEFELINA-SIENITO (Kλbamns)

Corresponde a uma rocha de textura hipidiomórfica inequigranular, composta por feldspato alcalino, nefelina, melanita e diopsídio, com biotita, titanita, opacos e apatita como minerais acessórios. Sua principal característica é a ocorrência de cristais centimétricos a decimétricos de pseudoleucita (intercrescimento entre feldspato alcalino e nefelina).

Os pontos descritos na Suíte Alcalina Banhadão durante o levantamento geológico abrangeram principalmente a litofácies nefelina-sienito cinza, além do granito fenitizado (Quadros 4.8 e 4.9).

A composição mineralógica modal dessas rochas as classifica como nefelina-sienito a nefelinito, comumente com melanita. Apresentam cor cinza-claro a cinza-escuro, textura fanerítica inequigranular (por vezes, porfirítica com fenocristais de nefelina e feldspato alcalino) e xenomórfica, granulação média a grossa; hololeucocráticas a leucocráticas (Figuras 4.66 e 4.67). São compostas, essencialmente, por nefelina, feldspato alcalino, aegerina-augita e, frequentemente, melanita, além de apatita, minerais opacos, titanita, biotita, carbonato, clinopiroxênio, epidoto e zircão como minerais acessórios e cancrinita como produto de alteração de nefelina (Quadro 4.8).

O granito fenitizado apresenta fenocristais de feldspato alcalino de granulação média a grossa (3 a 10 mm) em matriz fina composta por feldspato alcalino e aegerina-augita (localmente intercresci-

dos), com nefelina, titanita, apatita e opacos como acessórios.

Procedeu-se a análises químicas em rocha total para as amostras coletadas na Suíte Alcalina Banhadão, cujos resultados são apresentados no Quadro 4.9.

Elemento	Amostra	
	ST-148-R-A	ST-103-R-A
	Rocha	
	Aegerina-augita-nefelinito	Granito fenitizado
Percentual de Peso (%)		
SiO <sub>2</sub>	52,04	61,53
TiO <sub>2</sub>	0,83	0,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,98	14,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,98	6,05
FeO	1,06	0,69
MnO	0,16	0,20
MgO	1,63	1,50
CaO	4,60	3,79
Na <sub>2</sub> O	8,62	3,88
K <sub>2</sub> O	6,86	8,18
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,30	0,28
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01
LOI	1,07	0,60
Total	100,00	100,00
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,80	2,11
#mg	31,14	30,36
ppm		
Ni	14,00	2,60
Co	3,40	1,40
Cu	9,70	2,60
Pb	5,50	12,00
Zn	16,00	64,00
Rb	205,00	111,20
Cs	1,14	0,79
Ba	1150,00	3380,00
Sr	1201,10	994,40
Ga	31,80	30,10
Ta	6,48	5,84
Nb	73,34	23,82
Hf	4,37	5,85
Zr	270,20	269,90
Y	16,73	16,40
Th	7,30	12,90
U	1,42	0,83
La	145,80	103,50
Ce	237,30	180,30
Pr	23,82	19,93
Nd	76,50	71,10
Sm	9,70	9,90
Eu	2,54	2,20
Gd	7,07	6,81
Tb	0,77	0,79
Dy	4,02	3,47
Ho	0,57	0,52
Er	1,71	1,29
Tm	0,16	0,15
Yb	1,50	1,10
Lu	0,20	0,17
Ba/Sr	37,77	33,04
LaN/YbN	65,53	63,44
Eu/Eu*	0,94	0,82
Be	4,00	3,40
W	0,30	9,10
Sn	<0,3	<0,30
Mo	1,76	0,46
Ag	<0,01	<0,01

Quadro 4.9 – Resultado de análises químicas em rocha total em amostras da suíte alcalina Banhadão.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.



Figura 4.66 – Detalhe de aegerina-augita-nefelinito da suíte alcalina Banhadão (afloramento ST-148, arredores de Banhadão, Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2011.

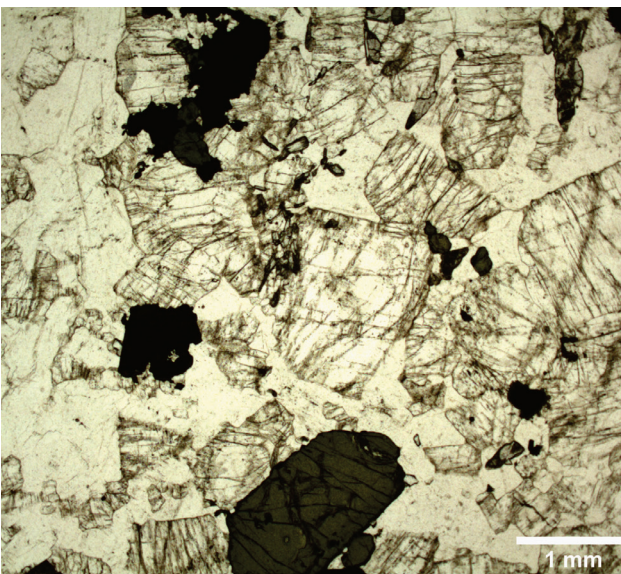


Figura 4.67 – Fotomicrografia de melanita-nefelina-sienito fanerítico médio da suíte alcalina Banhadão (afloramento ST-102, arredores de Banhadão, Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Vidyã Vieira de Almeida, 2013.

#### 4.2.2.3 NEFELINA-SIENITO ITAPIRAPUÃ (Klit)

O Nefelina-Sienito Itapirapuã, localizado a noroeste do Carbonatito Barra do Itapirapuã, apresenta forma irregular, alongado na direção NW-SE, com cerca de 4 km<sup>2</sup> aflorantes.

Assim como a Suíte Alcalina Banhadão, é composto, predominantemente, por nefelina-sienito, com melteigito e malignito subordinados. Trata-se de aegerina-augita-nefelina-sienito de cor cinza, textura inequigranular a porfirítica (com fenocristais de feldspato alcalino) e poiquilítica, granulação média a

grossa e leucocrático. A mineralogia essencial é feldspato alcalino, nefelina, aegerina-augita e, por vezes, melanita, com titanita, apatita e cancrinita como principais minerais acessórios (Quadro 4.8). Cancrinita também ocorre como produto de alteração de nefelina.

Ocorrem também diques de tinguaito, de direção NW, que cortam tanto a alcalina quanto a granítica encaixante, e veios carbonatíticos (GOMES, 1970; GOMES; CORDANI, 1965; RUBERTI; GOMES; COMIN-CHIARAMONTI, 2005).

Datações realizadas por Gomes e Cordani (1965), pelo método K-Ar, revelaram uma idade média de 104 Ma para essa unidade.

#### 4.2.2.4 FONÓLITO BARRA DO TEIXEIRA (Klt)

O Fonólito Barra do Teixeira é um pequeno corpo circular, localizado na Folha Vila Branca, entre o rio Teixeira e o ribeirão Leandro.

De acordo com alguns autores (ALGARTE et al., 1972; CORDANI; HASUI, 1968; RUBERTI; GOMES; COMIN-CHIARAMONTI, 2005; TREIN; MARINI; FUCK, 1967; VASCONCELOS; GOMES, 1998;), o corpo é constituído de fonólito peralcalino. Cordani e Hasui (1968) obtiveram uma idade pelo método K-Ar de 73 ± 4 Ma para o corpo.

#### 4.2.2.5 SUÍTE ALCALINA MATO PRETO (Klmp)

A Suíte Alcalina Mato Preto aflora parcialmente no extremo sul da Folha Ribeira, próximo à Zona de Cisalhamento Morro Agudo, em contato com granitos da Suíte Granítica Três Córregos e com rochas metassedimentares da Formação Água Clara. De formato circular, mede cerca de 12 km<sup>2</sup> de área (SANTOS; DARDENNE, 1988), sendo composto por carbonatito (Figura 4.68) e, subordinadamente, por brecha vulcânica, fonólito e sienito (SANTOS; DARDENNE; MATSUI, 1990; SILVA et al., 1981). Cordani e Hasui (1968) obtiveram idades pelo método K-Ar de cerca de 66 Ma para amostras de fonólito.

A suíte apresenta mineralização de fluorita associada a alteração hidrotermal em diques de carbonatito (SANTOS; DARDENNE, 1988), bem como ocorrência de barita e sulfetos (SILVA et al., 1981).

Na mina de fluorita da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda., localizada na área mapeada, foram observados carbonatito branco, predominante na mina (Figura 4.68), e fonólito verde, presente na forma de diques e bolsões. Ambos os litotipos apresentam textura fanerítica e granulação fina. Fluorita foi encontrada no carbonatito, em brechas e veios.



Figura 4.68 – Carbonatito da suíte alcalina Mato Preto (afloramento SW-1167, mina da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda., arredores de Pinheirinho, Cerro Azul, PR). Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

### 4.3 SEDIMENTAÇÃO CENOZOICA

A sedimentação cenozoica na área estudada tem pouca expressão e está associada ao Quaternário.

#### 4.3.1 DEPÓSITOS ALUVIONARES (Q2a)

A sedimentação cenozoica na área está representada por depósitos aluvionares localizados em margens e planícies de inundação dos principais rios da região (Figura 4.2).



## 5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

O estudo das feições estruturais das folhas Vila Branca e Ribeira foi realizado por meio de levantamentos detalhados de campo, interpretação de fotografias aéreas e mapas aerogeofísicos e integração de dados constantes em trabalhos anteriores executados pela CPRM/SGB (ALGARTE et al., 1972; BATTOLLA JÚNIOR et al., 1977; MORGENTAL et al., 1975; SILVA et al., 1981).

Foram adotados procedimentos clássicos para a análise estrutural (RAMSAY; HUBER, 1983, 1987; TURNER; WEISS, 1968), envolvendo descrição e análise em campo das relações geométricas e cinemáticas das estruturas tectônicas, tomada de atitude de estruturas com bússola, hierarquização destas com base em critérios de superposição e tratamento dos dados com auxílio de estereogramas, elaborados no programa OpenStereo (GROHMANN.; CAMPANHA; SOARES JÚNIOR, 2011), seções e mapas geológicos. Cada unidade litotectônica foi tratada separadamente e algumas unidades litoestratigráficas não foram analisadas por não apresentarem dados estruturais ou estes não serem significativos.

### 5.1 UNIDADES PALEOPROTEROZOICAS E MESOPROTEROZOICAS

Nas folhas Ribeira e Vila Branca as rochas paleoproterozoicas são representadas pela unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim (PPamm), enquanto as mesoproterozoicas, por metassedimentos da Formação Água Clara (MP1ac), da unidade de micaxisto do Grupo Votuverava (MP1vomx) e do Grupo Lajeado (MPI).

#### 5.1.1 COMPLEXO APIAÍ-MIRIM - UNIDADE MIGMATÍTICA (PPamm)

A unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim é constituída, predominantemente, por hornblenda-biotita-gnaïsse migmatitizado. Há poucos dados estruturais sobre essas rochas devido à escassez de afloramentos e ao seu alto grau de intemperismo.

São pequenos corpos de formato irregular, que representam relictos de embasamento, dispersos no Granito Cerro Azul da Suíte Granítica Três Córregos. Tais corpos são caracterizados por uma foliação evidenciada, principalmente, por bandamento gnáïssico (Sn), de direção predominante NW-SE e concentração dos mergulhos de baixo a alto ângulo para SW (Figura 5.1).

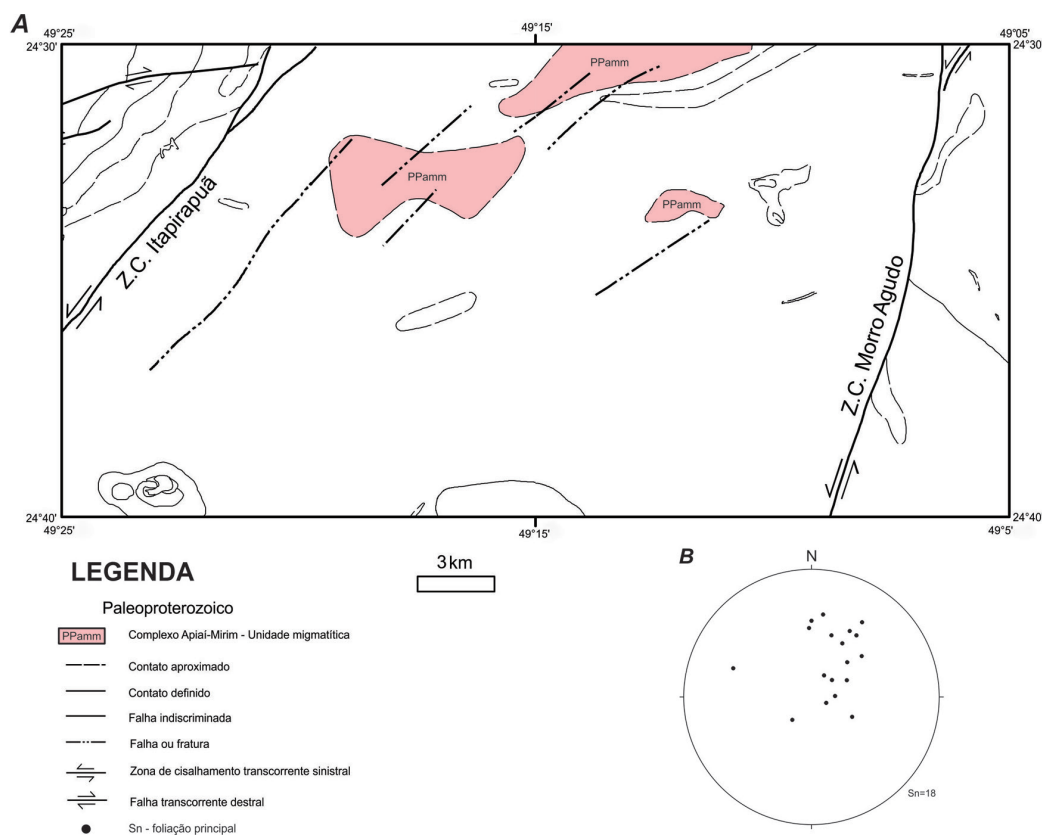


Figura 5.1 – Mapa e estereograma de igual área, em semiesfera inferior, com dados estruturais do complexo Apiaí-Mirim – unidade migmatítica. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

Nota: A: mapa de localização da unidade e principais estruturas associadas; B: projeção de polos da foliação ( $S_n$ ).

### 5.1.2 FORMAÇÃO ÁGUA CLARA (MP1ac)

Para a descrição da Formação Água Clara foram considerados apenas os dados estruturais do corpo principal, localizado na Folha Ribeira, entre as zonas de cisalhamento Morro Agudo e Quarenta-Oitava.

Esse corpo tem forma triangular alongada, de direção NE-SW, concordante com as foliações de mesma direção observadas em campo. Na porção norte,

está em discordância litológica com o Granito Barra do Chapéu (Suíte Granítica Três Córregos); a noroeste, em contato tectônico com o Granito Cerro Azul, marcado pela Zona de Cisalhamento Morro Agudo, de movimento transcorrente sinistral (CAMPANHA, 2002; FALEIROS, 2003); a sudeste, em contato, também tectônico, com rochas metassedimentares do Grupo Lajeado, por meio da Zona de Cisalhamento Quarenta-Oitava (Figura 5.2A).

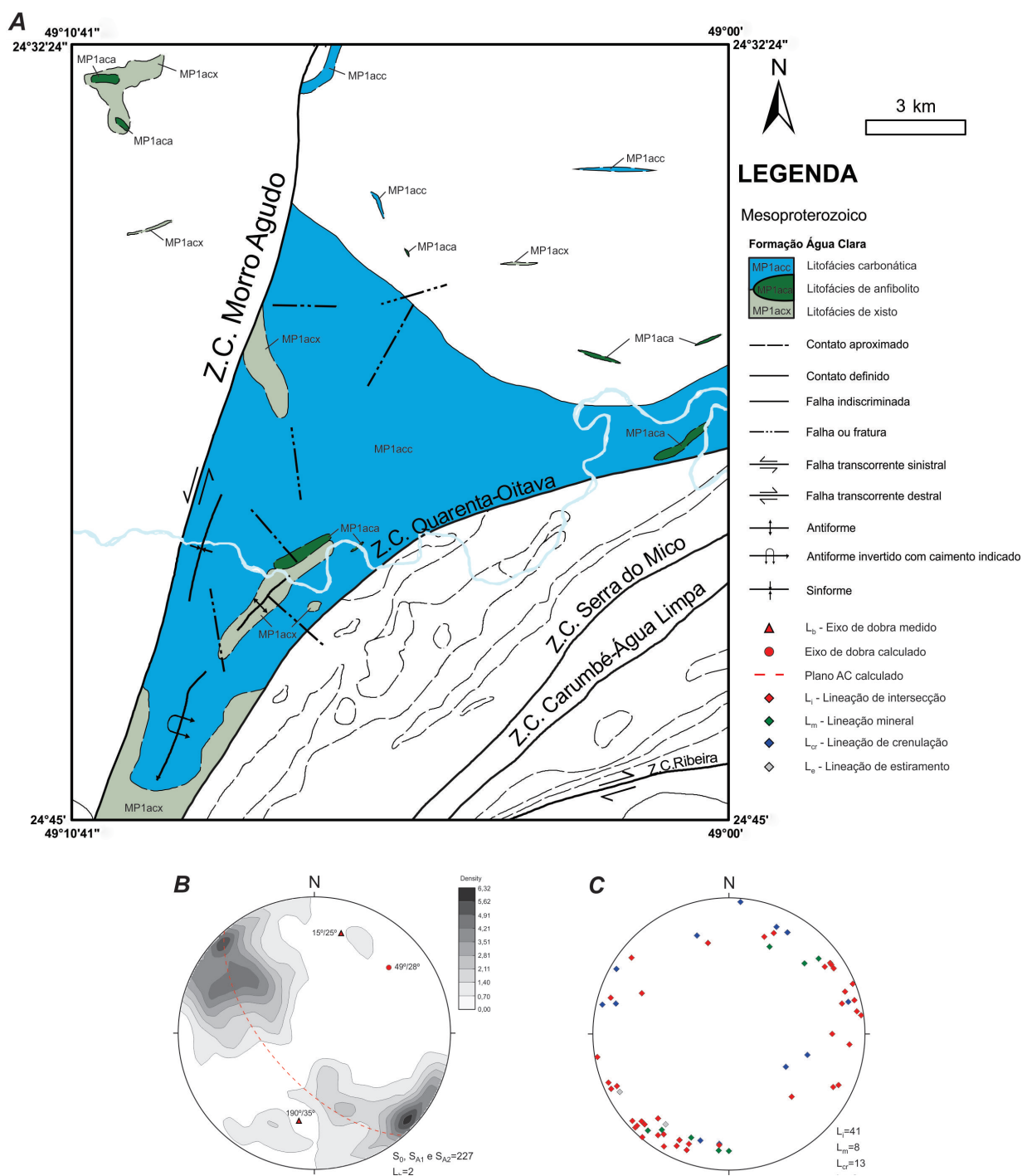


Figura 5.2 – Mapa e estereogramas de igual área, semiesfera inferior, com dados estruturais da formação Água Clara. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

Nota: A: mapa de localização da unidade e principais estruturas associadas; B: linhas de isofrequência dos polos das foliações  $S_0$ ,  $S_{A1}$  e  $S_{A2}$  e eixos de dobras medidos e calculados; C: lineações mineral, de intersecção, de crenulação e de estiramento.

Na litofácies carbonática, da qual os dados estruturais foram tratados, as rochas apresentam foliações  $S_0$ ,  $S_{A1}$  e  $S_{A2}$ , sendo o acamamento  $S_0$  a foliação mais importante, definido pela intercalação entre leitos carbonáticos de diferentes cores, refletindo variação composicional.

A xistosidade  $S_{A1}$  nos metapelitos é marcada pela orientação preferencial de muscovita, biotita, sericita e clorita; nas metamargas, pela orientação de tremolita, epidoto e clinopiroxênio. A foliação  $S_{A2}$ , observada localmente, é caracterizada por uma clivagem de crenulação em leitos calcissilicáticos presentes em metacalcário.

As projeções dos polos das foliações  $S_0$  e  $S_{A1}$  em estereograma evidenciam atitudes com direção NE e mergulhos de médio a alto ângulo para NW e SE. A distribuição dos polos se ajusta a uma guirlanda de círculo máximo refletindo dobramento cilíndrico segundo eixo estimado  $49^\circ/28^\circ$ , aproximadamente paralelo aos eixos das dobras medidas em campo (Figura 5.2B). A dominância de mergulhos subverticais para SE e NW sugere dobras apertadas a isoclinais. As atitudes das lineações de intersecção e de eixos de dobras mesoscópicas apresentam dois grupos principais de orientação: NE-SW/sub-horizontal e NW-SE/sub-horizontal (Figura 5.2C). O primeiro grupo é subparalelo ao eixo de dobra construído com base na distribuição dos polos de  $S_0$  e  $S_{A1}$ , indicando que está associado à fase de dobramento principal. Considerando que tanto  $S_0$  quanto  $S_{A1}$  representam as superfícies dobradas, o dobramento principal pode ser interpretado como uma fase  $D_{A2}$ . O segundo grupo de lineações indica um padrão de dobramento com eixo aproximadamente perpendicular às dobras da fase principal ( $D_{A3}$ ). As lineações mineral e de estiramento são subparalelas aos eixos das dobras  $D_{A2}$  (Figura 5.2C).

As observações de campo permitem inferir que a foliação  $S_{A1}$  é plano-axial, de dobras isoclinais de uma fase  $D_{A1}$  que teria transposto fortemente o acamamento primário para posição da  $S_{A1}$ .

### 5.1.3 GRUPO LAJEADO (MPI)

O Grupo Lajeado é limitado por duas zonas de cisalhamento: Quarenta-Oitava, a noroeste, e Ribeira, a sudeste (Figura 5.3A). Na área, a unidade está em posição normal, mas as relações de contato entre as formações não foram identificadas na

maioria dos casos. A única exceção é a Formação Serra da Boa Vista, que está em contato tectônico com as formações Mina de Furnas e Água Suja, por meio das zonas de cisalhamento Serra do Mico e Carumbé-Água Limpa, respectivamente.

As formações que compõem o grupo apresentam forma alongada, de direção NE-SW, nas quais foram observadas dobras antiformes, sinformes e sinformes invertidas com eixos de direção NE-SW, concordantes à direção das camadas e das zonas de cisalhamento (Figura 5.3B).

As estruturas mais marcantes são bandamento composicional ( $S_0$ ) e xistosidade ( $S_{L1}$ ), que, geralmente, são paralelas a subparalelas. O bandamento composicional é caracterizado pela presença de camadas de cor cinza-escuro alternadas com camadas de cor cinza-claro. A xistosidade é marcada, principalmente, por orientação preferencial de muscovita, biotita e sericita. Há uma foliação  $S_{L2}$  caracterizada por uma clivagem de crenulação com mergulhos para NE e S-SW.

A projeção dos polos das foliações principais ( $S_0$  e  $S_{L1}$ ) mostra concentrações nos quadrantes NW e SE, com mergulhos de médio a alto ângulo se ajustando a uma guirlanda de círculo máximo com eixo calculado em  $50^\circ/4^\circ$ , indicativo de dobramento fechado a isoclinal (Figura 5.3B), similar ao padrão observado na Formação Água Clara.

Ocorrem dois grupos de orientação das lineações de intersecção e de crenulação (Figura 5.3C), também similar ao padrão observado na Formação Água Clara. O grupo dominante apresenta orientação geral NE-SW/sub-horizontal, sendo condizente com a fase de dobramento principal do Grupo Lajeado ( $D_{L1}$ ). O fato de a xistosidade  $S_{L1}$  ser paralela a subparalela ao acamamento  $S_0$  é condizente com dobras fechadas a isoclinais, com forte transposição do acamamento  $S_0$  para direção da xistosidade  $S_{L1}$ . O segundo grupo apresenta orientação NW-SE/sub-horizontal e é interpretado como associado a uma fase  $D_{L2}$  que tem a clivagem de crenulação  $S_{L2}$  como plano-axial. A lineação mineral é subparalela aos eixos das dobras  $D_{L1}$  (Figura 5.3C).

As orientações das estruturas permitem interpretar que as fases  $D_{L1}$  e  $D_{L2}$  do Grupo Lajeado correspondem às fases  $D_{A2}$  e  $D_{A3}$  da Formação Água Clara, respectivamente. Isso indica que o Grupo Lajeado não passou pela primeira fase de deformação da Formação Água Clara ( $D_{A1}$ ).



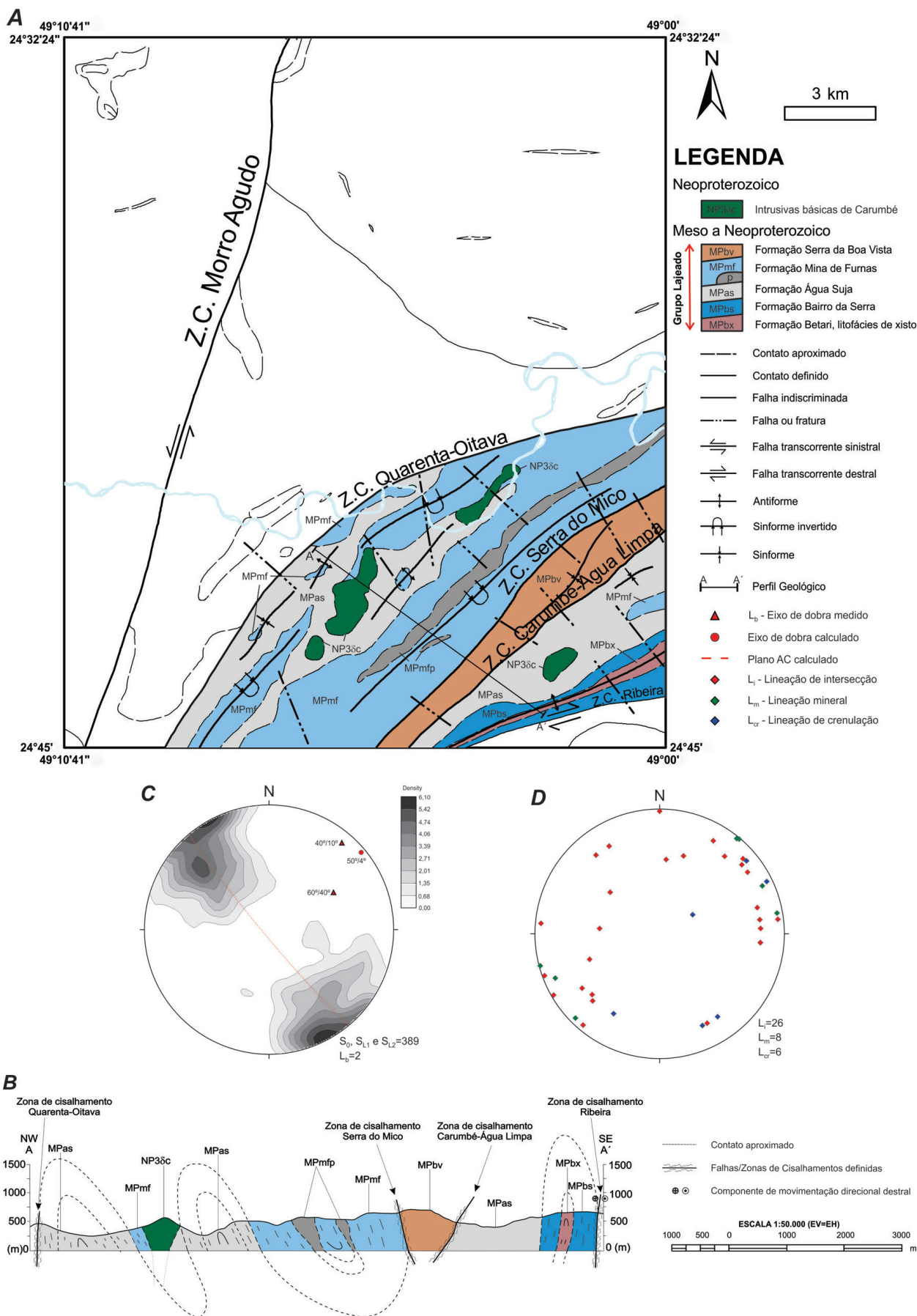


Figura 5.3 – Mapa e estereogramas de igual área, semiesfera inferior, com dados estruturais do grupo Lajeado. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

Nota: A: mapa de localização da unidade e principais estruturas associadas; B: perfil esquemático (indicado na figura A); C: linhas de isofrequência dos polos das foliações  $S_0$ ,  $S_1$  e  $S_2$  e eixos de dobra calculados e medidos; D: lineações mineral, de intersecção e de crenulação.

## 5.2 UNIDADES NEOPROTEROZOICAS

Nas folhas Ribeira e Vila Branca as rochas neoproterozoicas são representadas pelo Grupo Itaiacoca, por rochas básicas (Intrusivas básicas de Carumbé) e granitoides (suítes graníticas Cunhaporanga e Três Córregos e Granito Varginha).

O Grupo Itaiacoca é composto por metapelitos, metacalcário e metarenito feldspático com intercalações de rochas metavulcânicas e metabásicas. As suítes graníticas, únicas representantes do magmatismo neoproterozoico com dados estruturais, são constituídas por granitoides de tipologia I e linhagem calcialcalina de alto K.

### 5.2.1 GRUPO ITAIACOCA (NPit)

O Grupo Itaiacoca ocorre na porção noroeste da Folha Vila Branca, onde rochas metassedimentares (principalmente metapelitos e metacalcários) estendem-se por uma faixa alongada de direção NE-SW. O grupo está em contato tectônico com o Granito Cerro Azul, limitado pela Zona de Cisalhamento Itapirapuã, de movimentação sinistral (CALTABELOTI, 2011), e apresenta intrusões de granitoides da Suíte Granítica Cunhaporanga (Figura 5.4A). No geral, as rochas dessa unidade estão estruturadas em sinformes e antifomes, com caimentos normais e invertidos, que, na região da serra dos Macacos, compõem um sinclínório (Figura 5.4B).

A Formação Água Nova, de maior representatividade na área, é composta, principalmente, por filito intercalado com metacalcário dolomítico. O filito é caracterizado por bandamento composicional ( $S_0$ ) milimétrico a centimétrico, paralelo à clivagem ardosiana ( $S_{11}$ ), sugerindo dobramento isoclinal com transposição do  $S_0$  para posição da  $S_{11}$ .

Para a análise dos dados estruturais, a formação foi dividida em dois domínios, que, aparentemente, sofreram influência de intrusões distintas. No domínio 1, situado na porção da Formação Água Nova em contato com a Zona de Cisalhamento Itapirapuã, os dados sugerem a existência de uma sinforme fechada. A projeção dos polos das foliações  $S_0$  e  $S_{11}$  reflete mergulhos de médio a alto ângulo distribuídos ao longo de guirlanda de círculo máximo de direção aproximada NW-SE e eixo calculado de  $48^\circ/10^\circ$  (Figura 5.4C), condizente com as lineações de interseção a NE (Figura 5.4D). Ocorrem lineações de crenulação com caimento para SE, indicando uma fase de dobramento quase perpendicular à fase principal, compatível com as fases de dobramento  $D_{A3}$  e  $D_{L2}$  da Formação Água Clara e do Grupo Lajeado, respectivamente. No domínio 2, correspondente a um sinclínório (Figuras 5.4A, B), a projeção dos polos das foliações  $S_0$  e  $S_{11}$  mostra concentração dos dados com mergulhos de médio a alto ângulo para ESE a SE e NW, distribuídos segundo uma guirlanda de círculo máximo de direção NW-SE. Esses dados são condizentes com dobra apertada com caimento de

eixo para NE e foliação plano-axial subparalela à superfície  $S_0$  dobrada (Figura 5.4E).

A Formação Bairro dos Campos é composta, principalmente, por metacalcários, por vezes com bandamento granulométrico milimétrico a centimétrico ( $S_0$ ), intercalados com metamarga com bandamento composicional milimétrico ( $S_0$ ). A macroestrutura dessa unidade compreende uma antiforme invertida com direção principal NE-SW com uma ramificação a NNW-SSE (Figura 5.4A). A projeção dos polos do acamamento  $S_0$  mostra dispersão dos dados com mergulhos de médio a alto ângulo para SE e NW. Os dados distribuem-se ao longo de uma guirlanda de círculo máximo de direção aproximada NE-SW, sugerindo dobramento cilíndrico ao longo do eixo estimado  $217^\circ/12^\circ$  (Figura 5.4F).

A litofácies de xisto da Formação Abapã, topo da sequência do Grupo Itaiacoca, é composta por xisto feldspático, que apresenta bandamento composicional e granulométrico milimétrico ( $S_0$ ) e xistosidade ( $S_{11}$ ). Ela é cortada por duas zonas de cisalhamento transcorrentes destrais, sendo a principal de direção NE-SW e sua ramificação de direção ENE-WSW (Figura 5.4A). Ocorrem, ainda, nessa litofácies, dobras parasitas sinformes e antifomes com traços axiais de direção NNE-SSW e NE-SW.

A projeção das medidas das foliações  $S_0$  e  $S_{11}$  (Figura 5.4G) refletem a presença de dobras parasitas apertadas a isoclinais, sinformes e antifomes, com traços axiais de orientação NNE-SSW a NE-SW e mergulhos de alto ângulo para NW e SE (Figura 5.4B). As lineações minerais concentram-se no quadrante NE; as de estiramento, a SSE; as de crenulação, a NW; e as lineações de interseção estão dispersas (Figura 5.4H).

### 5.2.2 SUÍTES GRANÍTICAS CUNHAPORANGA E TRÊS CÓRREGOS

As rochas graníticas são as litologias predominantes e correspondem a três quartos da área mapeada (Figura 5.5A).

Os granitoides da Suíte Granítica Cunhaporanga, em geral, são isótopos, porém, em regiões pontuais dessa unidade, apresentam estruturas primárias ou ígneas preservadas, tal como foliação magmática, dada pela iso-orientação de fenocristais de feldspato potássico e também dos minerais máficos. A unidade é cortada por uma zona de cisalhamento transcorrente destral, de direção aproximada NE-SW, e raras falhas, próximas das quais se observa foliação milonítica.

A Suíte Granítica Três Córregos ocorre em uma extensa área, onde o Granito Cerro Azul é delimitado pelas principais e mais importantes estruturas da área mapeada: as zonas de cisalhamento sinistrais Itapirapuã, a oeste, e Morro Agudo, a leste, que também delimita o contato com o Granito Barra do Chapéu.

Para o Granito Cerro Azul, a projeção da foliação magmática mostra grande dispersão dos dados,

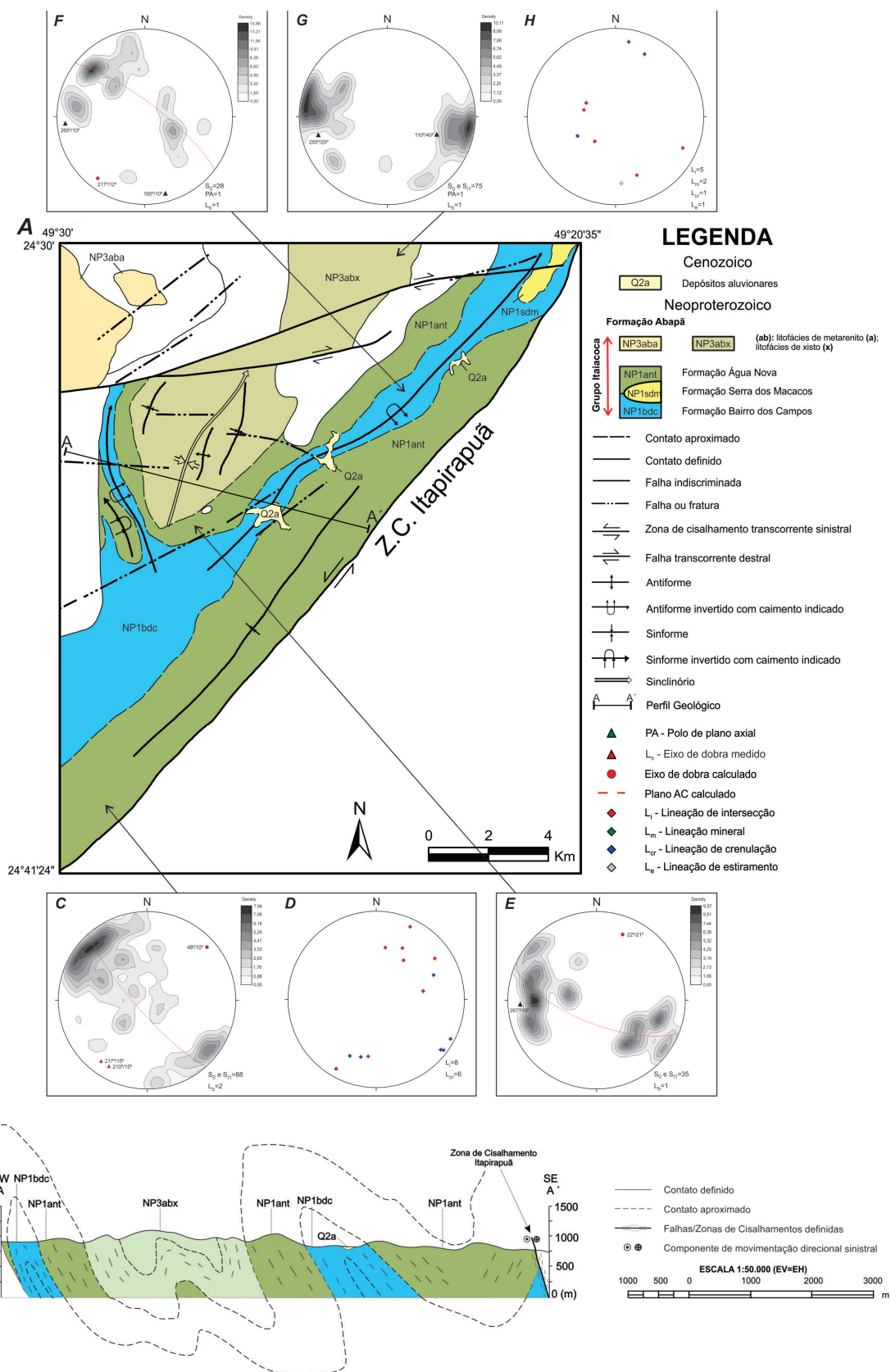


Figura 5.4 – Mapa com domínios estruturais e estereogramas de igual área, semiesfera inferior, do grupo Itaiacoca. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

Nota: A: mapa de localização da unidade e principais estruturas associadas; B: perfil esquemático (indicado na figura A); C: linhas de isofrequência dos polos das foliações  $S_0$  e  $S_{11}$  e eixos de dobra medidos e calculados do domínio 1 da formação Água Nova; D: lineações de intersecção e de crenulação do domínio 1 da formação Água Nova; E: linhas de isofrequência dos polos das foliações  $S_0$  e  $S_{11}$ , projeção do polo de plano axial e eixos de dobra medido e calculado do domínio 2 da formação Água Nova; F: linhas de isofrequência dos polos da foliação  $S_0$ , projeção do polo de plano axial e eixos de dobra medidos e calculados da formação Bairro dos Campos; G: linhas de isofrequência dos polos das foliações  $S_0$  e  $S_{11}$ , projeção do polo de plano axial e eixos de dobra medidos e calculados da formação Abapã; H: lineações mineral, de intersecção, de crenulação e de estiramento da formação Abapã.

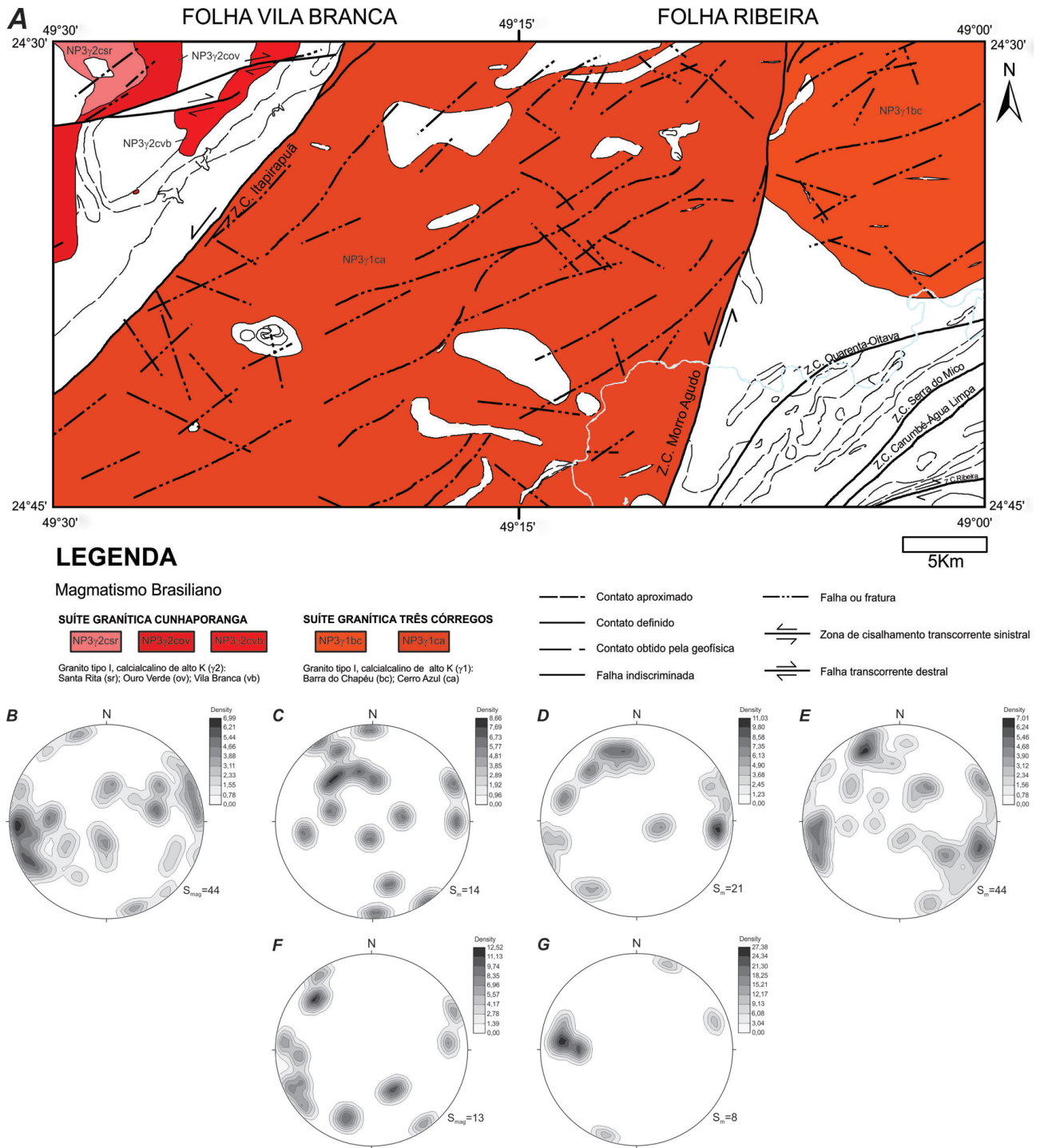


Figura 5.5 – Mapa com domínios estruturais e estereogramas de igual área, semiesfera inferior, das suítes graníticas Cunhaporanga e Três Córregos. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

Nota: A: mapa de localização das unidades e principais estruturas associadas; B: linhas de isofrequência dos polos da foliação magmática ( $S_{mag}$ ) do granito Cerro Azul; C: linhas de isofrequência dos polos da foliação milonítica ( $S_m$ ) do granito Cerro Azul no domínio da zona de cisalhamento Itaipirapuã; D: linhas de isofrequência dos polos da foliação milonítica ( $S_m$ ) do granito Cerro Azul no domínio da zona de cisalhamento Morro Agudo; E: linhas de isofrequência dos polos da foliação milonítica ( $S_m$ ) do granito Cerro Azul no domínio das falhas no interior do corpo; F: linhas de isofrequência dos polos da foliação magmática ( $S_{mag}$ ) do granito Barra do Chapéu; G: linhas de isofrequência dos polos da foliação milonítica ( $S_m$ ) do granito Barra do Chapéu.

porém com predomínio de atitudes NNW/subvertical (Figura 5.5B). Os dados de foliação milonítica podem ser separados em três domínios de influências distintas: Zona de Cisalhamento Itapirapuã, Zona de Cisalhamento Morro Agudo e falhas no interior do corpo. No primeiro (Figura 5.5C), predominam foliações de direção ENE com médio a alto mergulho para SSE. No segundo, há dois grupos de foliação (Figura 5.5D), ambos condizentes com a direção geral da Zona de Cisalhamento Morro Agudo: um com atitudes NNW/subvertical e outro de direção ENE e mergulhos de alto ângulo para SSE. No interior do corpo, a direção principal da foliação milonítica é NE-SW com mergulhos de alto ângulo para SE e NW, ocorrendo, subordinadamente, uma direção geral N-S com mergulhos de alto ângulo para E e W (Figura 5.5E).

No Granito Barra do Chapéu, os polos da foliação magmática projetados no estereograma mostram orientação principal para NNW e subordinada para NE, ambas com mergulhos subverticais (Figura 5.5F). A foliação milonítica apresenta orientação N-S com altos mergulhos para E (Figura 5.5G), como também foi observado no Granito Cerro Azul nas proximidades da Zona de Cisalhamento Morro Agudo.

### 5.3 UNIDADES MESOZOICAS

Nas folhas Ribeira e Vila Branca as rochas mesozoicas são representadas por diques básicos de idade jurocretácea e *plugs* e diques alcalinos de idade cretácea (Carbonatito Barra do Itapirapuã, Suíte Alcalina Banhadão, Nefelina-Sienito Itapirapuã, Fonólito Barra do Teixeira e Suíte Alcalina Mato Preto). As rochas alcalinas são compostas por litotipos variados, predominando nefelina-sienitos, fonólitos e carbonatitos. Esses corpos estão associados ao Lineamento São Jerônimo-Curiúva, integrante do Arco de Ponta Grossa, de direção NW (Figura 5.6).

Apesar de haver vários diques observáveis em imagens aeromagnetométricas, em campo não foi possível coletar uma quantidade significativa de medidas, já que os diques afloram na forma de blocos e matacões. Nas imagens do sinal analítico e da primeira derivada (Figuras 3.3 e 3.4), observam-se anomalias magnéticas, de direção NW-SE, que estão associadas aos diques, como descrito por Fúlfaro e Suguio (1967) e Raposo (1995).

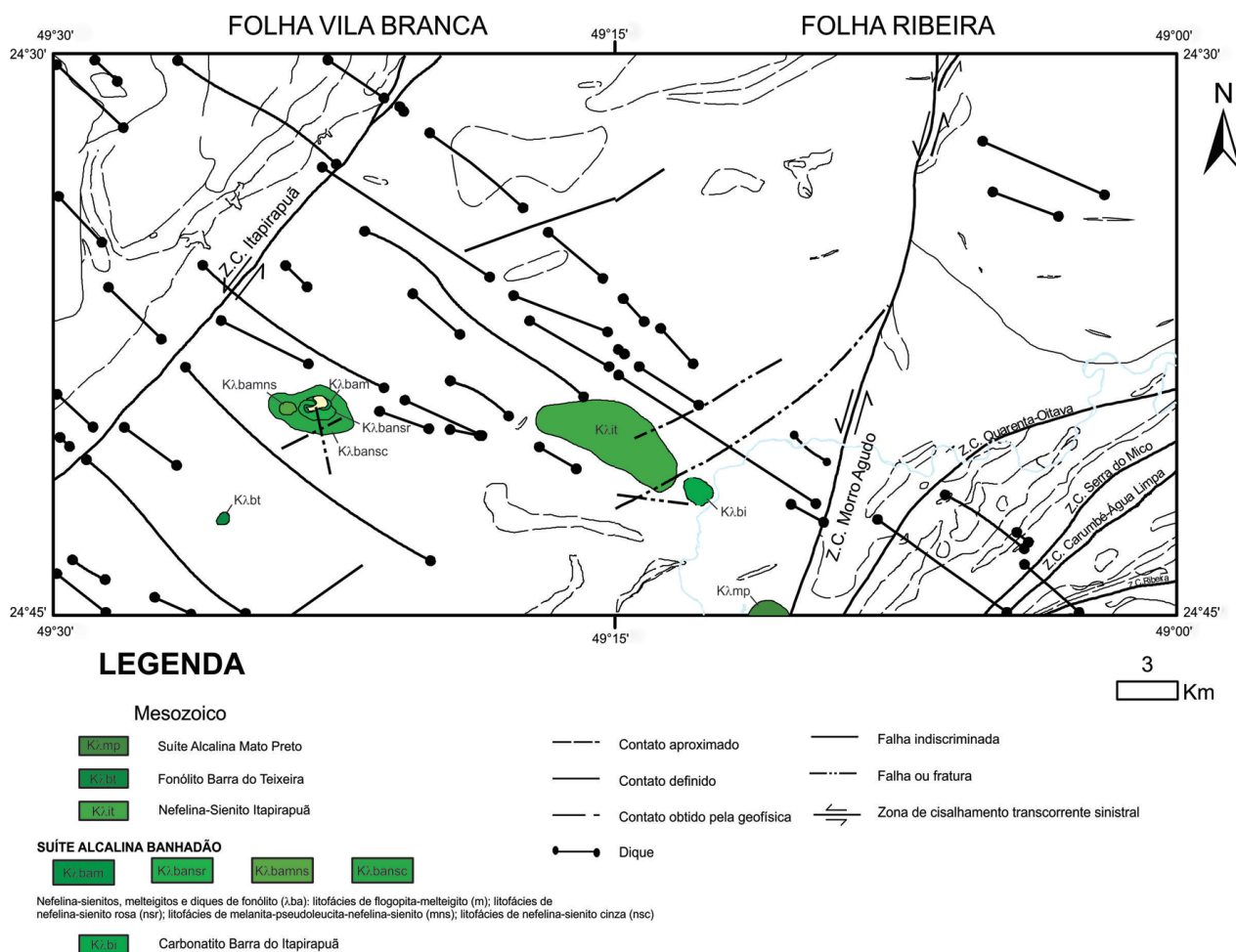


Figura 5.6 – Mapa de localização dos diques de diabásio e das rochas alcalinas e principais estruturas associadas. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984. Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

## 6 - RECURSOS MINERAIS

Nas folhas Vila Branca e Ribeira foram cadastradas 70 ocorrências minerais (Quadro 6.1): 32 observadas durante os trabalhos de campo e 38 extraídas de projetos de mapeamento anteriores da CPRM/SGB (ALGARTE et al., 1972; BATOLLA JÚNIOR et al.,

1977; MORGENTAL et al., 1975; SILVA et al., 1981). As substâncias foram agrupadas nas seguintes classes utilitárias: metais nobres, metais não ferrosos, metais ferrosos e rochas e minerais industriais.

Ponto	Substância	Classe Utilitária	Importância	Status	Situação	Latitude	Longitude
MA-088	Água mineral	Água mineral ou potável de mesa	Principal	Não explorado	Sem informação	-24,566	-49,417
SW-1082	Areia	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,638	-49,006
MB-076	Areia	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,558	-49,354
MB-053	Areia fina	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Ativo	-24,532	-49,434
IP-361	Bário	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina a céu aberto abandonada	Inativa	-24,638	-49,238
MA-053	Bário	Rochas e minerais industriais	Principal	Não explorado	Sem informação	-24,682	-49,314
MB-118	Calcário	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Sem informação	-24,620	-49,463
SW-1086	Calcário calcítico	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina a céu aberto	Ativa	-24,662	-49,000
JP-256	Calcita	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,601	-49,109
MB-178	Cascalho	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,517	-49,286
AM-122	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,669	-49,081
FB-008	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina a céu aberto e subterrânea abandonada	Inativa	-24,682	-49,102
FB-009	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina subterrânea abandonada	Inativa	-24,686	-49,106
FB-010	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina a céu aberto abandonada	Inativa	-24,686	-49,108
FB-011	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina subterrânea abandonada	Inativa	-24,698	-49,076
IP-721	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina subterrânea abandonada	Inativa	-24,653	-49,004
JP-287	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina	Ativa	-24,712	-49,128
SW-1113	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina	Ativa	-24,730	-49,142
VA-076	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,689	-49,113
VA-088	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,683	-49,102
VA-226	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,674	-49,071
VA-234	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina	Sem informação	-24,672	-49,028
VA-257	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina	Sem informação	-24,673	-49,029
VA-310	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,680	-49,066
VA-363	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,686	-49,042
VA-398	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,684	-49,071
VA-399	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,684	-49,074
VA-236	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Mina	Sem informação	-24,672	-49,023
VA-271	Chumbo	Metais não ferrosos e semimetais	Secundário 1	Não explorado	Não se aplica	-24,745	-49,061
ST-028	Cobre	Metais não ferrosos e semimetais	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,666	-49,293
IP-278	Ferro	Metais ferrosos	Principal	Mina	Ativa	-24,679	-49,239
SW-1183	Ferro	Metais ferrosos	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,689	-49,215
VA-221	Ferro-titânio	Metais ferrosos	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,723	-49,031
VA-338	Ferro-titânio	Metais ferrosos	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,730	-49,034
VA-339	Ferro-titânio	Metais ferrosos	Principal	Não explorado	Não se aplica	-24,724	-49,031

VA-340	Ferro-titânio	Metais ferrosos	Principal	Não explotado	Não se aplica	-24,725	-49,035
VA-351	Ferro-titânio	Metais ferrosos	Principal	Não explotado	Não se aplica	-24,725	-49,032
SW-1167	Flúor	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,748	-49,182
VA-271	Flúor	Rochas e minerais industriais	Principal	Não explotado	Não se aplica	-24,745	-49,061
ST-149	Laterita	Rochas e minerais industriais	Principal	Não explotado	Não se aplica	-24,652	-49,386
AM-122	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Não explotado	Não se aplica	-24,669	-49,081
FB-008	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina a céu aberto e subterrânea abandonada	Inativa	-24,682	-49,102
FB-009	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina subterrânea abandonada	Inativa	-24,686	-49,106
FB-010	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina a céu aberto abandonada	Inativa	-24,686	-49,108
FB-011	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina subterrânea abandonada	Inativa	-24,698	-49,076
IP-721	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina subterrânea abandonada	Inativa	-24,653	-49,004
VA-226	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Não explotado	Não se aplica	-24,674	-49,071
VA-234	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina	Sem informação	-24,672	-49,028
VA-257	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina	Sem informação	-24,673	-49,029
VA-236	Prata	Metais nobres	Secundário 1	Mina	Sem informação	-24,672	-49,023
MB-048	Rocha ornamental	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativo	-24,568	-49,428
MB-049	Rocha ornamental	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativo	-24,571	-49,436
MB-124	Rocha ornamental	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Inativo	-24,600	-49,485
ST149	Rocha ornamental	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativo	-24,652	-49,386
ST-020	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Não explotado	Não se aplica	-24,639	-49,245
SW-1131	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Inativa	-24,736	-49,185
MB-003	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,711	-49,273
MB-039	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,542	-49,397
MB-056	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,519	-49,468
MB-083	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,540	-49,464
MB-100	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,548	-49,431
MB-142	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,682	-49,270
MB-162	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,725	-49,449
MB-166	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,618	-49,370
MB-168	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,616	-49,365
ST-049	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,533	-49,486
ST-055	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,555	-49,281
ST-065	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,513	-49,394
ST-109	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Sem informação	-24,745	-49,421
SW-1138	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Inativa	-24,739	-49,346
SW-1183	Terras-raras	Metais não ferrosos e semimetais	Secundário 1	Não explotado	Não se aplica	-24,689	-49,215

Figura 6.2 – Mapa magnetométrico do campo total reduzido do IGRF da folha Fazenda Margarida (escala 1:100.000).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

## 6.1 METAIS NOBRES

### 6.1.1 PRATA

As ocorrências de prata na porção sudeste da Folha Ribeira estão associadas a mineralizações de chumbo localizadas em metacalcário das formações Água Clara e Mina de Furnas, sendo que, nessa última, as mineralizações são classificadas como do tipo Panelas (FLEISCHER, 1976). A substância está presente na forma de sulfeto (argentita) e ocorre em veios de quartzo e calcita.

## 6.2 METAIS NÃO FERROSOS

### 6.2.1 CHUMBO

O chumbo é a substância com maior número de ocorrências e indícios na área mapeada, destacando-se as situadas nas antigas minas do Rocha (região do ribeirão do Rocha) e do Paqueiro (região do Paqueiro), porção sudeste da Folha Ribeira. Atualmente, as áreas estão sob concessão de lavra da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) e da Tupi Mineradora de Calcário Ltda., respectivamente (DNPM, 2012). Mais detalhes sobre essas ocorrências podem ser encontrados em MMA/JICA (1981) e Silva et al. (1981).

A galena, sulfeto portador de chumbo, está presente, principalmente, em veios de quartzo e de calcita associados a metacalcário das formações Água Clara e Mina de Furnas, ocorrendo também disseminada em metacalcário e em veios de quartzo em filito. MMA/JICA (1981) e Silva et al. (1981) descrevem a ocorrência de diversos outros sulfetos, sendo os mais comuns pirita, calcopirita e esfalerita.

De acordo com Silva et al. (1981), as mineralizações de chumbo são epigenéticas e associadas a sistemas de fraturas subverticais, discordantes das estruturas dos metacalcários. Essas fraturas concentram-se em faixas de direção NE-SW, concordantes com as estruturas regionais (dobras e zonas de cisalhamento). Porém, Barbour, Brito Neves e Medeiros (1990) apresentam evidências de que essas mineralizações têm origem singenética (como zoneamento dos sulfetos e paralelismo dos corpos mineralizados com a atitude das camadas), classificando-as como exalativas sedimentares. Frequentemente, essas feições foram sobrepostas por processos tectônicos e hidrotermais posteriores, responsáveis pela remobilização dos sulfetos.

Os depósitos da Formação Mina de Furnas são classificados como do tipo Panelas (FLEISCHER, 1976) e caracterizam-se pela mineralização filoniana polimetálica (Pb-Zn-Ag).

### 6.2.2 COBRE

Um indício de cobre foi registrado na região do Fêcho, porção leste da Folha Vila Branca (Quadro 6.2). Observou-se sulfeto disseminado (Figura 6.1) e em veios de quartzo em metamarga da litofácies carbonática da Formação Água Clara.



Figura 6.1 – Detalhe de sulfetos disseminados em metamarga da litofácies carbonática da formação Água Clara (afloramento ST-028, arredores de Fêcho, Itapirapuã Paulista, SP).

Fotografia: Sueli Akemi Tomita, 2011.

### 6.2.3 TERRAS-RARAS

Em um ponto localizado no Carbonatito Barra do Itapirapuã foi descrito um chapéu de ferro associado a nefelina-sienito, que apresentou teores anômalos de elementos terras-raras, destacando-se La, Ce, Pr e Nd (Quadro 6.2).

De acordo com Andrade et al. (1999), a mineralização de elementos terras-raras (fluorcarbonatos), juntamente com apatita, fluorita e barita, tem origem hidrotermal e está associada ao carbonatito plutônico, no qual os minerais ocorrem em cavidades corrosivas.

## 6.3 METAIS FERROSOS

### 6.3.1 FERRO

No Nefelina-Sienito Itapirapuã, está localizada uma mina de ferro (magnetita) explorada pela Maringá S/A Cimento e Ferro Liga, atualmente ativa (DNPM, 2012). De acordo com Morgental et al. (1975), o corpo de magnetita foi provavelmente formado por cristalização magmática tardia (Quadro 6.2).



Elemento	Amostra			
	ST-028-R-A	SW-1183-R-B1	SW-1183-R-B2	ST-0149-R-B
	Rocha			
	Actinolita-clinopiroxênio-epídoto-quartzo-xisto	Chapéu de ferro	Chapéu de ferro	Crosta laterítica
	Unidade			
Formação Água Clara – Litofácies Carbonática	Carbonatito Barra do Itapirapuã	Carbonatito Barra do Itapirapuã	Suíte Alcalina Banhadão	
<i>Percentual de Peso (%)</i>				
SiO <sub>2</sub>	66,79	66,37	44,61	51,65
TiO <sub>2</sub>	0,18	0,11	0,07	0,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,69	2,39	0,86	45,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,21	24,75	53,36	2,86
FeO	1,07	0,28	0,27	0,31
MnO	0,94	4,61	0,53	0,01
MgO	5,98	<0,01	0,12	0,02
CaO	10,06	0,15	0,07	0,02
Na <sub>2</sub> O	0,81	0,07	0,03	0,13
K <sub>2</sub> O	0,21	0,05	<0,01	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	1,51	0,37	0,05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	1,34	1,32	6,54	15,26
Total	100,01	100,00	100,01	100,00
<i>ppm</i>				
Ni	11,70	7,4	87,10	30,40
Co	11,80	47,3	79,10	0,90
Cu	201,20	6,7	30,90	1,70
Pb	9,90	797,2	3752,30	12,10
Zn	15,00	555	2520,00	19,00
Rb	5,50	1,3	<0,20	4,30
Cs	0,06	0,39	<0,05	0,22
Ba	3028,00	>10000	2713,00	242,00
Sr	447,90	2928	1377,80	6,70
Ga	8,70	85,9	5,40	36,60
Ta	0,52	0,33	0,12	<0,05
Nb	5,29	494,55	82,18	33,98
Hf	1,49	1,5	0,83	2,95
Zr	45,40	66,5	148,30	217,50
Y	30,14	210,42	71,93	5,30
Th	3,90	1421	42,40	13,60
U	1,52	10,86	5,89	2,89
La	36,00	>10000	951,50	20,00
Ce	55,90	>10000	987,50	48,30
Pr	7,04	998,1	100,05	2,39
Nd	27,70	2547	267,70	7,00
Sm	5,30	232	25,50	1,10
Eu	0,09	54,18	8,04	0,22
Gd	5,11	169,73	24,20	0,87
Tb	0,72	18,75	2,73	0,11
Dy	4,90	44,08	14,49	1,02
Ho	0,85	6,47	2,28	0,17
Er	2,67	14,44	6,22	0,69
Tm	0,30	1,92	0,98	0,09
Yb	2,40	10,6	6,60	1,00
Lu	0,38	1,38	0,95	0,13
Be	3,40	12,1	3,70	1,00
W	<0,01	68,6	1,40	<0,10
Sn	<0,60	4,8	0,50	<0,30
Mo	1,81	49,91	657,00	0,74
Ag	0,27	0,14	0,26	<0,01

Quadro 6.2 – Resultado de análises químicas em rocha total em amostras das ocorrências de cobre, terras-raras, ferro e laterita.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2014.

O chapéu de ferro com indício de terras-raras do Carbonatito Barra do Itapirapuã também apresentou elevado teor de  $Fe_2O_3$  (Quadro 6.2), relacionado à presença de magnetita e sulfetos (Figura 6.2).



Figura 6.2 – Chapéu de ferro (porção superior) em nefelina-sienito (porção inferior) do carbonatito Barra do Itapirapuã (afloramento SW-1183, Minas Maringá, Itapirapuã Paulista, SP).

Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

### 6.3.2 FERRO-TITÂNIO

Silva et al. (1981) destacaram ocorrências de magnetita e ilmenita no corpo de rocha metabásica na região de Carumbé (Folha Ribeira). Os autores destacam a potencialidade dessas rochas para mineralizações ferro-titaníferas.

## 6.4 ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

### 6.4.1 ÁGUA MINERAL

Batolla Júnior et al. (1977) citam a existência de fontes de água mineral nos arredores da zona urbana de Doutor Ulysses (PR). Segundo os autores, as ocorrências são de natureza alcalino-terrosa e calcomagnésiana.

### 6.4.2 AREIA

Das três ocorrências de areia na área mapeada, todas ativas, a de maior destaque está localizada no

rio Ribeira, nos arredores do município de Ribeira (SP), e pertence à Areal Tijuco Extração e Comércio de Areia Ltda. A extração de areia no leito do rio é realizada por draga de sucção em balsa (Figura 6.3).



Figura 6.3 – Extração de areia no leito do rio Ribeira (afloramento SW-1082, margem do rio Ribeira, arredores da zona urbana de Ribeira, SP).

Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

As ocorrências restantes são pequenas lavras em material intemperizado (quartzito e xisto feldspático), à beira de estradas não pavimentadas, provavelmente para uso local em construção civil (Figura 6.4).



Figura 6.4 – Extração de areia em quartzito da litofácies quartzítica da formação Água Clara (afloramento MB-076, pedreira nos arredores de Feital, Doutor Ulysses, PR).

Fotografia: Mariane Brumatti, 2011.

### 6.4.3 BÁRIO

Foram registradas duas ocorrências de bário (barita) no Granito Cerro Azul, nas quais o mineral ocorre na forma de veios preenchendo fraturas. De

acordo com Morgental et al. (1975), a formação das mineralizações está associada à Suíte Alcalina de Itapirapuã, próximo à qual ocorrem (Cordinha e Ribeiro da Lagoa).

#### 6.4.4 CALCÁRIO

Dentre as duas ocorrências de calcário na área mapeada destaca-se uma lavra ativa de calcário calcítico explorado pela Margem Companhia de Mineração, localizada próximo ao município de Adrianópolis (PR). O material, extraído da Formação Mina de Furnas, é utilizado para produção de cimento (Figura 6.5).

Outra ocorrência, de menor importância e inativa, está situada em metacalcário dolomítico da Formação Bairro dos Campos, nos arredores de Cerro do Varzeão.



Figura 6.5 – Lavra a céu aberto de calcário calcítico da formação Mina de Furnas (afloramento SW-1086, Margem Companhia de Mineração, zona urbana de Adrianópolis, PR).

Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

#### 6.4.5 CALCITA

Nas proximidades da Usina Catas Altas há uma lavra ativa de calcita, que, atualmente, é explorada pela Minabe Empresa de Mineração Ltda. (DNPM, 2012).

A mineralização é secundária e gerada por precipitação de soluções carbonatadas (ALGARTE et al., 1972). Ocorre na forma de veios preenchendo fraturas em metacalcário da litofácies carbonática da Formação Água Clara, próximo ao contato com o Granito Barra do Chapéu.

#### 6.4.6 CASCALHO

No extremo nordeste da Folha Vila Branca, próximo ao rio Itapirapuã, foi encontrada uma pequena lavra de cascalho em quartzito da Formação Água

Clara. Aparentemente, o material é utilizado para pavimentação da estrada adjacente.

#### 6.4.7 FLÚOR

Duas ocorrências de flúor (fluorita) estão presentes na Folha Ribeira, sendo a mais importante a da Suíte Alcalina Mato Preto, onde há uma mina ativa pertencente à Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda. (Figura 6.6).



Figura 6.6 – Lavra a céu aberto de fluorita em carbonatito da suíte alcalina Mato Preto (afloramento SW-1167, mina da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda., arredores de Pinheirinho, Cerro Azul, PR).

Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

A fluorita ocorre associada a carbonatito em brechas e veios (Figuras 6.7 e 6.8), formada por alteração hidrotermal (SANTOS; DARDENNE, 1988), e se destina à produção de ácido fluorídrico.



Figura 6.7 – Veios de fluorita em carbonatito da suíte alcalina Mato Preto (afloramento SW-1167, mina da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda., arredores de Pinheirinho, Cerro Azul, PR).

Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

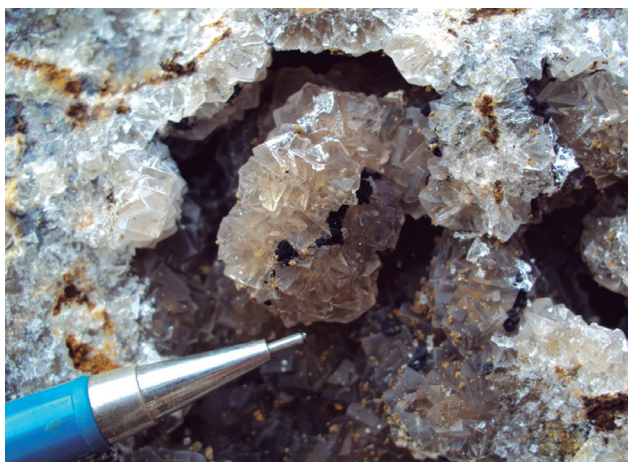


Figura 6.8 – Detalhe de cristais de fluorita idiomórfica da suíte alcalina Mato Preto (afloramento SW-1167, mina da Mineração Nossa Senhora do Carmo Ltda., arredores de Pinheirinho, Cerro Azul, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

Outra ocorrência foi registrada na região de Carumbé, em metacalcário da Formação Bairro da Serra. A fluorita está presente em filonetes, preenchendo fraturas, e associada a sulfetos (dentre os quais galena).

#### 6.4.8 LATERITA

Na Suíte Alcalina Banhadão, foi encontrada uma crosta laterítica, desenvolvida sobre carbonatito, com elevado teor de  $Al_2O_3$  (Quadro 6.2).

#### 6.4.9 ROCHA ORNAMENTAL

Foram registradas, na área mapeada, três minas a céu aberto de metacalcário (mármore) para uso como rocha ornamental, situadas na Formação Bairro de Campos.

Duas dessas minas, situadas próximo à zona urbana do município de Doutor Ulysses (PR), estão ativas e pertencem à Aco Mineração Ltda. (Figura 6.9). A terceira mina, localizada nos arredores de Inireus, encontra-se inativa.

Uma mina ativa de sienito para uso como rocha ornamental ocorre na Suíte Alcalina Banhadão (DNPM, 2012).



Figura 6.9 – Lavra a céu aberto de metacalcário (mármore) utilizado como rocha ornamental da formação Bairro dos Campos do grupo Itaiacoca (afloramento MB-048, mina da Aco Mineração Ltda., zona urbana de Doutor Ulysses, PR).  
Fotografia: Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.

#### 6.4.10 SAIBRO

O saibro é extraído de diversos litotipos quartzofeldspáticos intemperizados, principalmente quartzito, metarcóseo e granito. A maior parte das ocorrências está localizada no Granito Cerro Azul, na Folha Vila Branca. As lavras se situam à beira de estradas não pavimentadas e o material é utilizado na construção civil (Figura 6.10).



Figura 6.10 – Lavra de saibro em saprólito de granito do granito Cerro Azul da suíte granítica Três Córregos (afloramento SW-1131, arredores de Pinheiro, Cerro Azul, PR).  
Fotografia Sérgio Wilians de Oliveira Rodrigues, 2010.



# 7 – GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

A região do Vale do Ribeira foi objeto de estudos geoquímicos na década de 1970 e início da de 1980 nos projetos Sudelpa (MORGENTAL et al., 1975), Geoquímica no Vale do Ribeira (MORGENTAL et al., 1978) e Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira (SILVA et al., 1981).

No presente projeto, optou-se por uma nova coleta e análise de amostras, já que a metodologia anteriormente empregada difere da ora praticada na CPRM/SGB e detalhada no corpo deste capítulo.

A geoquímica prospectiva foi planejada e executada na área correspondente à Folha Cerro Azul, escala 1:100.000, abrangendo, além das folhas Ribeira e Vila Branca, foco deste projeto, as folhas Cerro Azul e Tunas (escala 1:50.000).

Para interpretação dos dados obtidos nas folhas Vila Branca e Ribeira obedeceu-se a dois critérios principais:

- ordenamento das informações (dados analíticos), por meio de tratamento simples (cálculo dos estimadores da população e estatística univariada e multivariada básica);
- interpretação dos dados tratados sobre uma base geológica simplificada, com ênfase na litologia e no arcabouço estrutural e seu relacionamento com as ocorrências minerais pertinentes.

## 7.1 MATERIAIS E MÉTODOS

A distribuição das estações de amostragem obedeceu aos critérios determinados pela metodologia de mapeamento geoquímico dos levantamentos geológicos regionais da CPRM/SGB para as folhas do corte internacional 100.000 (aproximadamente 2.800 km<sup>2</sup>).

Foram programadas 228 estações de amostragem, distribuídas em um padrão regular, de forma a abranger o maior número de territórios possível (Figura 7.1). Em cada estação efetuou-se a coleta de uma amostra de sedimento de corrente e uma amostra de concentrado de bateia. Em 25 dessas estações, aleatoriamente distribuídas, foram coletadas duplicatas de campo de amostras de sedimento de corrente, visando à aplicação de teste de variância. Dessa forma, o universo coletado e analisado totalizou 255 amostras de sedimento de corrente e 228 amostras de concentrado de bateia.

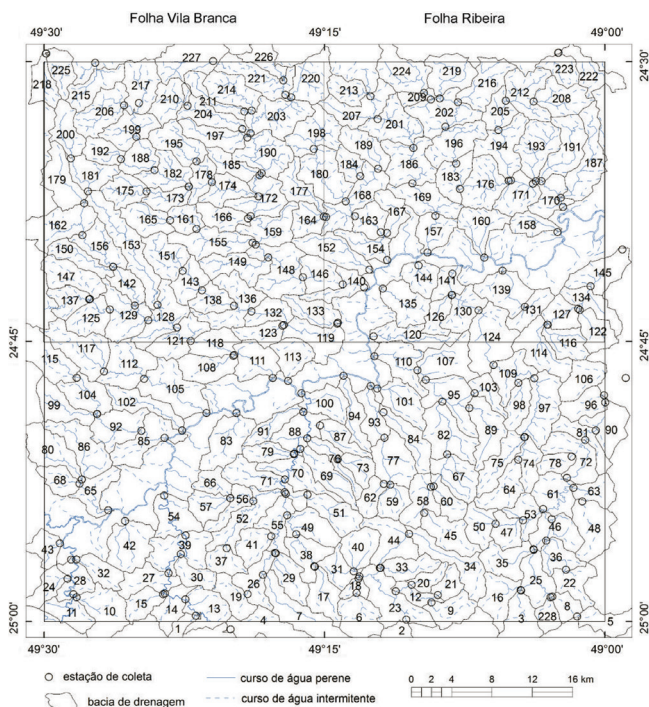


Figura 7.1 – Mapa de estações de coleta de amostras da folha Cerro Azul (escala 1:100.000), com localização das folhas Vila Branca e Ribeira (escala 1:50.000). Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

### 7.1.1 MÉTODO DE CAMPO

As amostras de sedimento ativo de corrente foram coletadas de forma composta no canal ativo da drenagem, nos trechos mais retilíneos, variando de 5 a 10 porções, em um raio máximo de 50 m.

As amostras de concentrados de bateia foram coletadas também de forma composta, porém nos trechos da drenagem com concentradores naturais (por exemplo, curvas e corredeiras).

Todas as informações de campo foram registradas em formulário próprio (caderneta de campo geoquímica) para posterior cadastramento na base de dados geoquímicos do sistema de bancos de dados corporativo da CPRM/SGB (GEOBANK).

### 7.1.2 MÉTODO ANALÍTICO

As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório da SGS-GEOSOL, adotando-se metodologias distintas para os sedimentos de corrente e os concentrados de bateia.

### 7.1.2.1 SEDIMENTOS DE CORRENTE

As amostras foram analisadas, obedecendo-se às seguintes etapas de processamento analítico:

- secagem a 60°C e peneiramento a 80 mesh;
- pulverização e digestão com água-régia (0,5 g com 3 ml 2-2-2 HCl-HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O a 95°C por uma hora, diluída para 10 ml);
- análise por ICP-MS e ICP-AES para 50 elementos-traço: 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\*, Pb, Rb\*, Re, S\*, Sb, Sc\*, Se, Sn\*, Sr\*, Ta\*, Te, Th\*, Ti\*, U\*, V\*, W\*, Y\*, Zn, Zr\*. A solubilidade dos elementos assinalados (\*) foi limitada pelas espécies minerais presentes (geralmente resistatos).

### 7.1.2.2 CONCENTRADOS DE BATEIA

Nessa etapa, seguiu-se esta metodologia de processamento:

- conferência, deslamagem e secagem em estufa;
- quarteamento da amostra com quarteador Jones em duas partes: uma para análise e a segunda para reserva;
- peneiramento a 0,300 mm;
- separação por líquidos densos;
- separação magnética com ímã de mão e análise sob luz ultravioleta para verificar presença ou não de scheelita;
- análise em lupa binocular, para identificação e quantificação mineralógica; análises auxiliares por MEV (microscópio eletrônico de varredura) e DRX (difração de raios X) foram realizadas em minerais de difícil identificação visual ou desconhecidos.

A quantidade de minerais foi calculada em porcentagem, cadastrada e reportada, após conferência, em formulário padronizado pela CPRM/SGB.

Os valores de ouro foram apresentados como pinças.

A análise mineralógica semiquantitativa foi reportada nos seguintes intervalos:

< 1%	reportado como 1
1-5%	reportado como 3
5-25%	reportado como 15
25-50%	reportado como 40
50-75%	reportado como 60
> 75%	reportado como 85

## 7.2 TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Os dados químicos e mineralógicos foram tratados com parâmetros estatísticos e calculados considerando-se a totalidade de amostras coletadas na Folha Cerro Azul (escala 1:100.000). Porém, os mapas e quadros resultantes, ora apresentados, correspondem exclusivamente às anomalias identificadas nas folhas Vila Branca e Ribeira.

### 7.2.1 SEDIMENTOS DE CORRENTE

O tratamento dos dados analíticos de sedimento de corrente obedeceu a um processo de interpretação sequencial: estudo da variância; cálculo dos estimadores estatísticos; estudo do tipo de distribuição (histogramas, correlações e análise de agrupamentos); análise da distribuição espacial dos elementos; cálculo e consistência das anomalias.

O total de 50 elementos foi discriminado em grupos, considerando-se: características geoquímicas, importância metalogenética e grau de detecção.

Não foram detectados ou tiveram baixa detecção os elementos: Au (1); As (131); B (0); Ge (32); In (90); Na (144); Re (0); S (53); Se (33); Ta (5); Te (73); W (151). Dentre estes, As, S, W, Na, In, Se, Te e Au foram selecionados por sua importância metalogenética e/ou econômica, sendo os demais desconsiderados. O enxofre, quando detectado, teve tratamento especial nas estações onde ocorre associado a anomalias de metálicos, como Cu, Pb, Zn e Ni, podendo indicar a presença de sulfetos.

Os demais elementos foram agrupados por suas similaridades geoquímicas e metalogenéticas, o que permitiu a delimitação de zonas anômalas (Quadro 7.1).

Elementos	Quantidade	Características Geoquímicas
Fe, Ca, P, Mg, Ti, Al, Na, K, Mn, Ba, Hf, Zr, Sr, Li, Rb, Ga, S, Cs	18	Elementos formadores de rochas e seus elementos-traço associados
Ag, Au	2	Metais preciosos
Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Ni, Cr, V, Nb, In, Sn, Be, As, Sb, Se, Te, Hg, Mo, Bi, U, Th, La, Sc, Y, Ce, W	26	Elementos mineralizantes, associados e farejadores (alguns de importância ambiental)
B, Ge, Ta, Re	4	Descartados

Quadro 7.1 – Elementos analisados e características geoquímicas.

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Alguns elementos, como S, Ba, Mn, Li, Cs, P, e outros elementos associados à formação de rochas de possível importância metalogenética, foram considerados. Elementos como Au, As e S, geralmente com baixo grau de detecção ou com problemas de

dispersão e distribuição nos sedimentos de corrente, receberam tratamento especial.

### 7.2.1.1 ESTUDO DE VARIÂNCIA

A partir das amostras duplicatas foi elaborada uma matriz para o cálculo da variância. Adotou-se o teste T de Student ou teste das pequenas amostras para estabelecer a confiabilidade dos resultados analíticos.

De acordo com os resultados obtidos (Quadro 7.2), a hipótese nula de igualdade entre as populações originais e as réplicas foi aceita a um nível de significância de 95% para a quase totalidade dos elementos.

Alguns elementos foram detectados em poucas amostras duplicadas, o que invalidou seu teste: Au, B, S, Ge, In, Na, Re, Se, Ta, Te, W.

### 7.2.1.2 SUMÁRIO DOS ESTIMADORES

Para o cálculo dos estimadores foram selecionados 43 elementos, agrupados a partir de suas características geoquímicas e metalogenéticas. Para elementos maiores e associados (18 elementos), foram definidos os estimadores da população; porém, o cálculo do limiar e das anomalias é um recurso meramente estatístico, que visa a auxiliar a interpretação de anomalias de elementos mineralizantes e associados (Quadro 7.3).

Elemento	$t_{0,95} < 1,71$	Hipótese Nula	Elemento	$t_{0,95} < 1,71$	Hipótese Nula	Elemento	$t_{0,95} < 1,71$	Hipótese Nula
Ag - ppm	0,75	Aceito	Nb - ppm	0,16	Aceito	La - ppm	0,05	Aceito
Al - %	0,30	Aceito	Ni - ppm	0,06	Aceito	Li - ppm	0,05	Aceito
As - ppm	0,00	Aceito	P - ppm	0,25	Aceito	Mg - ppm	0,10	Aceito
Ba - ppm	0,22	Aceito	Pb - ppm	0,05	Aceito	Mn - ppm	0,11	Aceito
Be - ppm	0,09	Aceito	Rb - ppm	0,20	Aceito	Sn - ppm	0,27	Aceito
Bi - ppm	0,18	Aceito	Sb - ppm	0,05	Aceito	Sr - ppm	0,18	Aceito
Ca - %	0,34	Aceito	Sc - ppm	0,04	Aceito	Th - ppm	0,03	Aceito
Cd - ppm	0,19	Aceito	Cu - ppm	0,13	Aceito	Ti - %	0,12	Aceito
Ce - ppm	0,02	Aceito	Fe - %	0,19	Aceito	U - ppm	0,09	Aceito
Co - ppm	0,01	Aceito	Ga - ppm	0,08	Aceito	V - ppm	0,02	Aceito
Cr - ppm	0,04	Aceito	Hf - ppm	0,22	Aceito	Y - ppm	0,00	Aceito
Cs - ppm	0,07	Aceito	Hg - ppm	0,72	Aceito	Zn - ppm	0,02	Aceito
Mo - ppm	0,33	Aceito	K - %	0,41	Aceito	Zr - ppm	0,32	Aceito

Quadro 7.2 – Resultados do teste T de Student das amostras duplicatas de sedimento de corrente.

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Elemento	Grau de Detecção	Mínimo	Máximo	Média Aritmética	Desvio-Padrão Aritmético	Média Geométrica	Desvio-Padrão Geométrico	Valor Limiar	Anomalias
Percentual de Peso (%)									
Al	228/228	0,39	4,98	1,25	0,60	1,14	1,55	2,72	6
Ca	228/228	0,01	1,01	0,25	0,19	0,18	2,28	0,95	3
Fe	226/228	0,71	15,00	4,08	2,42	3,54	1,69	10,16	11
K	228/228	0,01	1,08	0,20	0,13	0,17	1,81	0,56	4
Mg	228/228	0,02	1,31	0,26	0,16	0,22	1,89	0,78	2
Na	144/228	0,005	0,200	0,025	0,031	0,015	2,712	0,107	9
S	53/228	0,005	0,150	0,009	0,014	0,006	1,738	0,019	21
Ti	228/228	0,020	1,040	0,187	0,148	0,142	2,165	0,665	3
ppm									
P	226/228	25	3033	470	402	371	2	1461	7
Mn	228/228	62	3020	701	508	559	2	2165	6
Ba	228/228	19	818	129	99	108	2	332	8
Cs	228/228	0,24	8,04	1,22	1,08	0,98	1,85	3,35	12
Ga	228/228	1,0	16,1	5,6	2,2	5,2	1,5	11,8	4
Hf	203/228	0,025	1,380	0,193	0,187	0,134	2,410	0,776	4
Li	214/228	0,5	23,0	6,0	3,2	4,9	2,1	21,7	1
Rb	228/228	1,9	101,9	21,1	12,4	18,4	1,7	52,5	6
Sr	228/228	1,0	162,2	29,2	26,6	19,7	2,6	128,0	2
Zr	202/228	0,25	64,40	5,79	7,28	3,04	3,54	38,02	1

Quadro 7.3 – Sumário estatístico das análises químicas de elementos maiores.

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.



Para os elementos menores (25) mineralizantes e associados (incluindo metais preciosos), foram calculados os limiares e o número de anomalias (Quadro 7.4), tendo sido identificadas 44 amostras com teores anômalos (Quadro 7.5).

Foram desconsiderados, por apresentarem baixos valores do grau de detecção, os elementos Re, Se, Ta, Te, In, Ge e B. Os elementos de maior importância econômica, como S, As e W, foram mantidos e suas anomalias, apontadas no mapa geoquímico.

Elemento	Grau de Detecção	Mínimo	Máximo	Média Aritmética	Desvio- -Padrão Aritmético	Média Geo- métrica	Desvio- -Padrão Geométrico	Valor Limiar	Anomalias
ppm									
Ag	209/228	0,005	3,600	0,091	0,318	0,039	2,818	0,310	6
As	131/228	0,5	58,0	4,4	7,3	1,7	3,8	23,9	6
Au	1/228	0,05	0,10	0,05	0,00	0,05	1,05	0,05	1
Be	228/228	0,1	2,4	0,7	0,3	0,6	1,6	1,6	2
Bi	210/228	0,01	6,63	0,19	0,50	0,09	3,13	0,85	5
Cd	205/228	0,005	0,330	0,051	0,045	0,036	2,448	0,217	5
Ce	228/228	9,18	760,63	64,98	63,84	53,03	1,81	172,84	7
Co	228/228	0,7	29,9	9,6	4,9	8,5	1,7	24,2	3
Cr	228/228	3	382	43	41	33	2	137	5
Cu	228/228	2,5	122,6	20,0	16,2	15,4	2,1	66,2	5
Hg	197/228	0,005	0,110	0,030	0,020	0,023	2,209	0,112	0
La	228/228	1,5	446,8	34,4	38,4	26,6	2,0	102,9	9
Mo	224/228	0,025	6,810	0,671	0,662	0,494	2,236	2,473	4
Nb	228/228	0,28	13,51	1,73	1,35	1,43	1,85	4,86	8
Ni	228/228	2,1	43,0	13,9	7,3	12,2	1,7	35,5	4
Pb	228/228	2,4	1291,3	32,4	117,9	14,4	2,3	74,8	9
Sb	206/228	0,025	7,210	0,445	0,807	0,178	3,686	2,416	5
Sc	228/228	0,4	12,2	3,6	1,8	3,2	1,6	8,5	6
Sn	179/228	0,15	6,50	1,40	1,08	0,91	2,95	7,92	0
Th	228/228	1,3	159,3	12,1	15,1	9,1	2,0	35,0	11
U	228/228	0,12	12,90	1,37	1,17	1,12	1,85	3,85	7
V	228/228	7	469	77	65	60	2	248	6
W	151/228	0,1	28,7	0,6	2,4	0,2	3,6	2,4	10
Y	228/228	0,98	50,81	6,86	4,55	5,97	1,67	16,58	5
Zn	228/228	4	184	44	21	39	2	100	6

Quadro 7.4 – Sumário estatístico das análises químicas de elementos menores.  
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Número de Campo	Amostra	Latitude	Longitude	Anomalias
RB-134	IBY911	-24,700	-49,013	W
RB-141	IBZ912	-24,689	-49,136	Ag, As, Ca, Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, S, Sb, W, Zn
RB-144	ICB577	-24,682	-49,166	Ag, Bi, Cd, Pb, S, Sb, Zn
RB-145	IBY912	-24,668	-48,984	W
RB-146	ICB578	-24,699	-49,234	Bi
RB-152	IBZ939	-24,686	-49,210	Ba, Ce, Fe, Ga, Hf, La, Mo, Nb, Pb, S, Sr, Th, U, Zn, Zr
RB-187	IBY921	-24,622	-49,039	Fe
RB-205	IBZ910	-24,561	-49,095	Co, Cr, Fe, Ga, V
RB-224	IBY936	-24,528	-49,161	Rb
SE-114	IBZ377	-24,735	-49,051	Be, Cs, Cu, Sc
SE-116	IBZ376	-24,735	-49,051	Cs
SE-120	ICA985	-24,745	-49,206	Ba, La, S
SE-122	IBZ378	-24,722	-49,022	Bi, Cs, Rb, W
SE-124	IBZ379	-24,722	-49,113	As
SE-126	IBZ381	-24,708	-49,137	Ag, Mn, Pb, S
SE-130	IBZ380	-24,708	-49,136	Ag, Cd, Cu, Pb, S, Sb, Zn
SE-131	IBZ387	-24,719	-49,071	Ag, Pb, S
SE-139	IBZ394	-24,687	-49,091	S
SE-167	IBZ391	-24,653	-49,194	S
SE-184	IBZ872	-24,602	-49,218	Al, Ba, K, Na, Sr
SE-208	IBZ869	-24,536	-49,064	Al
SE-213	IBZ871	-24,531	-49,209	Th
SE-216	IBZ393	-24,536	-49,131	S
RB-149	IBZ908	-24,675	-49,300	Al, Na S
RB-155	IBZ909	-24,662	-49,314	P
RB-161	IBZ921	-24,649	-49,364	Ba, Ce, Fe, Ga, Hf, La, Nb, Th
RB-166	IBZ922	-24,640	-49,318	K, Na
RB-172	IBZ923	-24,638	-49,316	Cu
RB-178	IBZ931	-24,608	-49,350	Na
RB-182	IBZ934	-24,612	-49,371	Au
RB-185	IBZ917	-24,601	-49,308	Fe, S
RB-195	IBZ930	-24,589	-49,364	Fe, P, V
RB-197	IBZ928	-24,568	-49,319	Cr, Fe, V
RB-203	IBZ929	-24,564	-49,316	Ce, La, Th
RB-204	IBZ926	-24,560	-49,323	Ce, La, Th, U, Y
RB-211	IBZ925	-24,544	-49,322	Ce, K, La, Na, Ni, Th, Y
RB-214	IBZ924	-24,544	-49,315	Mg, Na, S
RB-220	IBZ913	-24,532	-49,280	Ce, La, Na, Th, U, Y
RB-226	IBZ919	-24,517	-49,287	Ce, La, Th, U, Y
SE-147	ICA882	-24,712	-49,459	W
SE-151	ICA868	-24,687	-49,377	Al, Ba, S
SE-159	IBZ868	-24,663	-49,311	Fe, La, P, Th
SE-162	ICA987	-24,655	-49,466	W
SE-165	ICA982	-24,642	-49,388	Ba, Nb

Quadro 7.5 – Amostras com teores de elementos anômalos (> valor limiar).

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

### 7.2.1.3 HISTOGRAMAS E TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO

Procedeu-se à elaboração de histogramas para todos os elementos maiores e associados e para todos os elementos-traço mineralizantes e associados (Anexo A).

Observou-se, para a maioria dos elementos-traço, a tendência lognormal da distribuição.

### 7.2.1.4 CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

Os dados foram log-transformados para o cálculo da correlação linear. Utilizou-se o índice  $r$  de Pearson para estudar as relações entre os diversos elementos analisados, considerando-se os seguintes intervalos de valores: elevado ( $> 0,8$ ), bom (entre  $0,8$  e  $0,7$ ) e regular (entre  $0,7$  e  $0,5$ ).

Na elaboração da matriz (Figura 7.2) empregada no estudo da análise de agrupamentos (*Cluster Analysis*), eliminaram-se os elementos As, Au, B, Ge, In, Na, Re, S, Ta, Te e W, por não apresentarem número significativo de dados não qualificados ( $< 70\%$ ).

Aplicou-se como metodologia para o estudo dos agrupamentos de elementos a construção sequencial de dendrogramas. Como grupo inicial, foram selecionados os elementos que apresentaram alguma correlação na matriz de Pearson, excluindo-se aqueles que não se agruparam de forma significativa ou apresentaram distância de ligação (*Linkage Distance*) muito alta.

A construção do dendrograma baseou-se no método de agrupamento por variância mínima (método de Ward) para 38 elementos e na distância métrica  $1-r$  de Pearson (Figura 7.3).

A análise de agrupamento permitiu definir as principais associações de elementos químicos relativos às litologias mais importantes e possíveis mineralizações que ocorrem na área: Ag-Pb-Cd-Hg, que indica a presença de minérios hidrotermais sulfetados; Co-Ni-Sc-Cu-Mn-Sb-Mo e Cr-Fe-V em rochas básicas e ultrabásicas; Ba-Mg-Ca-Sr-P e Nb-Ti-Sn em rochas alcalinas e carbonatíticas; Al-Ga-K-Rb-Be-Zn-Cs-Li e Ce-La-Th-U-Y em corpos ígneos especializados em elementos terras-raras. As demais associações estão ligadas, possivelmente, aos principais minerais encontrados nas rochas, como Zr-Hf (zircão).

### 7.2.1.5 DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS E CÁLCULO DAS ANOMALIAS

O estabelecimento dos valores limiares foi baseado em uma análise estatística simples: a média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico ao quadrado. A média geométrica representa mais adequadamente os elementos-traço, que, normalmente, possuem uma distribuição lognormal.

Apesar de a metodologia para o cálculo de limiar não ser a mais adequada para determinados elementos, ela foi adotada neste trabalho devido ao elevado número de elementos analisados e à exiguidade de tempo para disponibilizar as informações. Assim, o retrabalhamento dos dados para alguns elementos deve ser considerado.

As informações geradas a partir das análises dos sedimentos de corrente foram representadas em mapa como zonas anômalas (duas ou mais drenagens contíguas) e anomalias pontuais (Figura 7.4). Foram identificadas 33 estações com anomalias de elementos associados a possíveis mineralizações, entre eles: Au (1); Cr (5); Ce-La-Th (7); Ag-Pb-Zn (5); Cu-Pb (3); P-Fe (4); Nb-U-Th (4); Ba-Nb (3); e W-Nb (2).

### 7.2.2 CONCENTRADOS DE BATEIA

Os dados analíticos das amostras de concentrado de bateia tiveram um tratamento específico, distinto daquele utilizado para os sedimentos de corrente. Para efeito de interpretação, foram considerados apenas os minerais de minério e associados mais relevantes.

A análise mineralógica semiquantitativa possibilitou a identificação de indícios de mineralização de cassiterita, scheelita, fluorita e ouro. Para as amostras com ouro, todas as estações foram consideradas indícios mineralógicos, com indicação em mapa do número de pintas detectadas, junto ao símbolo do elemento.

Os indícios mineralógicos associados a possíveis mineralizações foram representados em mapa como zonas anômalas mineralógicas (duas ou mais drenagens contíguas) e destaques mineralógicos pontuais, com indicação da classe de frequência mineral no concentrado (Figura 7.5).

Os indícios de mineralizações foram individualizados conforme a distribuição nas classes de frequência (Quadros 7.6 e 7.7): ouro (2), scheelita (27), fluorita (4), espinélio kimberlítico (25), granada kimberlítica (1) e ilmenita kimberlítica (3). Outros minerais de importância geológica também foram destacados no mapa, como barita (4), monazita (11), xenotímio (13), coríndon (3); cromita (2), ilmenita (3), pirita-limonita (9) e apatita-magnetita (11).



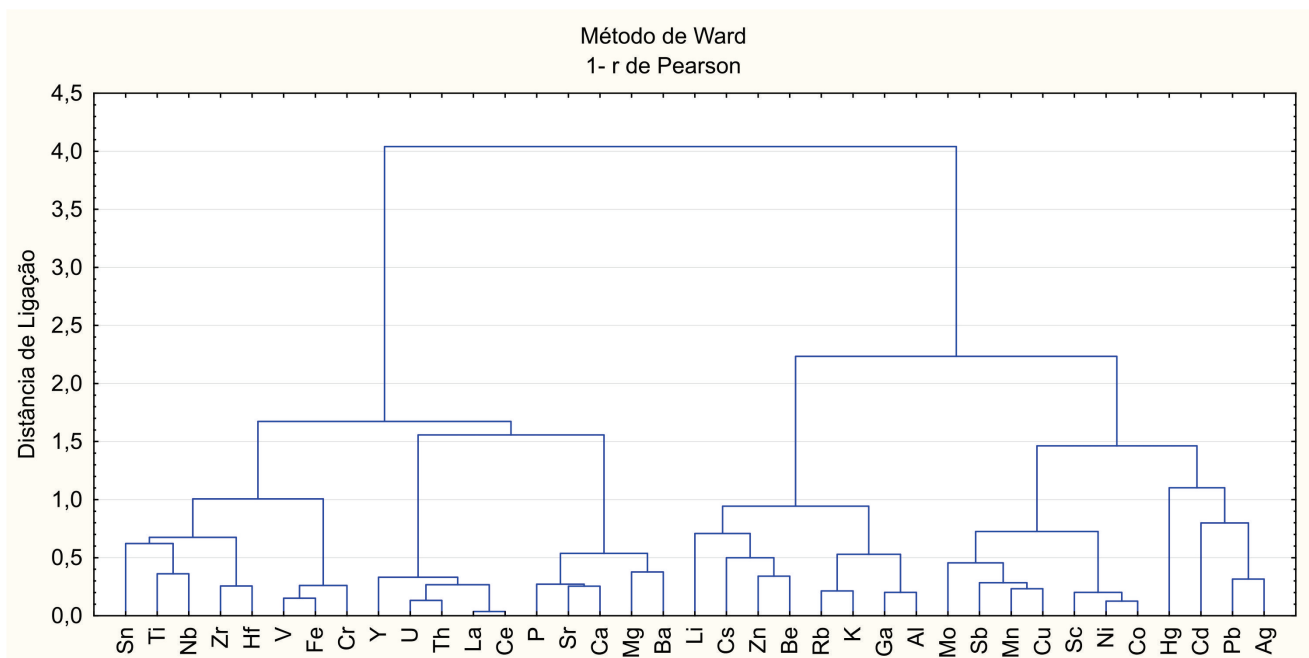


Figura 7.3 – Dendrograma obtido pela análise de agrupamento para 37 elementos.  
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

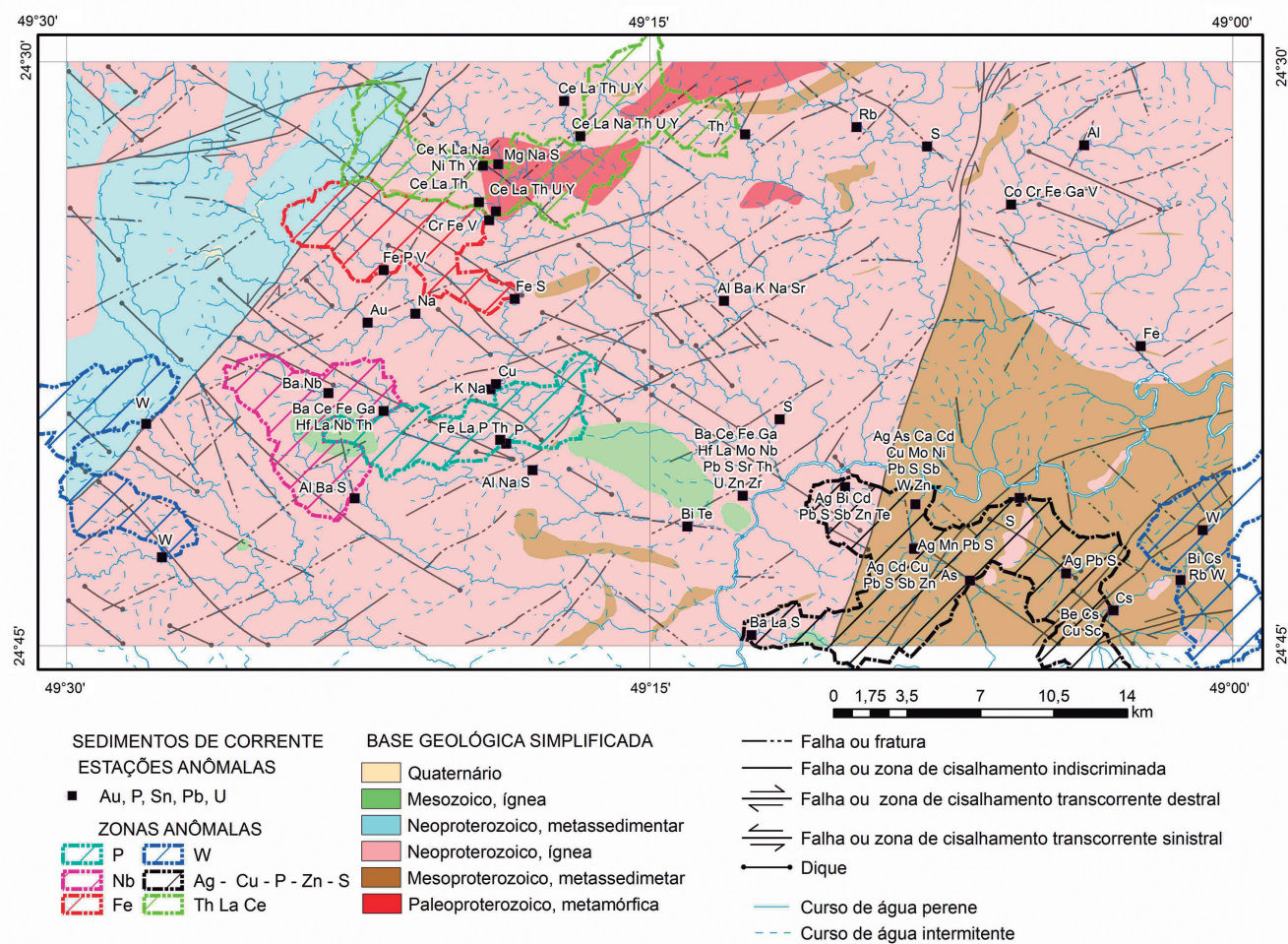


Figura 7.4 – Mapa de anomalias geoquímicas. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.  
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

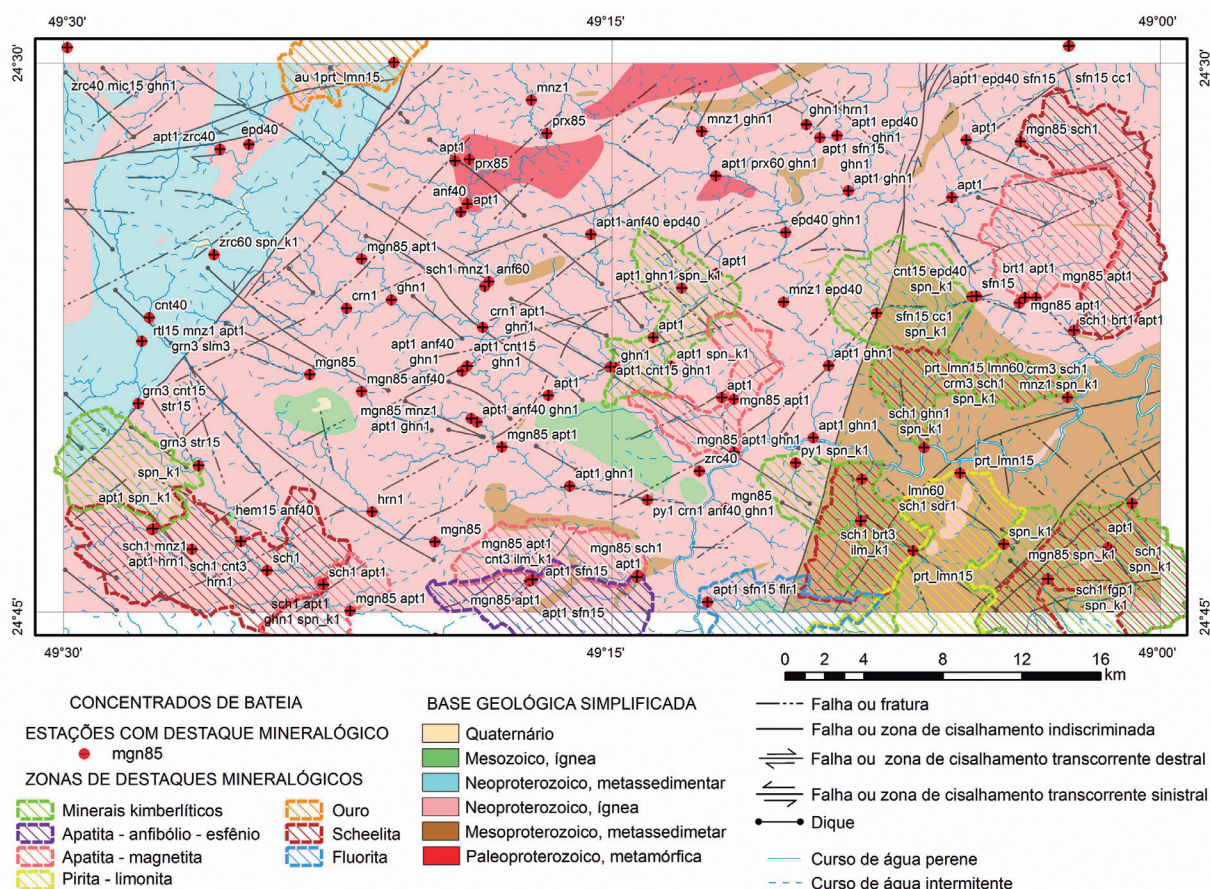


Figura 7.5 – Mapa de distribuição dos indícios mineralógicos. Sistema de coordenadas GCS WGS 1984.  
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Mineral	Número de Amostras nas Classes de Frequência					
	< 1%	1-5 %	5-25 %	25-50 %	50-75 %	75-100 %
Ouro (pepita < 0,5 mm)	2	0	0	0	0	0
Pirita	4	0	0	0	0	0
Pirita-Limonita	179	8	9	0	0	0
Magnetita	2	12	68	66	58	22
Hematita	66	3	2	0	0	0
Ilmenita	17	21	122	51	12	3
Limonita	53	52	93	21	3	1
Rutilo	170	4	3	0	0	0
Cromita	65	2	0	0	0	0
Anatásio	65	0	0	0	0	0
Coríndon	3	0	0	0	0	0
Scheelita	27	0	0	0	0	0
Barita	3	1	0	0	0	0
Monazita	11	0	0	0	0	0
Xenotímio	12	0	1	0	0	0
Apatita	87	0	0	0	0	0
Zircão	110	49	61	4	1	0
Granada	164	3	0	0	0	0
Piroxênio	84	30	75	23	2	2
Anfibólio	59	35	76	12	3	0
Turmalina	159	14	25	1	0	0
Cianita	106	2	5	1	0	0
Estaurolita	83	0	2	0	0	0
Silimanita	10	1	0	0	0	0
Epídoto	74	46	81	9	0	0
Esfênio	98	21	25	0	0	0
Micas	183	13	6	0	0	0
Goetita	37	0	0	0	0	0
Flogopita	1	0	0	0	0	0
Siderita	3	0	0	0	0	0
Fluorita	4	0	0	0	0	0
Ganita	25	0	0	0	0	0
Calcita	2	0	0	0	0	0
Hornblenda	4	0	0	0	0	0
Espinélio Kimberlítico	25	0	0	0	0	0
Ilmenita Kimberlítica	3	0	0	0	0	0
Granada Kimberlítica	1	0	0	0	0	0

Quadro 7.6 – Distribuição dos minerais das amostras de concentrado de bateia.  
Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Número de Campo	Amostra	Latitude	Longitude	Índices
SE159	IBZ940	-24,663	-49,311	apt1 anf40 ghn1
SE038	IBZ966	-24,651	-49,279	apt1
RB149	IBZ977	-24,675	-49,300	mgn85 apt1
RB155	IBZ978	-24,662	-49,314	mgn85 mnz1 apt1 ghn1
RB164	IBZ980	-24,638	-49,251	apt1 cnt15 ghn1
RB220	IBZ982	-24,532	-49,280	prx85
RB198	IBZ984	-24,578	-49,260	apt1 anf40 epd40
RB185	IBZ985	-24,601	-49,308	anf60
RB190	IBZ986	-24,599	-49,306	sch1 mnz1
RB226	IBZ987	-24,517	-49,287	mnz1
RB148	IBZ988	-24,693	-49,269	apt1 ghn1
RB161	IBZ989	-24,649	-49,364	mgn85 anf40
RB166	IBZ990	-24,640	-49,318	apt1 anf40 ghn1
RB172	IBZ991	-24,638	-49,316	apt1 cnt15 ghn1
RB214	IBZ992	-24,544	-49,315	prx85
RB211	IBZ993	-24,544	-49,322	apt1
RB197	IBZ995	-24,568	-49,319	apt1
RB203	IBZ996	-24,564	-49,316	anf40
RB195	IBZ997	-24,589	-49,364	mgn85 apt1
RB178	IBZ998	-24,608	-49,350	ghn1
RB174	ICA001	-24,620	-49,309	crn1 apt1 ghn1
RB182	ICA002	-24,612	-49,371	crn1
RB206	ICA004	-24,539	-49,429	apt1 zrc40
RB217	ICA005	-24,537	-49,416	epd40
SE123	ICA917	-24,736	-49,287	apt1 sfn15
SE132	ICA918	-24,735	-49,286	mgn85 apt1 cnt3 ilm_k1
SE143	ICA919	-24,704	-49,359	hrn1
SE150	ICA922	-24,683	-49,439	spn_k1
SE156	ICA923	-24,683	-49,438	grn3 str15
SE129	ICA924	-24,731	-49,407	sch1
SE142	ICA925	-24,718	-49,419	hem15 anf40
SE121	ICA926	-24,749	-49,369	mgn85 apt1
SE138	ICA928	-24,718	-49,331	mgn85
SE137	ICA930	-24,712	-49,460	sch1 cnt3 hrn1
SE125	ICA931	-24,721	-49,441	sch1 mnz1 apt1 hrn1
SE147	ICA932	-24,712	-49,459	apt1 spn_k1
SE128	ICA937	-24,738	-49,381	sch1 apt1
RB179	ICA950	-24,627	-49,464	rtl15 mnz1 apt1 grn3 slm3
RB181	ICA951	-24,616	-49,461	cnt40
RB192	ICA953	-24,587	-49,431	zrc60 spn_k1
RB218	ICA956	-24,493	-49,498	zrc40 mic15 ghn1
RB227	ICA958	-24,500	-49,349	au 1 prt_lmn15
SE165	ICB013	-24,642	-49,388	mgn85
SE162	ICB017	-24,655	-49,466	grn3 cnt15 str15
RB127	IBY937	-24,721	-49,024	sch1 spn_k1
RB134	IBY938	-24,700	-49,013	sch1 apt1 spn_k1
RB158	IBY940	-24,652	-49,042	crm3 sch1 mnz1 spn_k1

RB168	IBY941	-24,638	-49,223	apt1 spn_k1
RB171	IBY943	-24,609	-49,064	brt1 apt1
RB176	IBY944	-24,606	-49,086	cnt15 epd40 spn_k1
RB180	IBY945	-24,625	-49,231	apt1
RB183	IBY946	-24,614	-49,129	sfn15 cc1 spn_k1
RB186	IBY947	-24,609	-49,172	mnz1 epd40
RB187	IBY948	-24,622	-49,039	sch1 brt1 apt1
RB191	IBY949	-24,607	-49,057	mgn85 apt1
RB193	IBY950	-24,607	-49,062	mgn85 apt1
RB194	IBY951	-24,606	-49,084	sfn15
RB201	IBY953	-24,577	-49,171	epd40 ghn1
RB202	IBY954	-24,558	-49,142	apt1 ghn1
RB207	IBY955	-24,551	-49,203	apt1 prx60 ghn1
RB209	IBY956	-24,534	-49,155	apt1 sfn15 ghn1
RB212	IBY957	-24,535	-49,088	apt1
RB219	IBY958	-24,533	-49,147	apt1 epd40 ghn1
RB222	IBY959	-24,492	-49,041	apt1 epd40 sfn15
RB223	IBY960	-24,492	-49,042	sfn15 cc1
RB224	IBY961	-24,528	-49,161	ghn1 hrn1
SE116	IBZ395	-24,735	-49,051	mgn85 spn_k1
SE114	IBZ396	-24,735	-49,051	sch1 fgp1 spn_k1
SE122	IBZ397	-24,722	-49,022	sch1 spn_k1
SE124	IBZ398	-24,722	-49,113	prt_lmn15
SE130	IBZ399	-24,708	-49,136	sch1 brt3 ilm_k1
SE126	IBZ400	-24,708	-49,137	lmn60 sch1 sdr1
SE131	IBZ405	-24,719	-49,071	spn_k1
SE157	IBZ406	-24,671	-49,158	apt1 ghn1
SE160	IBZ407	-24,675	-49,108	prt_lmn15 lmn60 crm3 sch1 spn_k1
SE163	IBZ408	-24,652	-49,200	apt1
SE167	IBZ409	-24,653	-49,194	mgn85 apt1
SE154	IBZ410	-24,677	-49,194	mgn85 apt1 ghn1
RB205	IBZ979	-24,561	-49,095	apt1
RB141	IBZ981	-24,689	-49,136	sch1 ghn1 spn_k1
RB169	ICA006	-24,638	-49,151	apt1 ghn1
RB152	ICA007	-24,686	-49,210	zrc40
RB189	ICA952	-24,596	-49,202	apt1
SE133	ICB011	-24,733	-49,238	mgn85 sch1 apt1
SE119	ICB012	-24,734	-49,239	apt1 sfn15
SE120	ICB015	-24,745	-49,206	apt1 sfn15 flr1
RB135	ICB594	-24,703	-49,198	mgn85
RB144	ICB596	-24,682	-49,166	py1 spn_k1
RB146	ICB597	-24,699	-49,234	py1 crn1 anf40 ghn1

Quadro 7.7 – Principais indícios minerais de interesse econômico e geológico.

Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Nota: Anf: anfibólio; apt: apatita; brt: barita; cc: calcita; cnt: cianita; crn: coríndon; crm: cromita; epd: epídoto; sfn: esfênio; spn\_k: espinélio kimberlítico; str: estaurolita; fgp: flogopita; flr: fluorita; ghn: gahnita, grn: granada; hem: hematita; hrn: hornblenda; ilm: ilmenita; ilm\_k: ilmenita kimberlítica; mgn: magnetita; mic: mica; mnz: monazita; py: pirita; prx: piroxênio; rtl: rutilo; sch: scheelita; sdr: siderita; slm: silimanita; zrc: zircão.



### 7.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da análise do mapa geoquímico e dos cartogramas de distribuição, algumas conclusões podem ser admitidas para as folhas Vila Branca e Ribeira:

- Anomalias pontuais e zonas anômalas de P estão associadas a corpos alcalinos ou básicos mesozoicos, que cortam os terrenos graníticos neoproterozoicos. A apatita, principal mineral de fosfato, foi encontrada em diversas amostras de concentrado, estando associada à magnetita em apenas 11 amostras nos domínios do Granito Cerro Azul.
- Zonas anômalas de W e scheelita ocorrem associadas aos corpos graníticos: Granito Varginha (scheelita, W), Granito Barra do Chapéu (scheelita) e Granito Cerro Azul (scheelita). Na região da Zona de Cisalhamento Itapirapuã, tanto no Granito Cerro Azul como nas rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca ocorrem zonas anômalas de W.
- Anomalias de Nb estão associadas a corpos alcalinos, principalmente à Suíte Alcalina Bahadão.
- Anomalias de Th, U, La e Ce sugerem presença de granitoides especializados. Anomalias de La e Ce também estão associadas a corpos alcalinos.
- Anomalias de Pb-Zn-Ag estão associadas à presença de sulfetos em metacalcários mesoproterozoicos das formações Água Clara e Mina de Furnas (Grupo Lajeado).
- Indícios de ouro foram encontrados próximo ao contato entre o Grupo Itaiacoca e o Granito Cerro Azul (Zona de Cisalhamento Itapirapuã).
- Em zonas anômalas de elementos de elevado interesse econômico, como P, Au, ETR e Pb-Zn, é recomendado o adensamento da amostragem, concentrado nas ocorrências minerais e no centro das zonas anômalas. No caso da anomalia de ouro, sugere-se um estudo dos possíveis litotipos associados à ocorrência nas frações pesadas dos concentrados de bateia.

## 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento geológico efetuado na escala 1:50.000, que integrou novos dados coletados (petrografia, litogeoquímica e geoquímica prospectiva), levantamento aerogeofísico, informações disponíveis na literatura recente e projetos prévios da CPRM/SGB, permitiu a atualização e o detalhamento das relações tectonoestratigráficas entre as unidades presentes nas folhas Vila Branca e Ribeira.

As rochas da região inserem-se no Terreno Apiaí, situado na porção meridional do Cinturão Ribeira (Província Mantiqueira). Trata-se de relictos do embasamento paleoproterozoico (Complexo Apiaí-Mirim), unidades de rochas metassedimentares mesoproterozoicas e neoproterozoicas do Supergrupo Açungui (Formação Água Clara e grupos Votuverava, Lajeado e Itaiacoca) e rochas granitoides e básicas neoproterozoicas (Intrusivas básicas de Carumbé, suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga e Granito Varginha), além de diques básicos jurocretáceos e intrusivas alcalinas cretáceas.

Os relictos do embasamento paleoproterozoico correspondem a corpos de hornblenda-biotita-gnaise migmatizado da unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim, que ocorrem em contato com o Granito Cerro Azul (Suíte Granítica Três Córregos).

A Formação Água Clara é constituída por rochas de médio grau metamórfico ( fácies anfíbolito) subdivididas neste projeto em três litofácies: de xistos, composta, principalmente, por micaxisto e filito e, subordinadamente, rochas calcissilicáticas e lentes de quartzito; carbonática, com metacalcários calcítico e dolomítico e metamargas que, frequentemente, apresentam sulfetos disseminados; de anfíbolito. Idades U-Pb em zircão de anfíbolito de 1600 a 1500 Ma são consideradas como período de deposição da formação.

O Grupo Votuverava (1500 a 1400 Ma) é de pequena expressão na área e é representado pela litofácies de micaxisto, composta por xisto, filito e raras ocorrências de quartzito.

O Grupo Lajeado, com idade de deposição estimada entre 1400 e 880 Ma, é constituído por uma sequência de rochas carbonáticas e siliciclásticas dispostas alternadamente e metamorfizadas na fácies xisto-verde inferior. Na área de estudo foram mapeadas cinco formações: Betari, representada pela litofácies de xisto (quartzo-sericita-xisto e clorita-quartzo-xisto); Bairro da Serra, composta por metacalcário; Água Suja, composta, principalmente, por filito e

xisto e, subordinadamente, lentes de quartzito e metaconglomerado e intercalações de metacalcário; Mina de Furnas, na qual predomina metacalcário e, subordinadamente, intercalações de metapelitos (filito, sericita-xisto e quartzo-sericita-xisto); Serra da Boa Vista, composta por quartzito puro e impuro com intercalações de filito, metaconglomerado e metacalcário.

Nos pacotes carbonáticos são comuns ocorrências de sulfetos disseminados e em fraturas, que caracterizam mineralizações de chumbo do tipo Panelas.

O Grupo Itaiacoca é formado por rochas de baixo grau metamórfico (fácies xisto-verde), subdivididas em uma sequência inferior de metacalcário e metapelitos com idade de 1030 a 908 Ma (formações Bairro dos Campos, Serra dos Macacos e Água Nova) e uma sequência superior de metarenito e xisto feldspático de 645 a 628 Ma (Formação Abapã).

Na base da sequência inferior, a Formação Bairro dos Campos é composta, predominantemente, por metacalcário dolomítico (subordinadamente, calcítico) intercalado com metamarga e quartzito feldspático. Localmente, são observados estromatólitos colunares cônicos classificados como *Conophyton garganicum*. A Formação Serra dos Macacos, de pequena expressão, é constituída por quartzito puro. A Formação Água Nova, no topo, é composta por filito com intercalações de metacalcário dolomítico. A Formação Abapã é constituída pelas litofácies de metarenito (metarenito feldspático) e de xisto (xisto feldspático).

O magmatismo neoproterozoico é representado por rochas granitoides ediacaranas e intrusivas básicas de Carumbé, que correspondem a pequenos corpos de metabasitos (por vezes, não metamorfizados) intrusivos no Grupo Lajeado e, possivelmente, de idade toniana.

As suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga (650 a 590 Ma) são compostas por granitoides de tipologia I e linhagem calcialcalina de alto K provenientes de arco magmático.

A Suíte Granítica Três Córregos é dividida em duas unidades: Granito Cerro Azul, corpo de maior expressão na área mapeada, e Granito Barra do Chapéu. O Granito Cerro Azul é bastante heterogêneo, com composições quartzomonzonítica (predominante), monzogranítica, granodiorítica, sienogranítica e raramente diorítica, e texturas porfírica com fe-

nocristais de feldspato potássico (predominante) e inequigranular seriada. Já o Granito Barra do Chapéu apresenta composição monzogranítica a monzodiorítica e textura porfirítica.

A Suíte Granítica Cunhaporanga é dividida em três unidades: Granito Santa Rita, de composição monzosa sienogranítica e textura porfirítica (com fenocristais de feldspato potássico); granitos Ouro Verde e Vila Branca, de composição monzogranítica e textura fanerítica equigranular a inequigranular.

O Granito Varginha, que ocorre em parte na Folha Ribeira, é um *stock* de tipologia A, proveniência de ambiente tardi- a pós-colisional e idade de 603 Ma.

O magmatismo mesozoico ocorre associado ao Arco de Ponta Grossa e se distribui preferencialmente em sua direção (NW-SE). Trata-se de diques de diabásio de idade jurocretácea e *plugs* (subordinadamente, diques) de rochas alcalinas de idade cretácea (130 a 66 Ma). As ocorrências alcalinas compreendem o Carbonatito Barra do Itapirapuã (predomínio de carbonatito e, subordinadamente, sienito), a Suíte Alcalina Banhadão (nefelina-sienito, melteigito e, subordinadamente, diques de fonólito), o Nefelina-Sienito Itapirapuã (nefelina-sienito e, subordinadamente, melteigito, malignito e diques de tinguaito), o Fonólito Barra do Teixeira e a Suíte Alcalina Mato Preto (predominantemente, carbonatito; subordinadamente, fonólito e sienito).

No contexto estrutural, as feições mais destacadas são as zonas de cisalhamento Itapirapuã, Morro Agudo, Quarenta-Oitava e Ribeira, de direção geral NE-SW. Essas zonas delimitam tectonicamente diversas unidades na área mapeada. A Zona de Cisalhamento Itapirapuã separa o Granito Cerro Azul do Grupo Itaiacoca e a Zona de Cisalhamento Morro Agudo separa esse mesmo corpo granitoide da Formação Água Clara e do Granito Barra do Chapéu. A Zona de Cisalhamento Quarenta-Oitava delimita o contato entre a Formação Água Clara e o Grupo Lajeado e a Zona de Cisalhamento Ribeira, o contato entre os grupos Lajeado e Votuverava.

As rochas metassedimentares da Formação Água Clara e dos grupos Lajeado e Itaiacoca estão estrutu-

radas em dobras antiformes e sinformes, fechadas a isoclinais, com caimentos normais e invertidos.

Os principais recursos minerais presentes na área mapeada encontram-se associados aos metacalcários e correspondem a: mineralizações de chumbo e prata nas formações Água Clara e Mina de Furnas, incluindo minas inativas e ativas; mármore para uso como rocha ornamental na Formação Bairro dos Campos, com duas minas ativas localizadas próximo à zona urbana do município de Doutor Ulysses (PR); lavra ativa de calcário para produção de cimento na Formação Mina de Furnas; e lavra ativa de calcita na Formação Água Clara.

Destaca-se o elevado potencial econômico das ocorrências alcalinas, dentre os quais a presença de anomalias pontuais e zonas anômalas de P observadas em sedimentos de corrente, mineralização de elementos terras-raras em chapéu de ferro no Carbonatito Barra do Itapirapuã e as substâncias atualmente em exploração: flúor em carbonatito da Suíte Alcalina Mato Preto; ferro (magnetita) no Nefelina-Sienito Itapirapuã; e sienito para uso como rocha ornamental na Suíte Alcalina Banhadão.

Em relação ao extenso volume de granitoides na área, foram registradas, predominantemente, pequenas lavras de saibro e areia, materiais utilizados na construção civil. Contudo, os resultados de geoquímica prospectiva apontam anomalias de W e scheelita, Th, U, La e Ce nesses corpos.

Para trabalhos que venham a ser desenvolvidos nas folhas Vila Branca e Ribeira, recomenda-se:

- Detalhamento litogeoquímico e petrográfico do Granito Cerro Azul, associado a mapas aerogeofísicos de composição ternária dos elementos K, U e Th, para possível individualização e representação em mapa das fácies do corpo.
- Adensamento de amostragem para análise de concentrados de bateia e sedimentos de corrente em zonas anômalas.
- Detalhamento químico e mineralógico das ocorrências alcalinas para avaliação de potencial econômico.

## 9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGARTE J.P.; DAITX, E.C.; CUNHA, H.C. das; CAVALCANTE, J.C.; YAMAMOTO, K.; KAEFER, L.Q.; CHIEREGATI, L.A. **Projeto sudeste do estado de São Paulo**: folha Itararé (SG.22-X-B) – mapa geológico. São Paulo: DNPM/CPRM, 1972.
- ALGARTE, J.P. A influência dos arqueamentos cratônicos no condicionamento das alcalinas dos estados de São Paulo e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1972. p. 65-69. v. 1.
- ALGARTE, J.P.; CUNHA, H.C.S.; DAITX, B.C. et al. **Projeto sudeste do estado de São Paulo**: folha Itararé (SG.22-X-B) – relatório geológico final. São Paulo: DNPM/CPRM, 1974. 4 v.
- ALMEIDA, F.F.M. de. *Collenia itapevensis* sp. n.: um fóssil pré-cambriano do estado de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (Geologia)**, São Paulo, v. XLV, n. 1, p. 89-106, 1944.
- ALMEIDA, F.F.M. de. Novas ocorrências de fósseis no pré-cambriano brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 29, p. 63-72, 1957.
- ALMEIDA, F.F.M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of the Amazonas river. In: NAIRN, A.E.M.; STILLE, F.G. (Ed.). **The ocean basin and margins**. New York: Plenum, 1973. v. 1, p. 411-446.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Science Review**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 1-29, 1981.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Atas...** Campina Grande: SBG, 1977. 499 p. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 6). p. 363-391.
- ANDRADE, F.R.D.; MÖLLER, P.; LÜDERS, V.; DULSKI, P.; GILG, H.A. Hydrothermal REE mineralization in the Barra do Itapirapuã carbonatite, southern Brazil: behavior of selected trace elements and stable isotopes (C, O, S). **Chemical Geology**, Amsterdam, v. 155, n. 1-2, p. 91-113, 1999.
- ANDRADE, S.M.; SOARES, P.C. **Geologia de semidetalhe do centro-leste do Paraná**. Ponta Grossa: PETROBRAS/DESUL-SEGES, 1971. Relatório 400.
- BARBOSA, O. A chamada série Ribeira. **Mineração e Metalurgia**, São Paulo, v. 13, n. 79, p. 187-189, 1948.
- BARBOSA, O. **Geologia e petrologia na região de Apiaí, estado de São Paulo**. São Paulo, 1941. Tese para Concurso para a Cadeira de Geologia Econômica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- BARBOUR, A.P.; BRITO NEVES, B.B.; MEDEIROS, R.A. Algumas implicações tectônicas na gênese das mineralizações sulfetadas do tipo Pannels no Vale do Ribeira, SP, PR. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 20, p. 46-54, 1990.
- BASEI, M.A.S., SIGA JUNIOR, O.; MACHIAVELLI, A.; MANCINI, F. Evolução tectônica dos terrenos entre os cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR-SC). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 216-221, jun. 1992.
- BASEI, M.A.S.; SIGA JUNIOR, O.; KAULFUSS, G.A.; CORDEIRO, H.; NUTMAN, A.; SATO, K.; CURY, L.F.; PRAZERES FILHO, H.J.; PASSARELLI, C.R.; HARARA, O.M.; REIS NETO, J.M.; WEBER, W. Geochronology and isotope geochemistry of Votuverava and Perau Mesoproterozoic basins, Southern Ribeira Belt, Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4., 2003, Salvador. **Short Papers...** Salvador: CBPM, 2003. p. 501-504.
- BATOLLA JÚNIOR, F. et al. **Projeto Leste do Paraná**: folha Cerro Azul (SG.22-X-B-IV). São Paulo. DNPM/CPRM, 1977. Relatório final. 2 v. v. 1.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Contribuição à geologia da região sul da série Açungui (estado do Paraná). **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 29, p. 1-14, 1958a.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares da série Açungui. VIII – A formação Votuverava. **Boletim do Instituto de História Natural. Geologia**, Curitiba, n. 2, p. 1-6, 1958b.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na série Açungui. V – Estruturas organógenas nos dolomitos da formação Capiru (estado do Paraná). **Dusenía**, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 317-323, 1956a.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na série Açungui. VII – Algumas estruturas singenéticas nos dolomitos da formação Capiru. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 11, p. 197-205, 1956b.

- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 23, n. 25, p. 1-347, 1967.
- BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P. **Geologia das folhas Barra do Barra do Chapéu (SG.22-X-B-I-4) e Araçaíba (SG.22-X-F-II-3), estados de São Paulo e Paraná**. São Paulo: IPT/PROMINÉRIO, 1985. 3 v. Relatório 22.150.
- BOYNTON, W.V. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: HENDERSON, P. (Ed.). **Rare earth element geochemistry**. Amsterdam: Elsevier, 1984. p. 63-114.
- BRITO NEVES, B.B.; CAMPOS NETO, M.C.; FUCK, R.A. From Rodinia to western Gondwana: an approach to the Brasiliano-Pan African cycle and orogenic collage. **Episodes**, Beijing, v. 22, p. 155-166, 1999.
- CALTABELOTI, F.P. **Alojamento e deformação de plútons graníticos da extremidade nordeste da suíte intrusiva Cunhaporanga (domínio Apiaí, faixa Ribeira)**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- CAMPANHA, G.A.C. et al. U-Pb SHRIMP and Sm-Nd analysis for Ribeira Belt Mesoproterozoic and Neoproterozoic terranes. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 6., 2008, San Carlos de Bariloche. **Short Paper...** Buenos Aires: Ingeis, 2008b.
- CAMPANHA, G.A.C. **O papel do sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes na configuração da porção meridional da faixa Ribeira**. 2002. 105 f. Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- CAMPANHA, G.A.C. **Tectônica proterozoica no alto e médio vale do Ribeira, estados de São Paulo e Paraná**. 1991. 296 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- CAMPANHA, G.A.C.; BASEI, M.A.S.; FALEIROS, F.M.; TASSINARI, C.C.G.; NUTMAN, A.P.; VASCONCELOS, P.M.; DANTAS, E.L. Geocronologia do terreno Apiaí no sul do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO 45 ANOS DE GEOCRONOLOGIA NO BRASIL, 2009, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos...** São Paulo: IGc-USP, 2009. p. 220-221.
- CAMPANHA, G.A.C.; BASEI, M.S.; TASSINARI, C.C.G.; NUTMAN A.P.; FALEIROS, F.M. Constraining the age of the Iporanga formation with SHRIMP U-Pb zircon: implications for possible Ediacaran glaciation in the Ribeira belt, SE Brazil. **Gondwana Research**, v. 13, n. 1, p. 117-125, 2008a.
- CAMPANHA, G.A.C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da faixa de dobramentos Apiaí. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1987. **Atas...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1987. v. 2, p. 725-742.
- CAMPANHA, G.A.C.; BRITO NEVES, B.B. Frontal and oblique tectonics in the Brazilian shield. **Episodes**, Beijing, v. 27, p. 255-259, 2004.
- CAMPANHA, G.A.C.; FALEIROS, F.M. Neoproterozoic terrane collage in the southern and central Ribeira belt, Brazil. In: CONFERENCE: GEOLOGICAL AND BIOLOGICAL HERITAGE OF GONDWANA, 12., 2005, Mendoza. **Abstracts...** Mendoza: National Academy of Sciences, 2005. v. 1, p. 81.
- CAMPANHA, G.A.C.; GIMENEZ Filho, A.; CAETANO, S.L.V.; PIRES, F.A.; DANTAS, A.S.L.; TEIXEIRA, A.L.; DEHIRA, L.K. **Geologia das folhas Iporanga (SG-22-X-B-V-2) e Gruta do Diabo (SG-22-X-B-VI-1), estado de São Paulo**. São Paulo: IPT/PROMINÉRIO, 1985. Relatório 22.352
- CAMPANHA, G.A.C.; GIMENEZ FILHO, A.; CAETANO, S.L.V.; PIRES, F.A.; DANTAS, A.S.L.; TEIXEIRA, AL.; DEHIRA, L.F. Geologia e estratigrafia da região das folhas Iporanga e Gruta do Diabo, Vale do Ribeira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34., Goiânia, 1986. **Anais...** Goiânia: SBG, 1986. v. 2. p. 1058-1073.
- CAMPANHA, G.A.C.; SADOWSKI, G.R. Tectonics of the southern portion of the Ribeira belt (Apiaí domain). **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 98, p. 31-51, 1999.
- CARVALHO, P.I.; PINTO, E.A. Reconhecimento geológico da série Assunguy, Brasil. **Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico**, Rio de Janeiro, n. 71, 1937.
- CHIODI FILHO, C.; TAKAHASHI, A.T.; SILVA, C.R. da; FERREIRA, J.C.G. **Projeto Capão Bonito**. São Paulo: CPRM, 1983. Relatório final. v. 1. 121 p.
- CONEY, P.J.; JONES, D.L.; MONGER, J.W.H. Cordilleran suspect terranes. **Nature**, London, v. 288, p. 329-333, 1980.
- CORDANI, U.G.; HASUI, Y. Idades K-Ar de rochas alcalinas do primeiro planalto do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., 1968, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1968. v. 1. p. 149-153.
- COX, K.G.; BELL, J.D.; PANKHURST, R.J. **The interpretation of igneous rocks**. London: George Allen & Unwin, 1979.
- CPRM. **Projeto aerogeofísico Paraná-Santa Catarina**: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos.

- Rio de Janeiro: Lasa Prospecções, 2011. v. 1. 88 f. Programa Geologia do Brasil (PGB).
- CURY, L.F.; KAULFUSS, G.A.; SIGA JUNIOR, O.; BASEI, M.A.S.; HARARA, O.M.; SATO, K. Idades U-Pb (zircões) de 1.75 Ga em granitoides alcalinos deformados dos núcleos Betara e Tigre: evidências de regimes extensionais do Estateriano na faixa Apiaí. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 2, p. 95-108, 2002.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANDCLAUDE, P.; MARCHAL, M. A classification of volcanic and plutonic rocks using  $R_1R_2$  diagram and major element analyses: its relationships with current nomenclature. **Chemical Geology**, v. 29, p. 183-210, 1980.
- DERBY, O.A. Geologia da região diamantífera da província do Paraná no Brasil. **Arq. Mus. Nac.**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 89-96, 1878.
- DNPM. Sistema de Informações Geográficas da Mineração. **Shapefiles das áreas dos processos minerários dos estados de São Paulo e Paraná**. Atualização em: 03 set. 2012. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>>. Acesso em: 03 set. 2012.
- FAIRCHILD, T.R. Conophyton and other columnar stromatolites from the upper Precambrian Açungui group near Itapeva, SP, Brazil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1., 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1977. p. 179-198.
- FAIRCHILD, T.R. New stromatolites from the upper Precambrian Açungui group, eastern Paraná, Brazil, and their potential stratigraphic use. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 13, p. 43-50, 1982.
- FAIRCHILD, T.R.; SALLUN FILHO, W. *Collenia itapevensis*, o primeiro fóssil pré-cambriano brasileiro e sua importância no estudo de estromatólitos no Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. de (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 177-186.
- FALEIROS, F.M. **Estratigrafia e tectônica de parte do subgrupo Lajeado, Iporanga, SP**. 2000. 41 p. Monografia (Bacharelado em Geologia, Ciências da Terra) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- FALEIROS, F.M. **Evolução de terrenos tectonometamórficos da Serrania do Ribeira e Planalto Alto Turvo (SP, PR)**. 2008. 306 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- FALEIROS, F.M. **Zona de cisalhamento Ribeira: deformação, metamorfismo e termobarometria de veios sintectônicos**. 2003. 143 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- FALEIROS, F.M.; CAMPANHA, G.A.C.; BELLO, R.M.S.; FUZIKAWA, K. Quartz recrystallization regimes, c-axis texture transitions and fluid inclusion reequilibration in a prograde greenschist to amphibolite facies mylonite zone (Ribeira shear zone, SE Brazil). **Tectonophysics**, Amsterdam, v. 485, n. 1-4, p. 193-214, abr. 2010.
- FALEIROS, F.M.; CAMPANHA, G.A.C.; MARTINS, L.; VLACH, S.R.F.; VASCONCELOS, P.M. Ediacaran high-pressure collision metamorphism and tectonics of the southern Ribeira belt (SE Brazil): evidence for terrane accretion and dispersion during Gondwana assembly. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 189, n. 304, p. 263-291, set. 2011.
- FALEIROS, F.M.; MORAIS, S.M.; COSTA, V.S. **Geologia e recursos minerais da folha Apiaí – SG.22-X-B-V, estados de São Paulo e Paraná, escala 1:100.000**. São Paulo: CPRM, 2012. Programa Geologia do Brasil.
- FASSBINDER, E. **A unidade Água Clara no contexto do grupo Açungui: um modelo transpressivo de colisão oblíqua no Neoproterozoico paranaense**. 1996. 207 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- FERREIRA, F.J.F. et al. Contribuição ao estudo do alinhamento estrutural de Guapiara. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba, 1981. **Anais...** Curitiba: SBG, 1981. v. 3, p. 226-240.
- FIORI, A.P. **Tectônica e estratigrafia do grupo Açungui a norte de Curitiba**. 1990. 246 f. Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- FLEISCHER, R. A pesquisa de chumbo no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29., Ouro Preto, 1976. **Anais...** Ouro Preto: SBG, 1976. v. 1. p. 19-32.
- FRASCÁ, M.H.B.O.; FIGUEIREDO, M.C.H.; ALMEIDA, M.A.; COUTINHO, J.M.V. Petrografia e geoquímica da formação Água Clara, região de Araçáiba, SP. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 21, p. 73-92, 1990.
- FROST, B.R.; BARNES, C.G.; COLLINS, W.J.; ARCULUS, R.J.; ELLIS, D.J.; FROST, C.D. A geochemical classification for granitic rocks. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 42, n. 11, p. 2033-2048, 2001.
- FUCK, R.A.; BRITO NEVES, B.B.; SCHOBENHAUS, C. Rodinia descendants in South America. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 160, p. 108-126, 2008.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E. Contribuição ao estudo das rochas graníticas do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 23-25, p. 183-221, 1967.

- FÚLFARO, V.J. ; SUGUIO, K. Campos de diques de diabásio da bacia do Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 23-37, 1967.
- GIMENEZ FILHO, A.G. **Evolução do complexo Três Córregos a noroeste de Apiaí-SP**. 1993. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- GIMENEZ FILHO, A.G.; JANASI, V.A.; CAMPANHA, G.A.C.; TEIXEIRA, W.; TREVIZOLI Jr., L.E. U-Pb dating and Rb-Sr isotope geochemistry of the eastern portion of the Três Córregos batholith, Ribeira fold belt, São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 45-50, 2000.
- GIMENEZ FILHO, A.G.; TEIXEIRA, W.; FIGUEIREDO, M.C.H.; TREVIZOLI JR, L. Geologia, petrografia e litogeoquímica do complexo granítico Três Córregos na região de Barra do Chapéu e Ribeirão Branco, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 92-106, 1995.
- GOMES, C.B. Petrologia do maciço alcalino de Itapirapuã, SP. **Boletim IAG-USP**, São Paulo, v. 1, p. 87-197, 1970.
- GOMES, C.B.; CORDANI, U.G. Geocronologia do maciço alcalino de Itapirapuã, SP, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 3, p. 497-501, 1965.
- GOMES, C.B.; RUBERTI, E.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; AZZONE, R.G. Alkaline magmatism in the Ponta Grossa Arch, SE Brazil: a review. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 32, n. 2, p. 152-168, 2011.
- GORAIEB, C.L. **Contribuição à gênese do depósito primário polimetálico (Sn, W, ± Zn, Cu, Pb) Córreas, Ribeirão Branco (SP)**. 2001. 215 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- GROHMANN, C.H.; CAMPANHA, G.A.C.; SOARES JÚNIOR, A.V. OpenStereo: um programa livre e multiplataforma para análise de dados estruturais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 13., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: SBG, 2011. p. 26-28.
- GUIMARÃES, G.B. **As rochas granitoides do complexo granítico Cunhaporanga, Paraná: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos**. 2000. 230 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- GUIMARÃES, G.B. **O complexo granítico Cunhaporanga na região de Joaquim Murtinho, Pirai do Sul (PR): caracterização faciológica das rochas granitoides**. 1995. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- HACKSPACHER, P.C.; DANTAS, E.L.; SPOLADORE, Â.; FETTER, A.H.; OLIVEIRA, M.A.F. de. Evidence of Neoproterozoic backarc basin development in the central Ribeira belt, southeastern Brazil: new geochronological and geochemical constraints from the São Roque-Açungui groups. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 110-114, mar. 2000.
- HAMA, M.; ALGARTE, J.P.; PAIVA, I.P.; RODRIGUES, J.C. Idades K/Ar do maciço alcalino do Banhadão e do complexo Bairro da Cruz. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 19., 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1977. v. 1. p. 170-178.
- HARRIS, N.B.W.; PEARCE, J.A.; TINDLE, A.G. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In: COWARD, M.P.; REIS, A.C. (Ed.), **Collision tectonics**. Oxford, Blackwell, 1986. p. 67-81. (Geological Society Special Publication, 19).
- HEILBRON, M.; PEDROSA SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 203-234.
- HOWELL, G.H. **Principles of terranes analysis: new applications for global tectonics**. London: Chapman & Hall, 1995. 245 p.
- IRVINE, T.N.; BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, Ottawa, v. 8, p. 523-548, 1971.
- JANASI, V.A.; LEITE, R.J.; VAN SCHMUS, W.R. U-Pb chronostratigraphy of the granitic magmatism in the Agudos Grandes batholith (west of São Paulo, Brazil): implications for the evolution of the Ribeira belt. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 14, p. 363-376, 2001.
- JONES, D.L.; HOWELL, D.G.; CONEY, P.J.; MONGER, J.W.H. Recognition, character, and analysis of tectonostratigraphic terranes in western North America. In: HASHIMOTO, M.; UYEDA, S. (Ed.). **Accretion tectonics in the circum-Pacific region**. Tokyo: Terra Scientific Publishing Co., 1983. p. 21-35.
- KOPS, P.T. **Geologia das formações Antinha, Votuverava e Água Clara a sudeste do complexo granítico Três Córregos, estado do Paraná**. 1994. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro, 1994.
- KRETZ, R. Symbols for rock-forming minerals. **American Mineralogist**, Denver, v. 68, n. 1-2, p. 277-279, 1983.

- LE BAS, M.J.; LE MAITRE, R.W.; STRECKEISEN, A.; ZANETTIN, B. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 27, p. 745-750, 1986.
- LE MAITRE, R.W. et al. **A classification of igneous rocks and glossary of terms**. Oxford: Blackwell, 1989.
- LEITE, J.L.; JANASI, V.A.; CREASER, A.C.; HEAMAN, L.M. The late to postorogenic transition in the Apiaí domain, SE Brazil: constraints from the petrogenesis of neoproterozoic Agudos Grandes granite batholith. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 23, 213-235. 2007.
- LEONARDOS, O.H. **Nota sobre a geologia do distrito de Iporanga, SP**. Rio de Janeiro: DNPM, 1934. (DNPM. Relatório, 564).
- LEONARDOS, O.H. **Notas petrográficas sobre a série Ribeira do sul do estado de São Paulo**. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras/USP, 1941. p. 7-13. (Boletim, 21, Mineralogia, 4).
- MANIAR, P.D.; PICCOLI, P.M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, v. 101, p. 635-643, 1989.
- MANIESI, V. **Petrologia das rochas anfíbolíticas das regiões de Adrianópolis, Campo Largo e Rio Branco do Sul/PR**. 1997. 215 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro, 1997.
- MANIESI, V.; OLIVEIRA, M.A.F. Petrogênese dos metabasitos com afinidades dos toleitos de fundo oceânico das regiões de Adrianópolis e Campo Largo/PR. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 607-614, 2000.
- MARINI, O.J.; TREIN, E.; FUCK, R.A. O grupo Açungui no estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 23-25, p. 43-104, 1967.
- MARTINS, G.R. Recursos minerais do Ribeira de Iguape. **Mineração e Metalurgia**, São Paulo, v. 3, p. 13, 1938.
- McWILLIAMS, M.O.; HOWELL, D.G. Exotic terranes of western California. **Nature**, London, v. 297, p. 215-217, 1982.
- MMAJ/JICA. **Report on geological survey of Anta Gorda (Phase 1)**. Brasília, DF: Convênio Departamento Nacional de Produção Mineral/Metal Mining Agency of Japan-Japan-International Cooperation Agency, 1981.
- MMAJ/JICA. **Report on geological survey of Anta Gorda (Phase 2)**. Brasília, DF: Convênio Departamento Nacional de Produção Mineral/Metal Mining Agency of Japan-Japan International Cooperation Agency, 1982.
- MMAJ/JICA. **Report on geological survey of Anta Gorda (Phase 3)**. Brasília, DF: Convênio Departamento Nacional de Produção Mineral/Metal Mining Agency of Japan-Japan International Cooperation Agency, 1983.
- MORAES REGO, L.F. de. **Contribuição ao estudo das formações pré-devoneanas de São Paulo**. São Paulo: Instituto Astronômico e Geofísico de São Paulo, 1933. 60 p.
- MORGENTAL, A.; BATOLLA JÚNIOR, F.; PINTO, G.G.; PAIVA, I.P.; DRUMOND, J.B.V. **Projeto Sudelpa: relatório final – geologia**. São Paulo: Convênio SUDELPA/CPRM, 1975. 18 v.
- MORGENTAL, A.; SILVA, A.A.G.P. da; BORIN JR., T.; ALEGRI, V.; OLIVEIRA, P.E.P. de. **Projeto geoquímica no vale do Ribeira: relatório final**. DNPM/CPRM, São Paulo, 1978.
- OLIVEIRA, E.P. Geologia do estado do Paraná. **Bol. Min. Agric. Ind. Com.**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 77-143, 1916.
- OLIVEIRA, E.P. **Geologia e recursos minerais do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1927. 172 p. (Monografia, 6).
- OLIVEIRA, E.P. **Mapa geológico do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1925. Escala 1:1.000.000.
- PEARCE, J.A.; CANN, J.R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace elements analyses. **Earth and Planetary Science Letters**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 290-300, 1973.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, Oxford, v. 25, p. 956-983, 1984.
- PEARCE, T.H.; GORMAN, B.E.; BIRKETT, T.C. The  $TiO_2$ - $K_2O$ - $P_2O_5$  diagram: a method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalts. **Earth Planetary Science Letters**, Amsterdam, v. 24, p. 419-426, 1975.
- PERROTTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; GARCIA, M.G.M.; LACERDA FILHO, J.V. 2005. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: CPRM, 2005. Escala 1:750.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB).
- PETRI, S.; SUGUIO, K. **Sobre os metassedimentos do grupo Açungui do extremo sul do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Serviços e Obras Públicas/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, 1969. p. 1-98.
- PIRES, F.A. Uma nova concepção para os ambientes do grupo Açungui, na região de Iporanga e Apiaí,



- sul de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. v. 2, p. 606-616.
- PRAZERES FILHO, H.J. **Caracterização geológica e petrogenética do batólito granítico Três Córregos (PR-SP): geoquímica isotópica (Nd-Sr-Pb), idades (ID-TIMS/SHRIMP) e  $\delta^{18}\text{O}$  em zircão.** 2005. 207 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PRAZERES FILHO, H.J. **Litogeoquímica, geocronologia (U-Pb) e geologia isotópica dos complexos graníticos Cunhaporanga e Três Córregos, estado do Paraná.** 2000. 180 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- PRAZERES FILHO, H.J.; BASEI, M.A.S.; PASSARELLI, C.R.; HARARA, O.M.; SIGA JUNIOR, O.; CURY, L.F. Granitos anorogênicos estaterianos (1.75 Ga) a norte do batólito Três Córregos, Apiaí-Mirim, São Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 10., 2005, Curitiba. **Boletim de Resumos Expandidos.** Curitiba: SBG/Núcleo PR, 2005. p. 370-373.
- PRAZERES FILHO, H.J.; HARARA, O.M.; BASEI, M.A.S.; PASSARELLI, C.R.; SIGA JÚNIOR., O. Litoquímica, geocronologia U-Pb e geologia isotópica (Sr-Nd-Pb) das rochas graníticas dos batólitos Cunhaporanga e Três Córregos na porção sul do cinturão Ribeira, estado do Paraná. **Geol. USP. Sér. cient.**, São Paulo, v. 3, p. 51-70, ago. 2003.
- RAMSAY, J.G.; HUBER, M.I. **The techniques of modern structural geology.** v. 1: Strain analysis. London: Academic Press, 1983.
- RAMSAY, J.G.; HUBERT, M.I. **The techniques of modern structural geology.** v. 2: Folds and fractures. London: Academic Press, 1987.
- RAPOSO, M.I.B. Episódios intrusivos no arco de Ponta Grossa, determinados através de um estudo paleomagnético. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 3-19, 1995.
- REIS NETO, J.M. **Faixa Itaiacoca:** registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozoico. 1994. 296 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- RIBEIRO, L.M.A.L. **Estudo geológico e geocronológico dos terrenos granito gnáissicos e sequências metavulcanossedimentares da região do Betara, PR.** 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- RODRIGUES, S.W.O.; CALTABELOTI, F.P.; ALMEIDA, V.V.; FERRARI, V.C.; PINTO, L.G.R.; BRUMATTI, M.; TOMITA, S.A.; FALEIROS, F.M. **Geologia e recursos minerais da Folha Itararé - SG.22-X-B-I, estados de São Paulo e Paraná, escala 1:100.000.** São Paulo: CPRM, 2012. 117 p.
- RUBERTI, E. **Petrologia do maciço alcalino do Banhadão, PR.** 1984. 248 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- RUBERTI, E.; AZZONE, R.G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; DE MIN, A.; GOMES, C.B. The Banhadão alkaline complex, southeastern Brazil: source and evolution of potassic  $\text{SiO}_2$ -undersaturated high-Ca and low-Ca magmatic series. **Mineralogy and Petrology**, Viena, v. 104, p. 63-80, 2012.
- RUBERTI, E.; CASTORINA, F.; CENSI, P.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; GOMES, C.B.; ANTONINI, P.; ANDRADE, F.R.D. The geochemistry of the Barra do Itapirapuã carbonatite (Ponta Grossa Arch, Brazil): a multiple stockwork. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 15, n. 2002, p. 215-228, 2002.
- RUBERTI, E.; CASTORINA, R.; CENSI, P.; GOMES, C.B.; SPEZIALE, S.; COMIN-CHIARAMONTI, P. REE-O-C-Sr-Nd systematics in carbonatites from Barra do Itapirapuã and Mato Preto (southern Brazil). In: SOUTH AMERICA SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 1., 1997, Campos do Jordão. **Extended abstracts...** Campos do Jordão: FAPESP/CNPq/CPM, 1997. p. 271-275.
- RUBERTI, E.; GOMES, C.B. O maciço alcalino do Banhadão, PR: geologia e petrografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 9. p. 4400-4412.
- RUBERTI, E.; GOMES, C.B.; COMIN-CHIARAMONTI, P. The alkaline magmatism from the Ponta Grossa Arch. In: COMIN-CHIARAMONTI, P.; GOMES, C.B. (Ed.). **Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian platform.** São Paulo: EDUSP, 2005. p. 473-522.
- SALLUN FILHO, W. **Análise dos estromatólitos do grupo Itaiacoca (Proterozoico), ao sul de Itapeva, SP.** 1999. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- SALLUN FILHO, W.; CAMPANHA, G.A.C.; FAIRCHILD, T.R. Aspectos deformacionais em estromatólitos do grupo Itaiacoca, a sul de Itapeva (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 333-340, 2005.
- SALLUN FILHO, W.; FAIRCHILD, T.R. Estromatólitos do grupo Itaiacoca ao sul de Itapeva, estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira da Paleontologia**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 359-370, 2004.
- SALLUNFILHO, W.; FAIRCHILD, T.R. Estudo comparativo entre estromatólitos do tipo *conophyton* das faixas Ribeira e Brasília. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 26, p. 1-18, 2005.
- SANTOS, R.V.; DARDENNE, M.A. Fluorita de Mato Preto: um caso particular de mineralização de

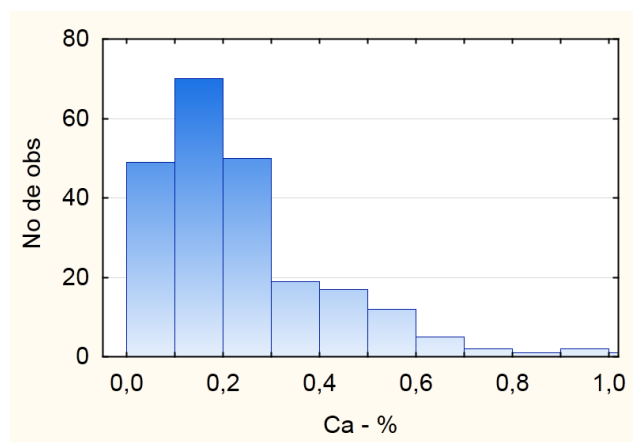
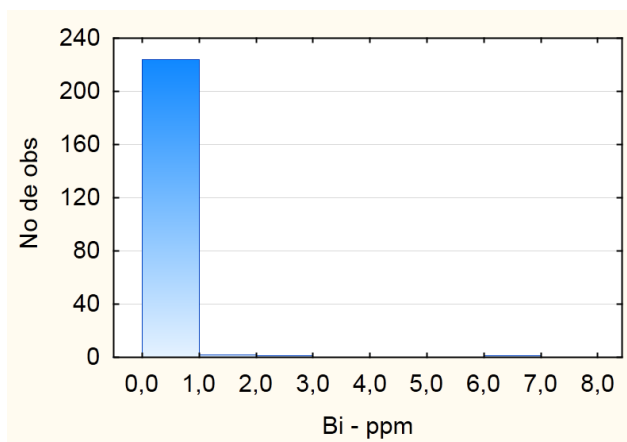
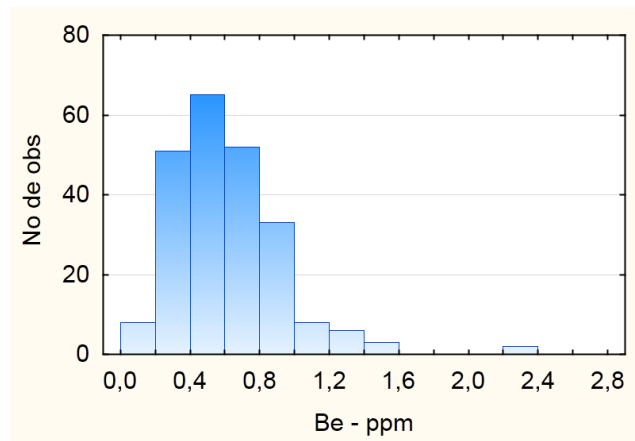
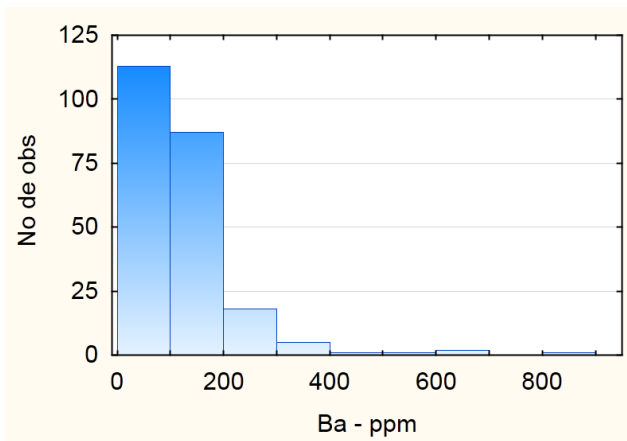
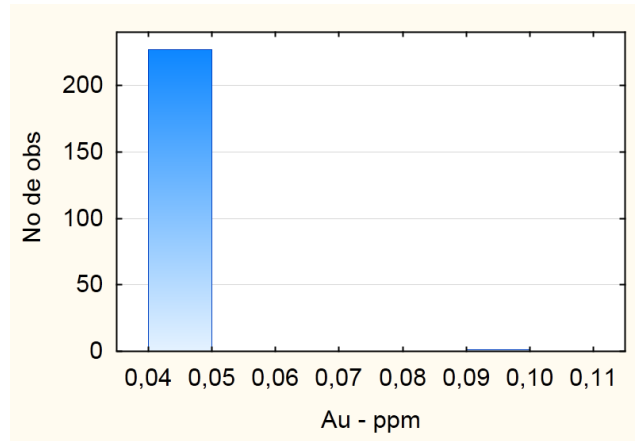
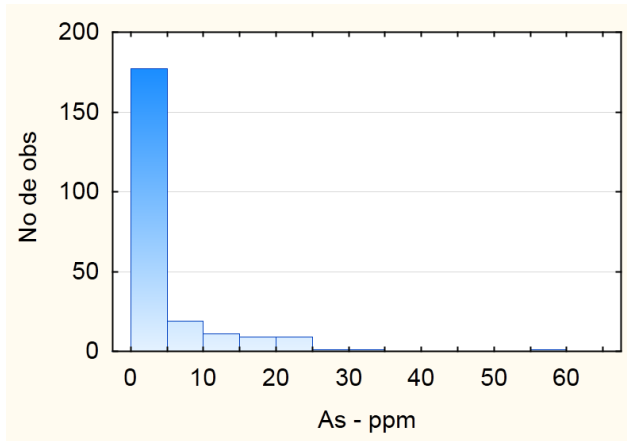
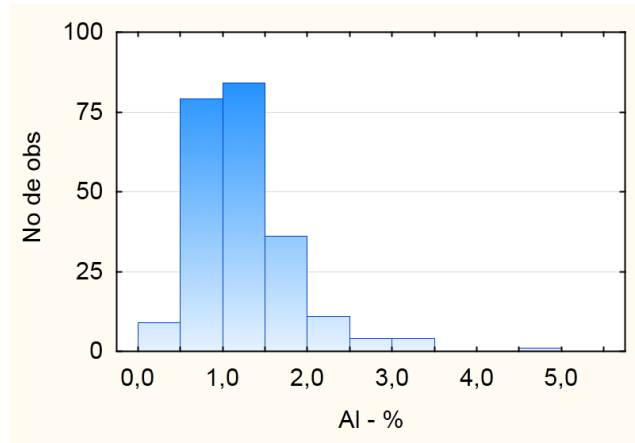
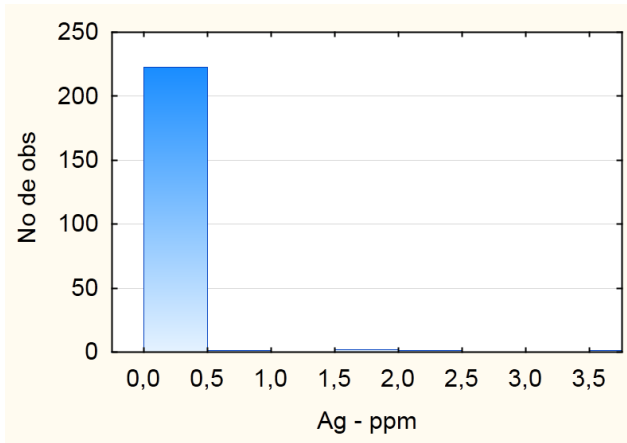
- fluorita associada a complexo alcalino carbonático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. v. 3. p. 1251-1261.
- SANTOS, R.V.; DARDENNE, M.A.; MATSUI, E. Geoquímica de isótopos de carbono e oxigênio dos carbonatitos do complexo alcalino de Mato Preto, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 20, n. 1-4, p. 153-158, mar./dez. 1990.
- SCHOBHENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. **Geologia do Brasil**. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília, DF: DNPM, 1984.
- SIGA JUNIOR, O. **Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina**: geocronologia e evolução crustal. 1995. 212 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- SIGA JUNIOR, O.; BASEI, M.A.S.; PASSARELLI, C.R.; SATO, K.; CURY, L.F.; MCREATH, I. Lower and upper Neoproterozoic magmatic records in Itaiacoca belt (Paraná-Brazil): zircon ages and lithostratigraphy studies. **Gondwana Research**, Osaka, v. 15, p. 197-208, 2009.
- SIGA JUNIOR, O.; BASEI, M.A.S.; SATO, K.; PASSARELLI, C.R.; NUTMAN, A.; MCREATH, I.; PRAZERES FILHO, H.J. Calymmian (1.50-1.45 Ga) magmatic records in Votuverava and Perau sequences, south-southeastern Brazil: zircon ages and Nd-Sr isotopic geochemistry. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 301-308, 2011.
- SIGA JUNIOR, O.; BASEI, M.A.S.; SATO, K.; PRAZERES FILHO, H.J.; CURY, L.F.; WEBER, W.; PASSARELLI, C.R.; HARARA, O.M.; REIS NETO, J.M. U-Pb (zircon) ages of metavolcanic rocks from the Itaiacoca group: tectonic implications. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 3, p. 39-49, 2003.
- SILVA, A.T.S.F. et al. **Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira**: relatório final de integração geológica. São Paulo: DNPM/CPRM, 1981. 15 v.
- SILVA, A.T.S.F. et al. **Projeto Santos-Iguape**: relatório final de geologia. São Paulo: DNPM/CPRM, 1977.
- SILVA, A.T.S.F.; ALGARTE, J.P. Contribuição à geologia da sequência Turvo-Cajati entre o rio Pardo e Pariquera-Açu, estado de São Paulo. I – Litologia e Petrografia. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1981a. v. 1. p. 109-119.
- SILVA, A.T.S.F.; ALGARTE, J.P. Contribuição à geologia da sequência Turvo-Cajati entre o rio Pardo e Pariquera-Açu, estado de São Paulo. II – Estrutura, metamorfismo e evolução geotectônica. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981b, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1981b. v. 1. p. 121-132.
- SILVA, A.T.S.F.; CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D.K.; ALGARTE, J.P. Geologia integrada das folhas Cananéia e Iguape. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978. Recife. **Anais...** Recife: SBG, 1978. v. 1. p. 208-221.
- SILVA, D.C.; FELIPE, R.S.; PONTES, J.P. Notas sobre as ocorrências de fluorita do Vale do Ribeira (PR). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBG, 1981. v. 1, p. 21-35.
- SOARES, P.C. Sequências tectonossedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do escudo paranaense. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. v. 2, p. 743-771.
- SOARES, P.C. Tectônica colisional em torno do bloco Paraná, Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7., Belém, 1988. **Anais...** Belém: SBG, 1988. v. 1, p. 63-79.
- SOUZA, A.P. **Mapa geológico na escala 1:50.000 e esboço de evolução tectônica e sedimentar do grupo Itaiacoca, nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde (SP-PR)**. 1990. 200 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- STRECKEISEN, A. Classification and nomenclature of plutonic rocks. **Geol. Rundsch.**, Berlin, v. 63, p. 773-786, 1974.
- TAKAHASHI, A.T.; FERREIRA, J.C.G.; THEODOROVICZ, A. **Projeto Guapiara**. São Paulo: CPRM, 1984. Relatório final. v. 1.
- TASSINARI C.C.G.; BARBOUR, A.P.; DATTX, E.C.; SATO, K. Aplicação de isótopos de Pb e Sr na determinação da natureza das fontes das mineralizações de chumbo do Vale do Ribeira, SP e PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 36., Natal, 1990. **Anais...** Natal: SBG, 1990. v. 3. p.1254-1266.
- THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M.M.; MORAIS, S.M.; GODOY, H.K.; TAKAHASHI, A.T. **Projeto Engenheiro Maia-Ribeirão Branco**. São Paulo: CPRM/PROMINÉRIO, 1986. Relatório final. v. 1.
- TREIN, E.; MARINI, O.J.; FUCK, R.A. Rochas alcalinas do primeiro planalto do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 23-25, p. 325-347, 1967.
- TREIN, E.; REIS NETO, J.M.; BIONDI, J.C.; MONASTIER, M.S. Revisão da formação Itaiacoca: identificação de uma sequência metavulcanossedimentar em Abapã (PR). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1985. p. 169-185.

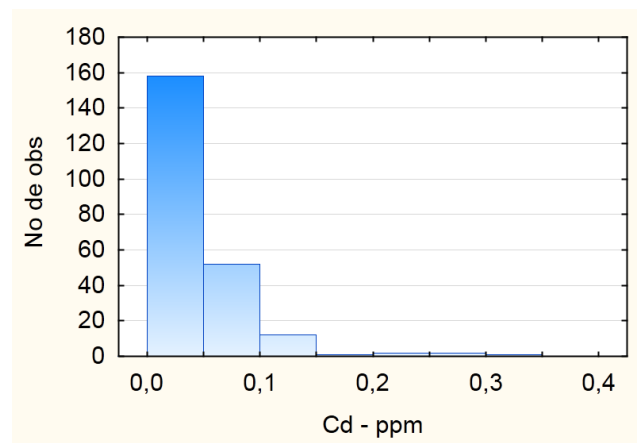
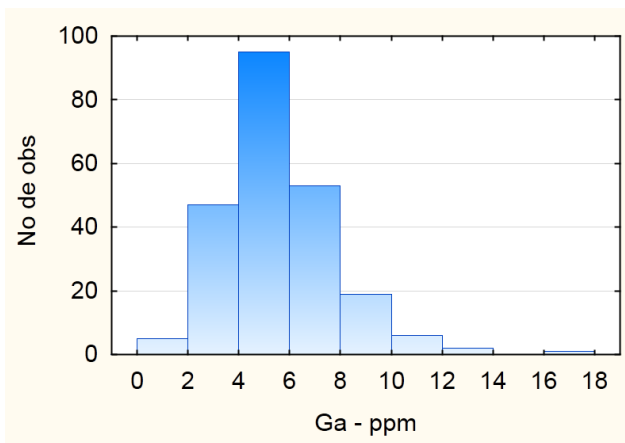
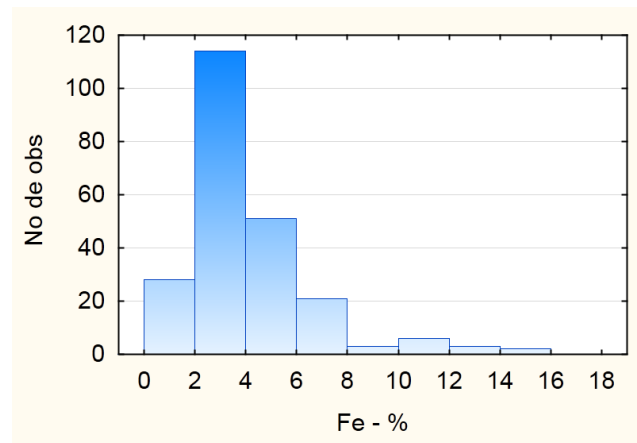
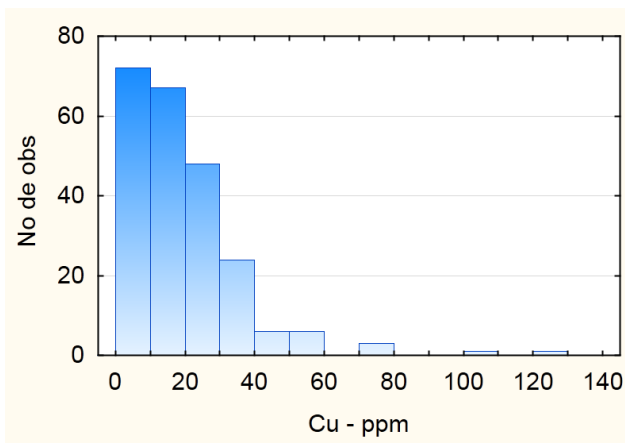
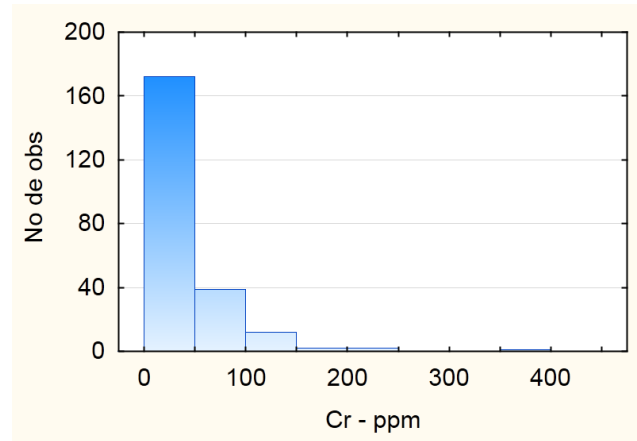
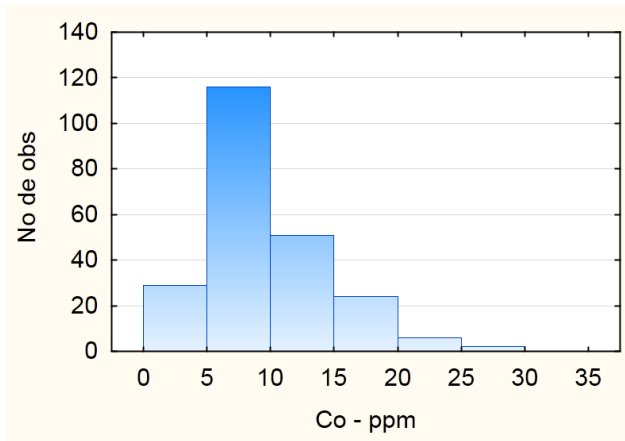
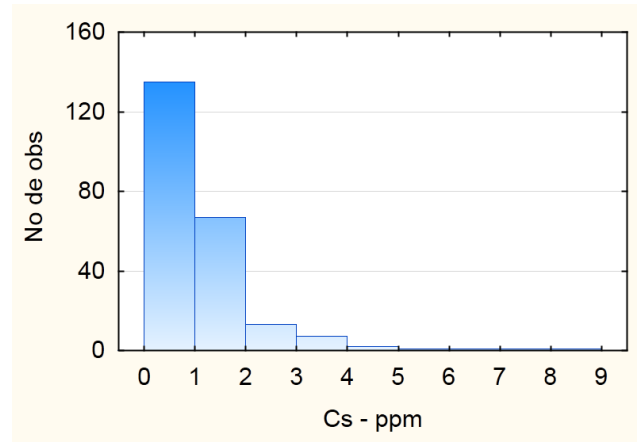
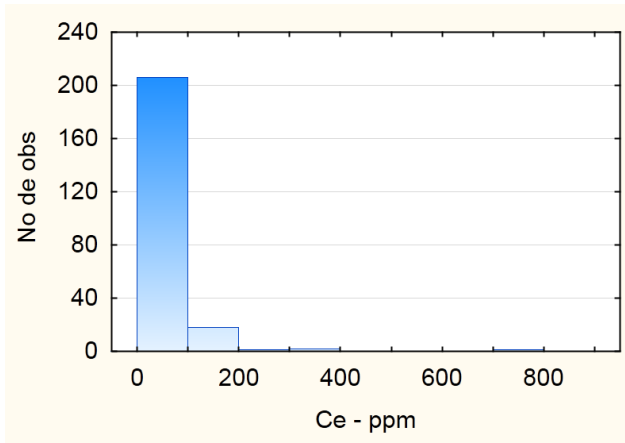
- TURNER, F.J.; WEISS, L.E. **Structural analysis of metamorphic tectonites**. New York: McGraw Hill, 1968.
- VASCONCELLOS, E.M.G.; GOMES, C.B. Diques e "plugs" alcalinos da região do Vale do Ribeira, divisa dos estados do Paraná e São Paulo: química mineral. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 29, p. 97-124, 1998.
- VASCONCELOS, C.S.; DEHLER, N.M.; YAMATO, A.; LOPES JR., I. **Projeto Jacupiranga-Rio Guaraú**: mapeamento geológico na escala 1:50.000. São Paulo: CPRM/Secretaria de Energia de São Paulo, 1999. Relatório final.
- WEBER, W. **Geocronologia de rochas metabásicas da formação Água Clara**: registro de um bacia mesoproterozoica. 2004. 134 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- WEBER, W.; SIGA JUNIOR, O.; SATO, K.; REIS NETO, J.M. dos; BASEI, M.A.S.; NUTMAN, A.P. A formação Água Clara na região de Araçáiba-SP: registro U-Pb de uma bacia mesoproterozoica. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 4, p. 101-110, 2004.
- WERNICK, E.; FERREIRA, C.J. Tipologia de zircão e razão inicial  $Sr^{87}/Sr^{86}$  em séries granitoides. **Geociências**, v. 9, p. 107-125, 1990.
- WERNICK, E.; RIGO JR., L.; GALEMBECK, T.M.B.; WEBER-DIEFENBACH, K. Os complexos granitoides Cunhaporanga e Três Córregos (PR): zoneamento magmático e implicações geotectônicas. **Geociências**, v. 9, p. 67-85, 1990.
- WINCHESTER, J.A.; PARK, R.G.; HOLLAND, J.G. The geochemistry of Lewisian semipelitic schists from the Gairloch district, Wester Ross. **Scottish Journal of Geology**, v. 16, p. 165-179, 1980.
- WOOD, D.A.; JORON, J.-L.; TREUIL, M. A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings. **Earth Planet. Sci. Letts**, v. 45, p. 326-336, 1979.

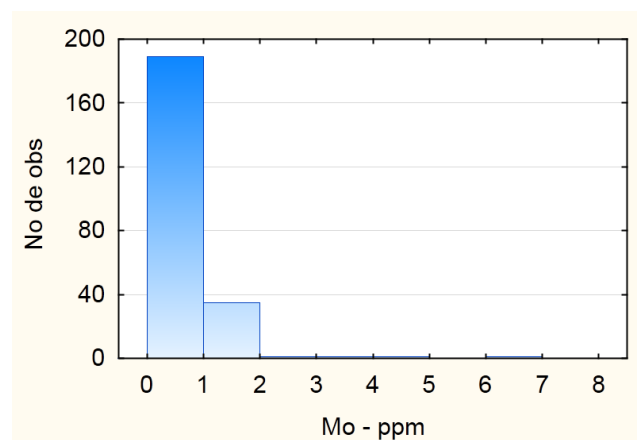
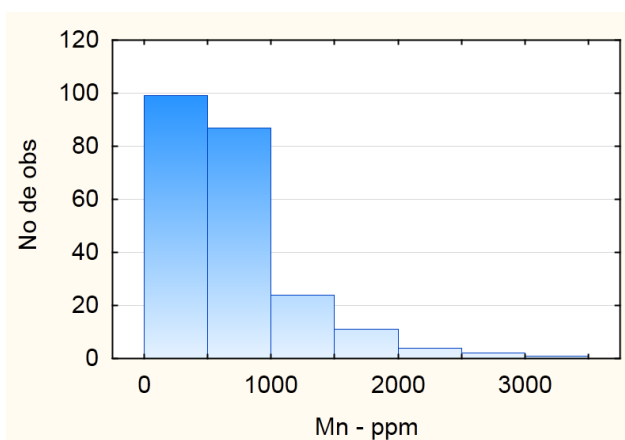
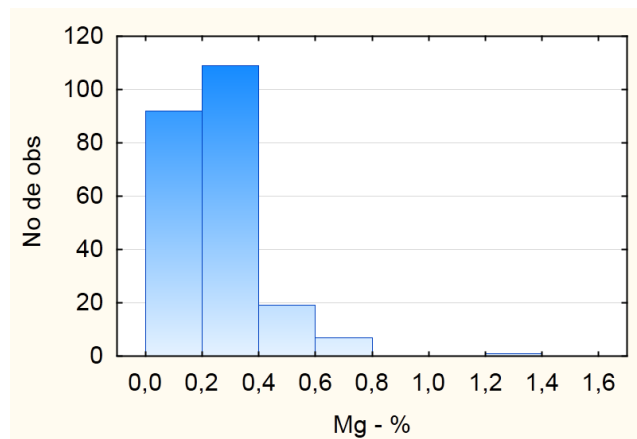
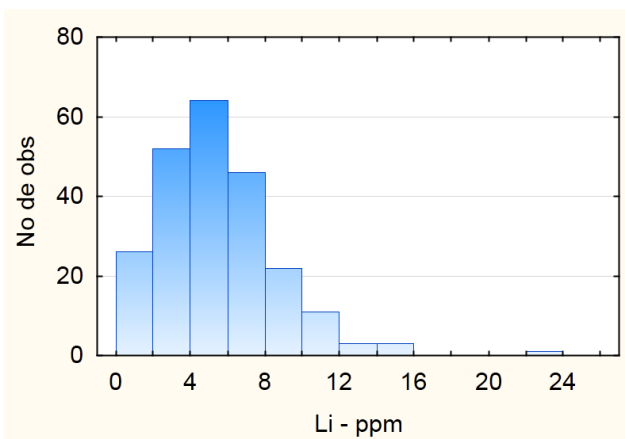
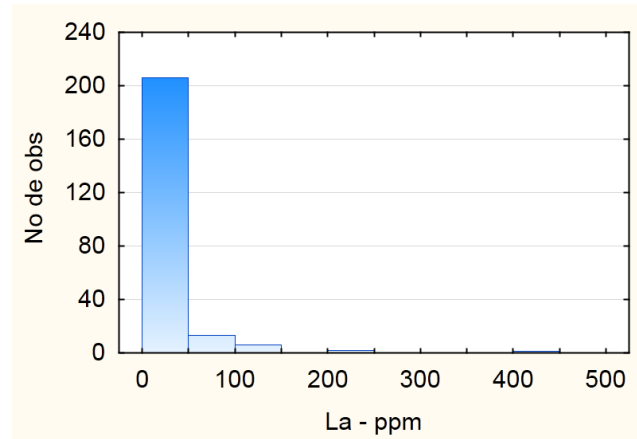
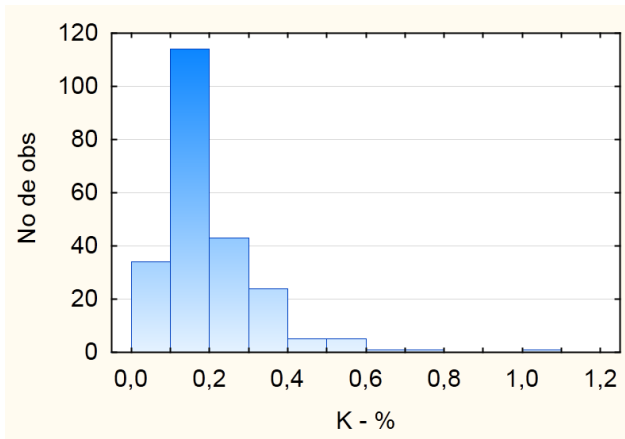
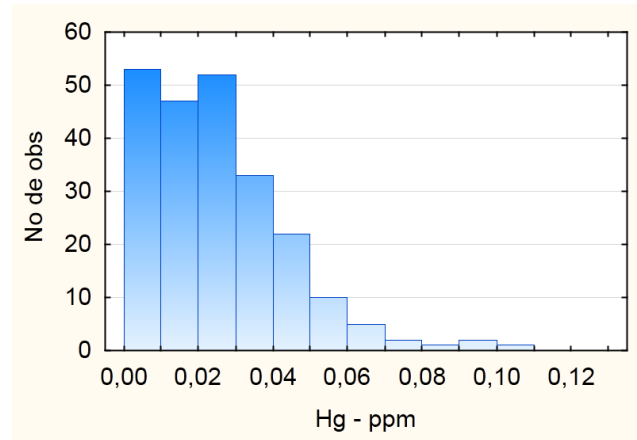
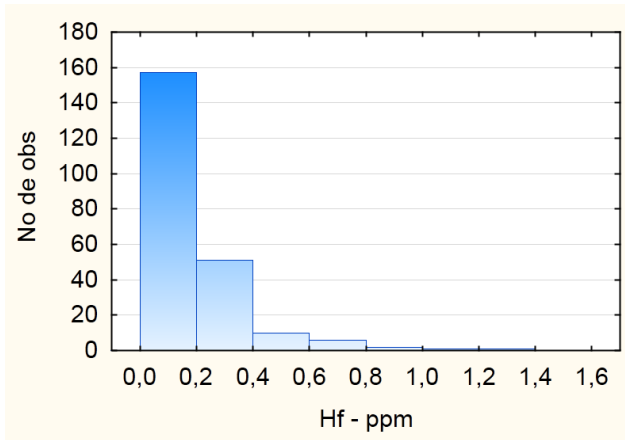
# **ANEXO A**

## **HISTOGRAMAS**

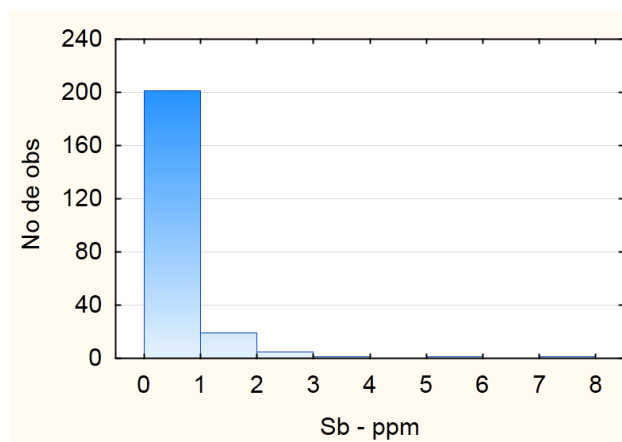
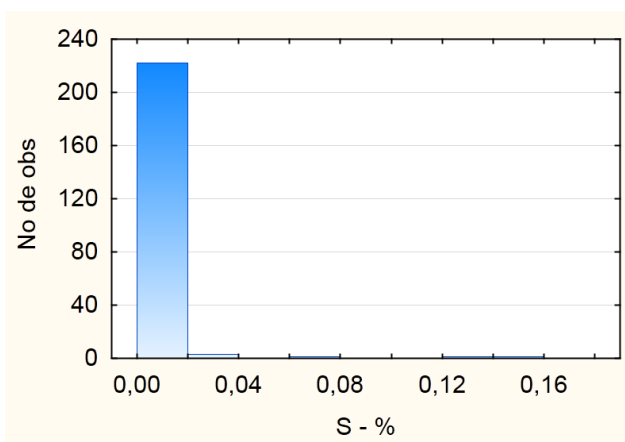
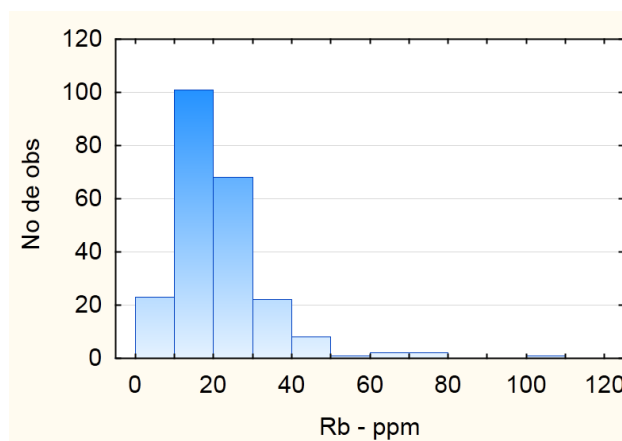
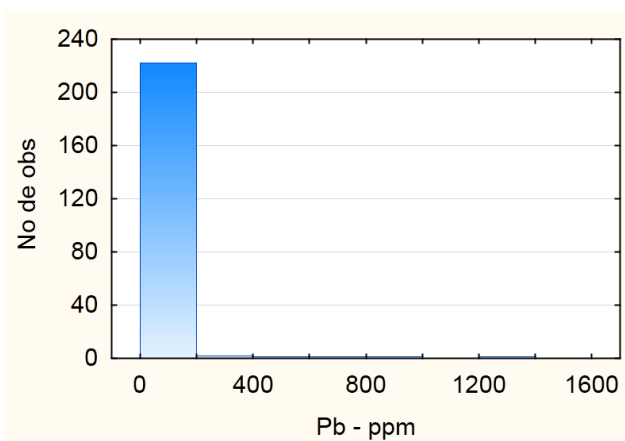
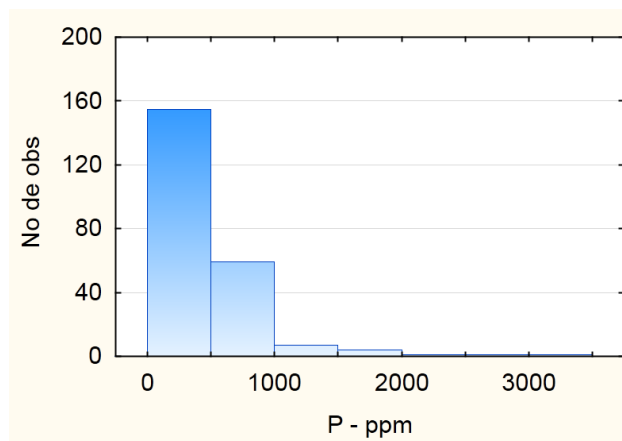
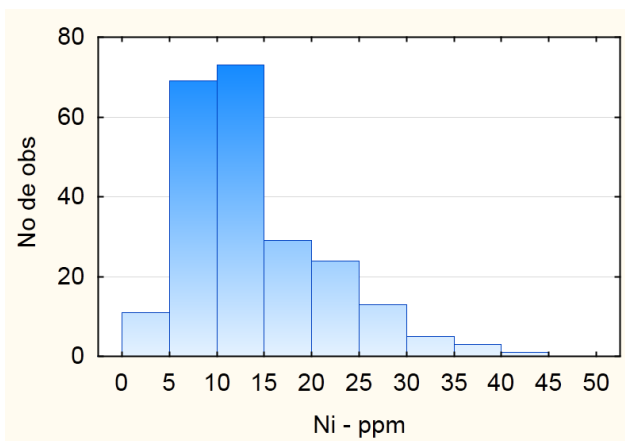
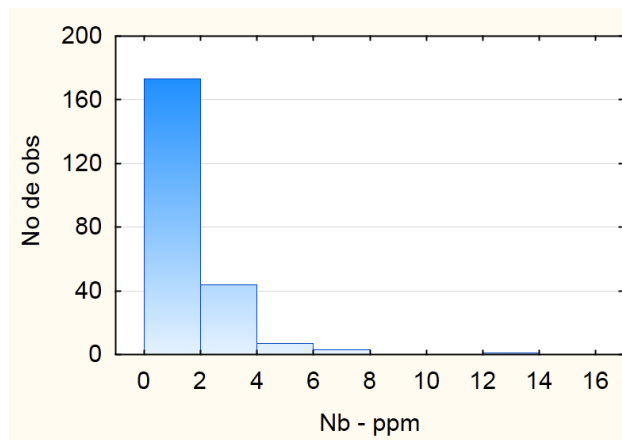
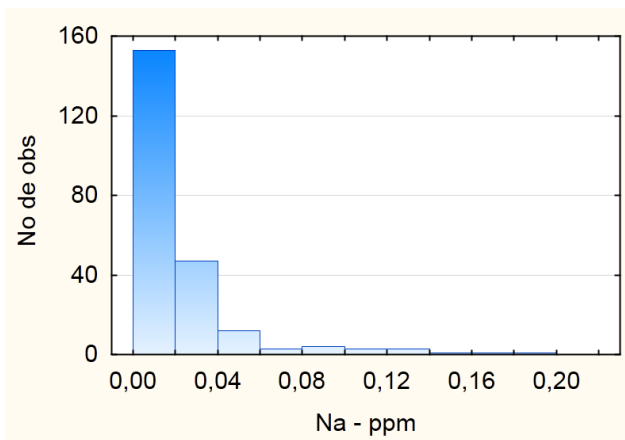


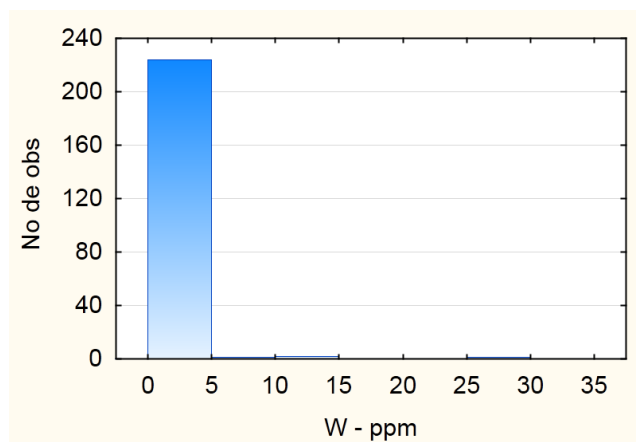
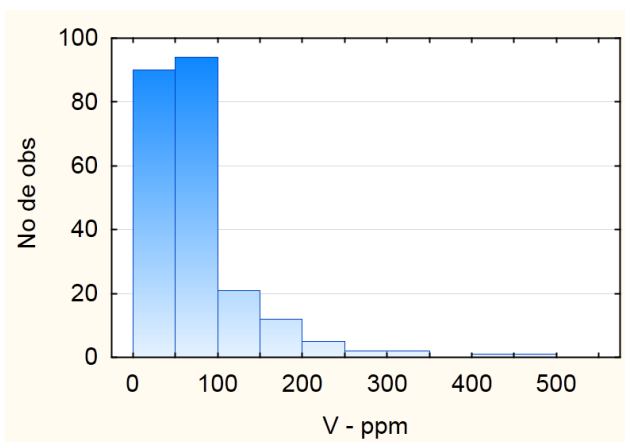
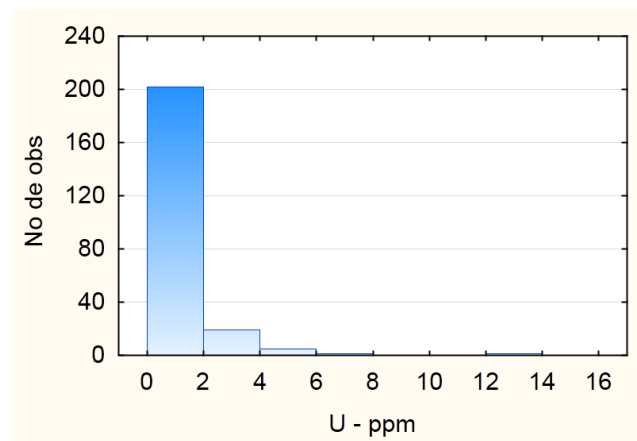
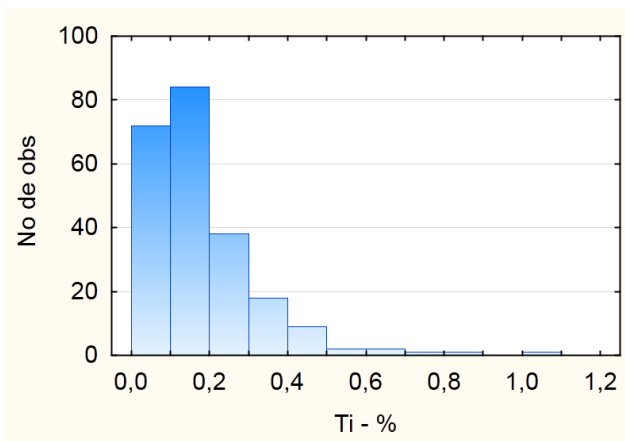
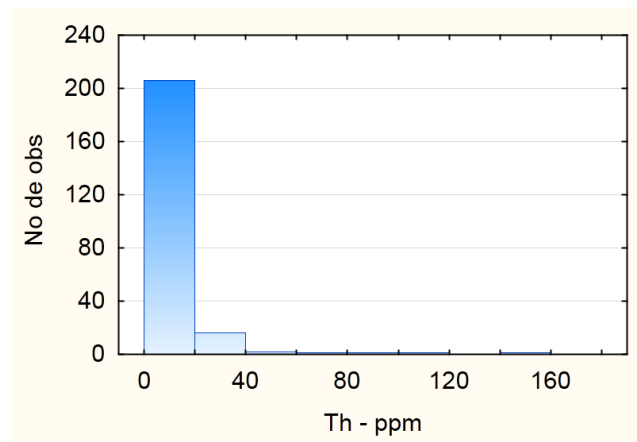
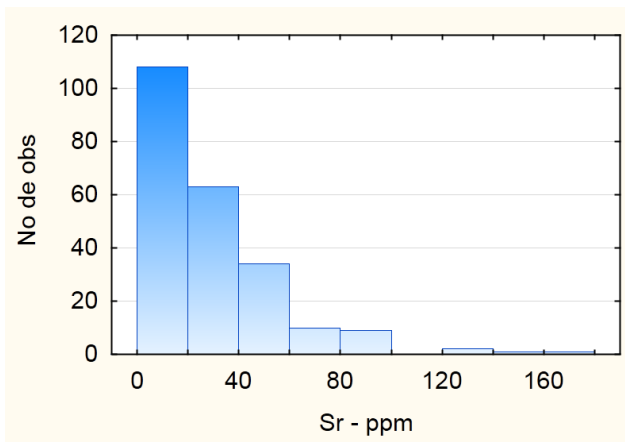
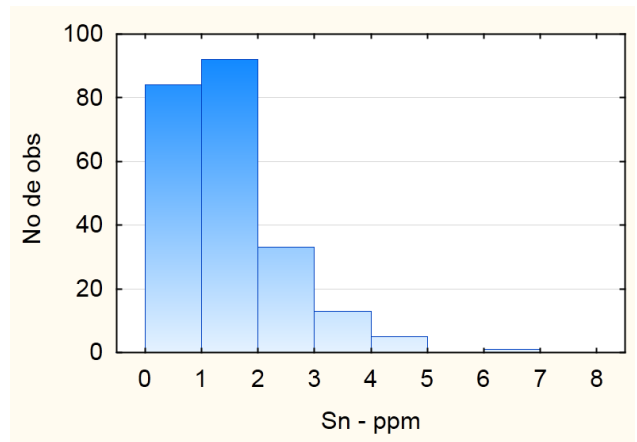
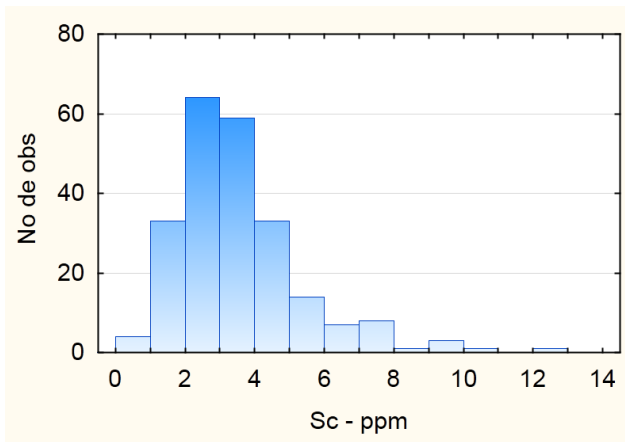


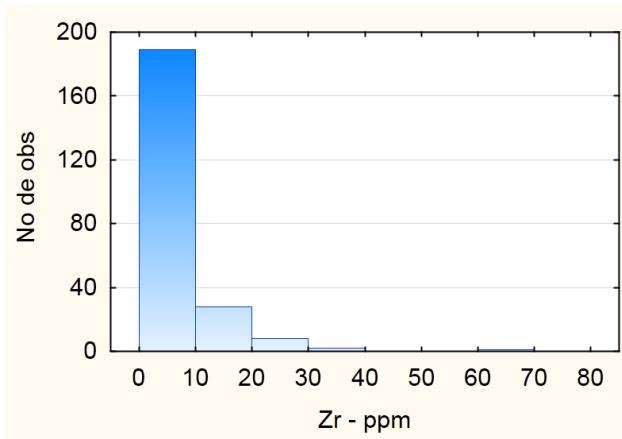
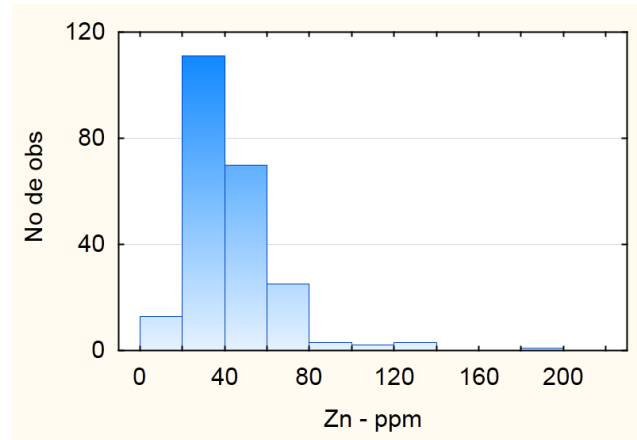
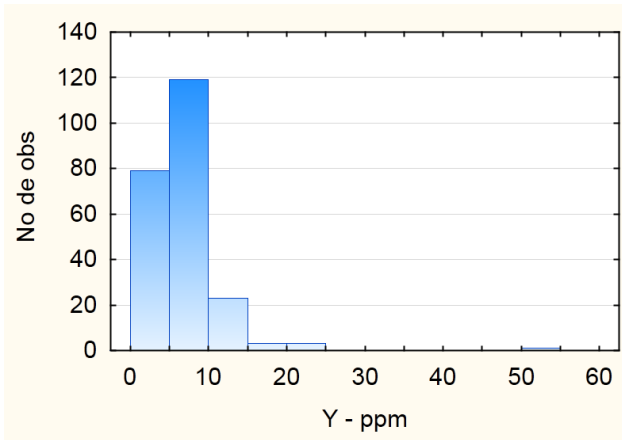












A elaboração do mapa Geológico e de Recursos Minerais das folhas Vila Branca e Ribeira na escala 1:50.000, resulta de uma ação de governo por intermédio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia.

O produto foi executado pela Superintendência Regional de São Paulo, no âmbito do Programa Geologia do Brasil. Conta com levantamentos e análises de dados geológicos, geoquímicos e aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria), estudos petrográficos, análises químicas de rochas, geoquímica de sedimentos ativos de corrente e análises mineralométricas de concentrados de bateia.

Esse Produto deverá auxiliar os governos dos estados de São Paulo e do Paraná e seus respectivos municípios no estabelecimento de políticas públicas de desenvolvimento regional, na medida em que serve de base para novos estudos mais detalhados de prospecção e exploração mineral de substâncias potenciais para indústria do Cimento, além de mineralizações de Chumbo e Prata em metacalcários; Flúor, Terras Raras, Fosfato e Nióbio em carbonatitos; Tungstênio em granitos e zonas de cisalhamento, bem como outros temas correlatos ao meio físico.

O conhecimento geológico e a divulgação de áreas potencialmente favoráveis à presença de substâncias minerais de valor econômico deverão atrair investimentos por parte de empresas de prospecção e pesquisa mineral, com vistas a contribuir e alavancar a atividade de mineração no país.

## **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DAS FOLHAS VILA BRANCA – SG.22-X-B-IV-1 RIBEIRA – SG.22-X-B-IV-2**

Escala 1:50.000

### **ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ**



**FOLHA VILA BRANCA – SG.22-X-B-IV-1  
FOLHA RIBEIRA – SG.22-X-B-IV-2**

**NOVEMBRO DE 2014**

**PAC** PROGRAMA DE  
ACELERAÇÃO DO  
CRESCIMENTO

[www.cprm.gov.br](http://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