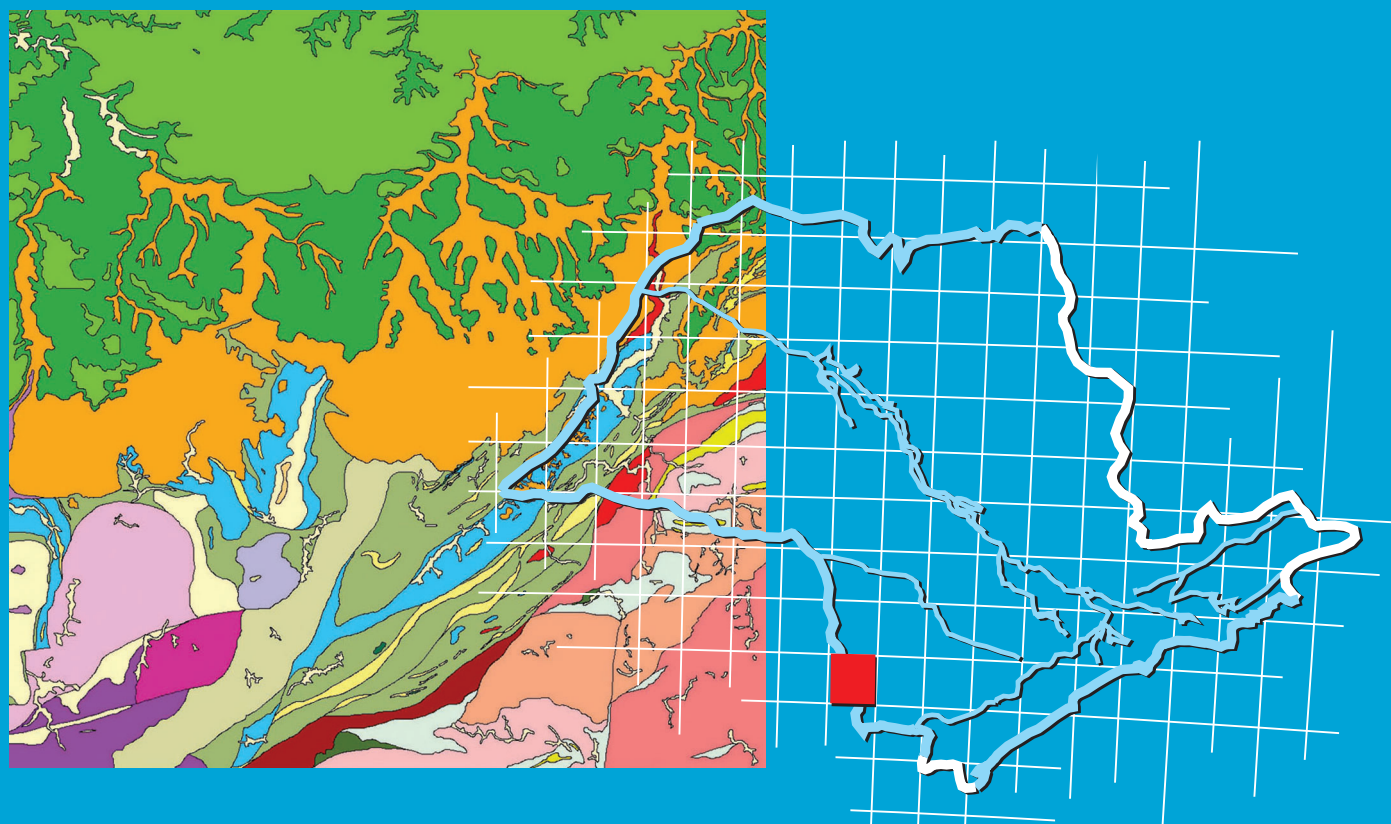


Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos

GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA
FOLHA ITARARÉ – SG.22-X-B-I



Escala 1:100.000
2012

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
DA FOLHA ITARARÉ
SG.22-X-B-I

ESCALA 1:100.000
ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ



SÃO PAULO

2012

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL - PGB
INTEGRAÇÃO, ATUALIZAÇÃO E DIFUSÃO DE DADOS DA GEOLOGIA DO BRASIL

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>

Rodrigues, Sérgio Willians de Oliveira.

Geologia e Recursos Minerais da Folha Itararé SB.22-X-B-I, Estados de São Paulo e Paraná, Escala 1:100.000 / Rodrigues, Sérgio Willians de Oliveira & Caltabeloti, Fabrizio Prior. – São Paulo: CPRM, 2012.

117 p il. + DVD.

Programa Geologia do Brasil – PGB. Levantamentos Geológicos Básicos.
ISBN 978-85-7499-165-8

1. Geologia 2. Mapeamento Geológico 3. SIG 4. Brasil 5. São Paulo 6. Paraná I.
Título.

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
DA FOLHA ITARARÉ
SG.22-X-B-I

ESCALA 1:100.000
ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues
Fabrizio Prior Caltabeloti



São Paulo

2012

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 DA
FOLHA ITARARÉ

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
Ministro de Estado

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Cláudio Scliar
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

Antonio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças

Reginaldo Alves dos Santos
Chefe do Departamento de Geologia

Francisco Valdir Silveira
Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Edílton José dos Santos
Chefe da Divisão de Geologia Básica

João Henrique Gonçalves
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 Henrique Soares
Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

José Carlos Garcia Ferreira
Superintendente Regional

Elizete Domingues Salvador
Gerência de Geologia e Recursos Minerais

Lauro Gracindo Pizzatto
Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Ângela Maria de Godoy Theodorovicz
Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Marcos Evaristo da Silva
Gerência de Administração e Finanças

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

CRÉDITOS AUTORAIS

CRÉDITOS DE AUTORIA DA NOTA EXPLICATIVA

1. INTRODUÇÃO

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Frederico Meira Faleiros

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

3. GEOFÍSICA

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

4. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

Fabrizio Prior Caltabeloti

Vidyã Viera de Almeida

Mariane Brumatti

5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

6. RECURSOS MINERAIS

Sueli Akemi Tomita

Mariane Brumatti

7. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

Viviane Carillo Ferrari

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

REFERÊNCIAS

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

CRÉDITOS DE AUTORIA DA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues

Fabrizio Prior Caltabeloti

Rafael Aguiar Furuie

Márcio José Remédio

Vicente Sérgio Costa

PETROGRAFIA

Vidyã Viera de Almeida

GEOFÍSICA

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

GEOQUÍMICA

Viviane Carillo Ferrari

SIG GEOLÓGICO

Fabrizio Prior Caltabeloti

APOIO TÉCNICO

Roylane Barbosa

(Auxiliar Técnico SUREG-SP)

Reinaldo Rodrigues da Gama

(Auxiliar Técnico SUREG-SP)

Denise Abdo Marcondes Trindade

(Estagiária de Geologia SUREG-SP)

Luiz Felipe Marin Amade

(Estagiário de Geologia 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 DA
FOLHA ITARARÉ

APOIO TÉCNICO DA CPRM

Reginaldo Alves dos Santos
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Edílton José dos Santos
DIVISÃO DE GEOLOGIA BÁSICA-DIGEOB

João Henrique Gonçalves
DIVISÃO DE GEOPROCESSAMENTO-DIGEOP

Antonio Carlos Bacelar Nunes
DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
E DESENVOLVIMENTO

Ernesto Von Sperling
DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
E DIVULGAÇÃO (DERID)

José Márcio Henriques Soares
DIVISÃO DE MARKETING (DIMARK)

Elizete Domingues Salvador
GERÊNCIA DE GEOLOGIA E RECURSOS
MINERAIS (GEREMI/SUREG-SP)

Lauro Gracindo Pizzatto
GERÊNCIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS
E DESENVOLVIMENTO (GERIDE/SUREG-SP)

Marcos Evaristo da Silva
GERÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO
E FINANÇAS (GERAFI/SUREG-SP)

Frederico Meira Faleiros
SUPERVISOR DE GEOLOGIA

Viviane Carillo Ferrari
SUPERVISORA DE RECURSOS MINERAIS

Sérgio Willians de Oliveira Rodrigues
CHEFE DO PROJETO

Fabrizio Prior Caltabeloti
Mariane Brumatti
REVISÃO DO TEXTO

Vidyã Vieira de Almeida
PETROGRAFIA

Viviane Carillo Ferrari
GEOQUÍMICA

Denise Abdo Marcondes Trindade
Luiz Felipe Marin Amade
ESTAGIÁRIOS

Sueli Cardoso de Araújo
REVISÃO LINGUÍSTICA

Élias Bernard da Silva do Espírito Santo
PROJETO DE MULTIMÍDIA E ARCEXIBE

APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, responsável pela retomada dos levantamentos geológicos básicos do país, teve início no Estado de São Paulo a partir de 2007. A Folha Itararé foi uma das primeiras a serem concluídas no âmbito deste programa no Estado de São Paulo.

O mapeamento geológico desta folha na escala 1:100.000 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 aceleração do conhecimento geológico do território brasileiro. Este mapeamento tem como finalidade fornecer subsídios geológicos que contribuam para o entendimento e avanço da pesquisa mineral, dos recursos hídricos e da gestão territorial, além de demais atividades aplicadas ao interesse social.

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

O projeto foi totalmente desenvolvido em ambiente SIG e vinculado ao Banco de Dados Geológicos do SGB (GEOBANK), incorporando as atualizações mapeadas através de técnicas de geoprocessamento aplicadas à cartografia geológica. O GEOBANK encontra-se disponível no portal do SGB www.cprm.gov.br.

A Nota Explicativa e o Mapa Geológico na escala 1:100.000 da Folha Itararé (SG.22-X-B-I), localizada na divisa dos estados de São Paulo e Paraná, em ambiente SIG, foram executados pela Superintendência Regional de São Paulo e encontram-se disponíveis conjuntamente em CD que acompanha este Relatório Final impresso.

MANOEL BARRETO DA ROCHA NETO
Diretor Presidente

ROBERTO VENTURA SANTOS
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

A Folha Itararé (SG.22-X-B-I) abrange parte da porção sul do estado de São Paulo e nordeste do estado do Paraná. É limitada pelos meridianos 49°00'W e 49°30'W e paralelos 24°00'S e 24°30'S. O mapeamento geológico na escala 1:100.000 permitiu uma reformulação substancial da estratigrafia regional, com o refino da litoestratigrafia previamente definida e a cartografia de novas unidades. Em termos geológicos regionais, os litotipos se relacionam à Bacia do Paraná e ao Terreno (ou Domínio Tectônico) Apiaí (segmento do Cinturão Ribeira Meridional da Província Mantiqueira).

O Terreno Apiaí na Folha Itararé é dominado por sequências de rochas supracrustais de idade mesoproterozoica a neoproterozoica (Formação Água Clara e Grupo Itaiacoca), suítes graníticas intrusivas ediacaranas (Três Córregos e Cunhaporanga) e possíveis relictos de embasamento paleoproterozoico (Complexo Apiaí-Mirim).

Os relictos de embasamento paleoproterozoico associados ao Complexo Apiaí-Mirim são representados por migmatitos de composição granítica a granodiorítica e ocorrem, geralmente, relacionados às rochas da Suíte Granítica Três Córregos.

A Formação Água Clara, de idade mesoproterozoica (ca. 1593-1477 Ma), é composta por rochas metavulcanossedimentares. Na Folha Itararé é extensivamente intrudida pela Suíte Granítica Três Córregos, geralmente ocorrendo como corpos de teto pendentes ou megaenclaves.

O Grupo Itaiacoca, atualmente, passa por uma redefinição em seu empilhamento litoestratigráfico, em virtude dos novos dados geocronológicos disponíveis na literatura. Na base apresenta uma sequência de rochas metacarbonáticas e metapelíticas de idade toniana (ca. 1030-908 Ma), correspondendo à Formação Água Nova, Unidade de Metabásicas, Formação Serra dos Macacos e Formação Bairro dos Campos. No topo ocorrem rochas metavulcanoclásticas, metarenitos arcoseanos e metapelitos do final do Neoproterozoico (ca. 645-628 Ma) associados à Formação Abapã.

A Folha Itararé apresenta, também, grande volume de corpos graníticos essencialmente ediacaranos (650 a 590 Ma), com dimensões e formas variadas (diques, stocks e batólitos). Predominam duas suítes graníticas de tipologia I e linhagem calcialcalina de médio a alto-K, denominadas Cunhaporanga e Três Córregos. O mapeamento sistemático permitiu reconhecer diversas fácies petrográficas correlacionadas a essas intrusões, que se diferenciam por aspectos composicionais, texturais e estruturais.

As unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná presentes na folha são, da base para o topo: Formação Furnas (Grupo Paraná, Devoniano), Formação Lagoa Azul (Grupo Itararé, Carbonífero Superior), For-

mação Campo Mourão (Grupo Itararé, Permiano) e diques e soleiras de diabásio associados à Formação Serra Geral (Cretáceo Inferior). As sequências mais jovens são relacionadas a depósitos recentes aluvionares e coluvionares.

O padrão estrutural da Folha Itararé é destacado pelo forte controle associado a zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis, à presença de grandes dobras (anticlinais e sinclinais) nas rochas metassedimentares associadas ao Grupo Itaiacoca, ao volumoso magmatismo brasileiro (ediacarano), além de vasta área associada à Bacia do Paraná.

A evolução estrutural das unidades pré-cambrianas está associada à Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (Neoproterozoico ao início do Paleozoico), que consiste em um complexo orógeno relacionado às colisões oblíquas entre os crátons Paranapanema, São Francisco e Congo e consequente consolidação do continente Gondwana Ocidental.

É importante ressaltar o forte tectonismo rúptil observado nas unidades fanerozoicas da Bacia do Paraná (Formação Furnas e Grupo Itararé), evidenciado por uma série de falhas que as afetam.

Em relação aos recursos minerais, a Folha Itararé apresenta vasto potencial para rochas e minerais industriais (por exemplo, calcário, dolomita, talco e filito). Destacam-se as mineralizações de diopsídio no bairro Cerrado da Roseira (Jaguariaíva, Paraná), de Cu-Pb-Zn na região de Palmeirinha de Baixo (Sengés, Paraná) e de fluorita nas proximidades de Caçador (Doutor Ulysses, Paraná).

ABSTRACT

The Itararé sheet (SG.22-X-B-V) covered a south part of the São Paulo state and a northeast part of the Paraná state. It is limited by longitudes 49°00'W and 49°30'W and latitudes 24°00'S and 24°30'S. Geological mapping at 1:100,000 scale allowed a reformulation of the regional stratigraphy with refinement of previously defined lithostratigraphy and mapping of new units. The geological lithotypes are related to the Paraná Basin and the Apiaí Terrane (or Tectonic Domain). The Apiaí Terrane is a segment of the southeastern Ribeira Belt (Mantiqueira Province), while the Paraná Basin represents a cratonic fragment unaffected by the Brasiliano Cycle.

The Apiaí Terrane in the area is dominated by supracrustal rocks of mesoproterozoic and neoproterozoic ages (Água Clara Formation and Itaiacoca Group), intrusive granitic suites (Três Córregos and Cunhaporanga) and possible relicts of paleoproterozoic basement (Apiaí Mirim Complex).

The relicts of the paleoproterozoic basement associated with the Apiaí Mirim Complex are represented by migmatites of granitic to granodioritic composition that are usually related with the granitic rocks of Três Córregos Suite.

The Água Clara Formation is composed by metavolcanosedimentary rocks and intruded by Três Córregos intrusive granitic suite. The unit is of mesoproterozoic age (ca. 1593-1477 m.y.) and usually occurs as roof pedants or megaenclaves in the studied area.

The lithostratigraphic column of Itaiacoca Group was recently redefined considering new geochronological data available in the literature. A sequence of metacarbonatic and metapelitic rocks of tonian age (ca. 1030-908 m.y.) occurs at the base of the column and is divided into four units: Água Nova Formation, Metabásica Unit, Serra dos Macacos Formation and Bairro dos Campos Formation. At the top of the column there is a sequence of metavolcanoclastic rocks, meta-arkoses and metapelites of late neoproterozoic age (ca. 645-628 m.y.) from the Abapã Formation.

The mapped area exhibits a series of granites of ediacaran age (650 to 590 m.y.) that present different sizes and shapes (dykes, stocks and batholiths). The two intrusive granitic suites, named Cunhaporanga and Três Córregos, are composed of I-type and medium to high-K calc-alkaline lineage granitoids. The systematic mapping allowed the description of various petrographic facies in these suites that differ by composition, texture and structure.

The following lithostratigraphic units of the Paraná Basin occur in the Itararé sheet (from base to top): Furnas Formation (Paraná Group, Devonian), Lagoa Azul Formation (Itararé Group, Upper Carboniferous),

Campo Mourao Formation (Itararé Group, Permian) and diabase dykes and sills associated with the Serra Geral Formation (Early Cretaceous). The younger sequences are represented by recent alluvial and colluvial deposits.

The structural pattern in the studied area is strongly controlled by brittle/ductile shear zones, the presence of large folds (anticlines and synclines) in metasedimentary rocks of the Itaicoca Group, the massive Brasiliano magmatism (Ediacaran) and a wide area associated with the Paraná Basin.

The structural evolution of precambrian units is associated with the Brasiliano-Pan African Orogeny (Neoproterozoic to early Paleozoic), which is related with the oblique collision between Paranapanema, San Francisco and Congo cratons and the consolidation of Western Gondwana.

Important to emphasize that the strong brittle tectonics affects the lithostratigraphic units of the Paraná Basin (Furnas and Itararé Group) and is evidenced by the presence of a series of faults.

Concerning mineral resources, the Itararé sheet presents a vast potential for industrial minerals and rocks (such as limestone, dolomite, talc and phyllite). Important mineral occurrences in the area are: diopside in the district of Cerrado da Roseira (Jaguariaíva-PR), Cu-Pb-Zn in the region of Palmeirinha de Baixo (Sengés-PR) and fluorite near Caçador (Dr. Ulysses-PR).

SUMÁRIO

Apresentação	7
Resumo	9
Abstract	11
1. INTRODUÇÃO	19
2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	21
3. GEOFÍSICA	25
3.1 Levantamento Aerogeofísico na Folha Itararé	25
3.2 Interpretação Aerogeofísica Qualitativa	26
3.2.1 Magnetometria.....	26
3.2.1.1 Campo magnético total.....	27
3.2.1.2 Sinal analítico.....	27
3.2.1.3 Primeira derivada.....	28
3.2.2 Gamaespectrometria.....	28
3.3 Interpretação Aerogeofísica de Dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos	29
4. LITOESTRATIGRAFIA	33
4.1 Terreno Apiaí	33
4.1.1 Complexo Apiaí-Mirim: unidade migmatítica (PPamm).....	33
4.1.2 Supergrupo Açungui.....	34
4.1.2.1 Formação Água Clara (MP1ac).....	37
4.1.2.1.1 Unidade de Xisto (MP1acx).....	37
4.1.2.1.2 Unidade de quartzitos (MP1acq).....	38
4.1.2.1.3 Unidade de xistos vulcânicos (MP1acxv).....	38
4.1.2.2 Grupo Itaiacoca.....	39
4.1.2.2.1 Formação Água Nova (NP1it).....	40
4.1.2.2.2 Formação Serra dos Macacos (N1iq).....	41
4.1.2.2.3 Formação Bairro dos Campos (NP1ic).....	42
4.1.2.2.4 Unidade de Metabásicas (NP1ib).....	43
4.1.2.2.5 Formação Abapã (NP3ab).....	44
4.2 Magmatismo Brasileiro	45
4.2.1 Suíte Granítica Três Córregos.....	45
4.2.1.1 Granito Barra do Chapéu (NP3py1lbc).....	46
4.2.1.2 Granito Córrego do Butiá (NP3py1lcb).....	49
4.2.1.3 Granito Arrieiros (NP3py1lar).....	51
4.2.1.4 Suíte Granítica Três Córregos Indiferenciada (NP3py1lt).....	52
4.2.2 Suíte Granítica Cunhaporanga.....	52
4.2.2.1 Granito Santa Rita (NP3py2lsr).....	53

4.2.2 Granito Ouro Verde (NP3py2lov).....	55
4.2.2.3 Granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3py2lpa).....	55
4.2.2.4 Granito São Domingos (NP3py2lsd).....	59
4.2.2.5 Corpos Graníticos Indiferenciados (NP3py2lt).....	60
4.2.3 Granitos tardios, peralcalinos, tipo A, pós-colisionais (stocks graníticos).....	60
4.2.3.1 Granito Rio Pirituba (NP3py3Arp).....	60
4.2.3.2 Granito Bairro da Serrinha (NP3py3Abs).....	60
4.2.3.3 Corpos Menores Indiferenciados (NP3py3Ai).....	61
4.3 Bacias Sedimentares e Magmatismo Mesozoico.....	61
4.3.1 Bacia do Paraná.....	62
4.3.1.1 Formação Furnas (Grupo Paraná).....	62
4.3.1.2 Grupo Itararé.....	63
4.3.1.2.1 Formação Lagoa Azul (C2P1la).....	64
4.3.1.2.2 Formação Campo Mourão (C2P1cm).....	65
4.3.1.3 Diques básicos jurocretáceos (JKβ) – formação Serra Geral.....	66
4.4 Sedimentação Cenozoica.....	66
4.4.1 Depósitos aluvionares (N4a).....	66
4.4.2 Depósitos cólvio-aluvionares (N4ca).....	66
5. GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	67
5.1 Unidades Paleoproterozoicas e Mesoproterozoicas (Registro de Deformação Pré-Brasiliana).....	68
5.2 Unidades Neoproterozoicas.....	68
5.2.1 Grupo Itaiacoca.....	68
5.2.1.1 Domínio Leste.....	68
5.2.1.2 Domínio Oeste.....	73
5.2.2 Rochas graníticas (suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga e stocks graníticos).....	76
5.3 Unidades Fanerozoicas.....	79
6. RECURSOS MINERAIS.....	85
6.1 Metais Não Ferrosos.....	85
6.1.1 Cobre.....	85
6.2 Rochas e Minerais Industriais.....	85
6.2.1 Areia.....	85
6.2.2 Argila.....	85
6.2.3 Calcário.....	85
6.2.4 Caulim.....	85
6.2.5 Diabásio.....	87
6.2.6 Diopsídio.....	87
6.2.7 Dolomito.....	87
6.2.8 Fluorita.....	88
6.2.9 Pirita.....	88
6.2.10 Saibro.....	88
6.2.11 Talco.....	88
7. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA.....	89
7.1 Métodos.....	90
7.1.1 Generalidades.....	90
7.1.2 Metodologia de campo.....	90
7.1.3 Metodologia analítica.....	90

7.1.3.1 Sedimentos de corrente.....	90
7.1.3.2 Concentrados de bateia.....	90
7.2 Tratamento dos Dados e Resultados Obtidos.....	90
7.2.1 Sedimentos de corrente.....	90
7.2.1.1 Estudo da variância.....	91
7.2.1.2 Sumário dos estimadores.....	92
7.2.1.3 Histogramas e tipos de distribuição.....	92
7.2.1.4 Correlações e análise de agrupamentos.....	92
7.2.1.5 Distribuição dos elementos e cálculo das anomalias.....	95
7.2.2 Concentrados de bateia.....	96
7.3 Mapa Geoquímico.....	96
7.4 Conclusões e Recomendações.....	97
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	99
9. REFERÊNCIAS.....	101
APÊNDICE A.....	109

**PROJETO GEOLOGIA E RECURSOS
MINERAIS DA FOLHA ITARARÉ**
ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ

1. INTRODUÇÃO

A Folha Itararé (SG.22-X-B-I) abrange parte da porção sul do Estado de São Paulo e leste do Estado do Paraná. É limitada pelos meridianos 49°00'W e 49°30'W e paralelos 24°00'S e 24°30'S (Fig. 1.1), totalizando cerca de 2800 Km² de superfície. A região abrange parte dos municípios paulistas de Itararé, Itapeva, Itaberá, Bom Sucesso de Itararé, Barra do Chapéu, Itapirapuã Paulista, Apiaí e dos municípios paranaenses de Sengés, Dr. Ulysses e Jaguariaíva.

A região é drenada pelos rios Itararé, Jaguaricatu, Verde e Pirituba, que são afluentes do Rio Paranapanema. A Folha Itararé caracteriza-se como uma região divisora de águas das Bacias Hidrográficas do Alto Paranapanema e Rio Ribeira.

Os principais acessos rodoviários são feitos pelas rodovias Francisco Alves Negrão (SP-258) e Senador Flávio Carvalho Guimarães (PR-151). A partir de São Paulo o acesso é realizado pela Rodovia Castello Branco (BR-374/SP-280) até a cidade de Tatuí, a seguir pela rodovia SP-127 até a cidade de Capão Bonito e, posteriormente, pela rodovia SP-258 (Fig. 1.1).

A economia da região é bastante diversificada destacando-se, atividades industriais (papel e celulose) nos municípios de Itararé (SP) e Senges (PR), mineração (centrada em calcário para indústria de cimento e corretivo de solo), comércio urbano e agricultura.

A região da Folha Itararé, bem como das folhas adjacentes, constitui uma das áreas brasileiras mais intensamente estudadas sob o ponto de vista geológico desde o final do século XIX, em decorrência de sua potencialidade para ouro, chumbo, prata e outros metais base, além de bens não metálicos. A Folha Itararé, em especial apresenta forte tradição na extração de bens não-metálicos, principalmente de minerais industriais (calcário, dolomita e talco).

A região estudada já havia sido alvo de levantamentos geológicos pretéritos, embora as informações tenham sido geradas por diferentes instituições, em diferentes escalas e com diferentes objetivos, o que gerou um acervo de dados heterogêneo, fragmentário e desconexo. Essas informações nunca haviam sido integradas e nem disponibilizadas ao público de forma ampla e irrestrita. Adicionalmente, a maioria das informações encontrava-se desatualizada em período de tempo superior a 20 anos. Assim, este trabalho traz homogeneização de informações e uma atualização geológica de acordo com novos conhecimentos, além de novos levantamentos geoquímicos prospectivos. Os resultados alcançados e sintetizados neste trabalho passam a fazer parte do SIG geológico final e do banco de dados corporativo do Serviço Geológico do Brasil-CPRM (GEOBANK), e passam a ser disponibilizados ao público de forma irrestrita.

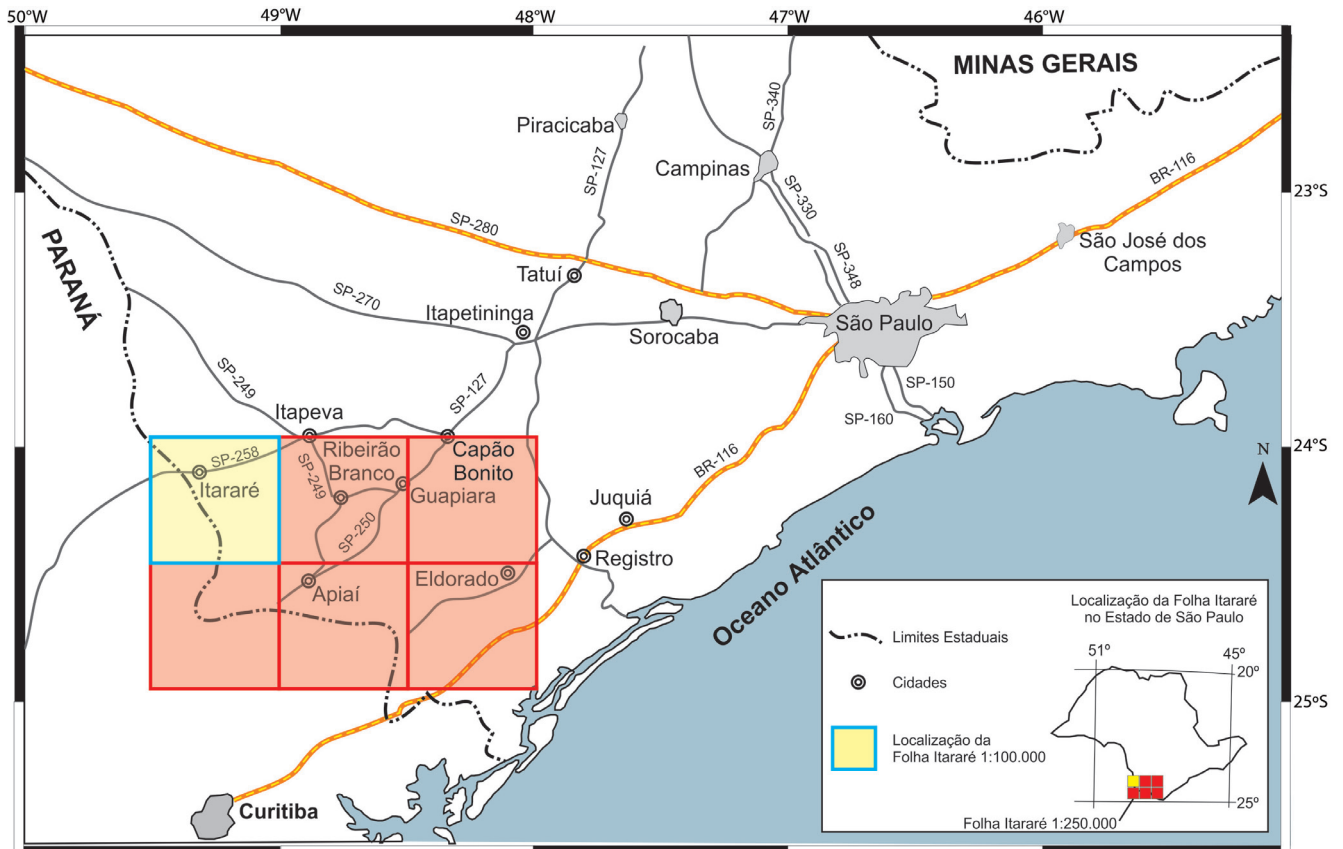


Figura 1.1 – Principais acessos rodoviários para o interior da Folha Itararé (SG.22-X-B-I) e sua articulação com a Folha Itararé (escala 1:250.000).

2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A Folha Itararé encontra-se inserida na porção meridional do Cinturão Ribeira (ALMEIDA et al., 1973), integrante da Província Mantiqueira (ALMEIDA et al., 1977, 1981), sendo constituída, predominantemente, por rochas pré-cambrianas, com menor ocorrência de rochas intrusivas mesozoicas (diques e soleiras de diabásio) e unidades sedimentares fanerozoicas associadas à Bacia do Paraná (Figura 2.1).

O Cinturão Ribeira compreende um largo segmento crustal paralelo à linha costeira do sudeste brasileiro (Figura 2.1), tendo sido amalgamado, deformado e metamorfozizado durante a Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (Neoproterozoico ao início do Paleozoico). Consiste em um complexo orógeno colisional relacionado às colisões oblíquas entre os crátons Paranapanema, São

Francisco e Congo e à consequente consolidação do continente Gondwana Ocidental (BRITO NEVES et al., 1999; CAMPANHA e BRITO NEVES, 2004; FUCK et al., 2008). Atualmente, reconhece-se no Cinturão Ribeira a presença de diversos blocos retrabalhados com origens distintas, incluindo rochas antigas de embasamento alóctones, suítes de rochas vulcanossedimentares 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).

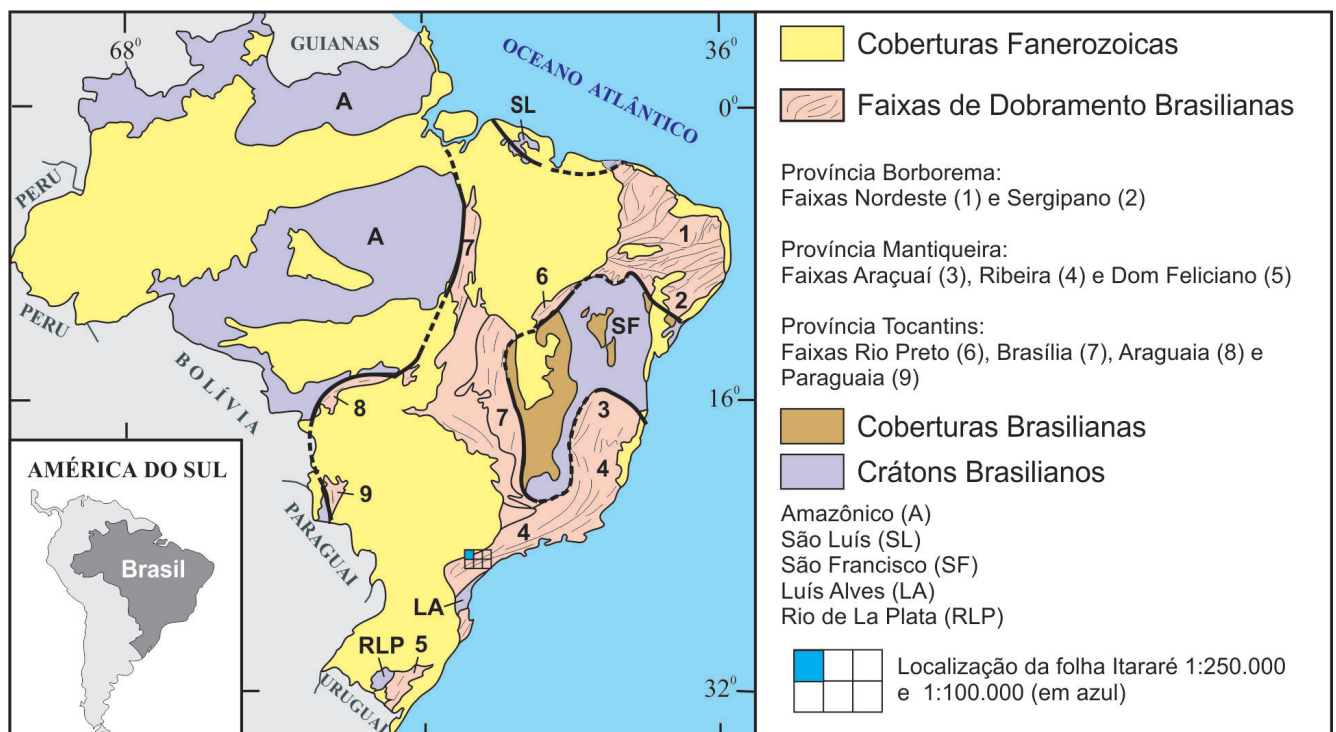


Figura 2.1 – Compartimentação tectônica do território brasileiro (com localização da folha Itararé, escala 1:100.000).
Fonte: Adaptado de Schobbenhaus et al. (1984).

Propostas de subdivisões estratigráficas iniciam-se na década de 1950 na porção paranaense (BIGARELLA e SALAMUNI, 1956a, 1956b, 1958a, 1958b; MARINI et al., 1967) e na década 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, a região da Folha Itararé foi coberta por diversos projetos de mapeamentos sistemáticos em escalas regionais (ALGARTE et al., 1972, 1974; SILVA et al., 1981; SILVA e ALGARTE, 1981a, 1981b) e de semidetalhe (ANDRADE e SOARES, 1971; BISTRICHI et al., 1985; THEODOROVICZ et al., 1986). Alguns trabalhos acadêmicos ligados a universidades também têm contribuído para a cartografia geológica da Folha Itararé, como os de Souza (1990), Gimenez Filho (1993), Guimarães (2000), Prazeres Filho (2000, 2005) etc.

Em termos de interpretação geotectônica, os trabalhos regionais realizados na área de estudo classicamente apresentavam um enfoque de certa maneira fixista, onde se tentava correlacionar as diversas sequências de rochas metassedimentares e gnáissicas separadas por zonas de cisalhamento (ver discussões em Faleiros, 2008). Conceitos modernos de tectônica de placas foram aplicados a partir do final da década de 1980 (SOARES, 1987, 1988; CAMPANHA et al., 1987; CAMPANHA, 1991; BASEI et al., 1992; REIS NETO, 1994; SIGA JÚNIOR, 1995; FASSBINDER, 1996; CAMPANHA e SADOWSKI, 1999; VASCONCELOS et al., 1999), embora esses trabalhos, geralmente, assumam 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 et al., 1980; McWILLIAMS e HOWELL, 1982; JONES et al., 1983; HOWELL, 1995), 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 à incerteza das 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). Heilbron

(2004), Campanha e Faleiros (2005) e Faleiros (2008) são pioneiros na aplicação desse modelo para a região em apreço.

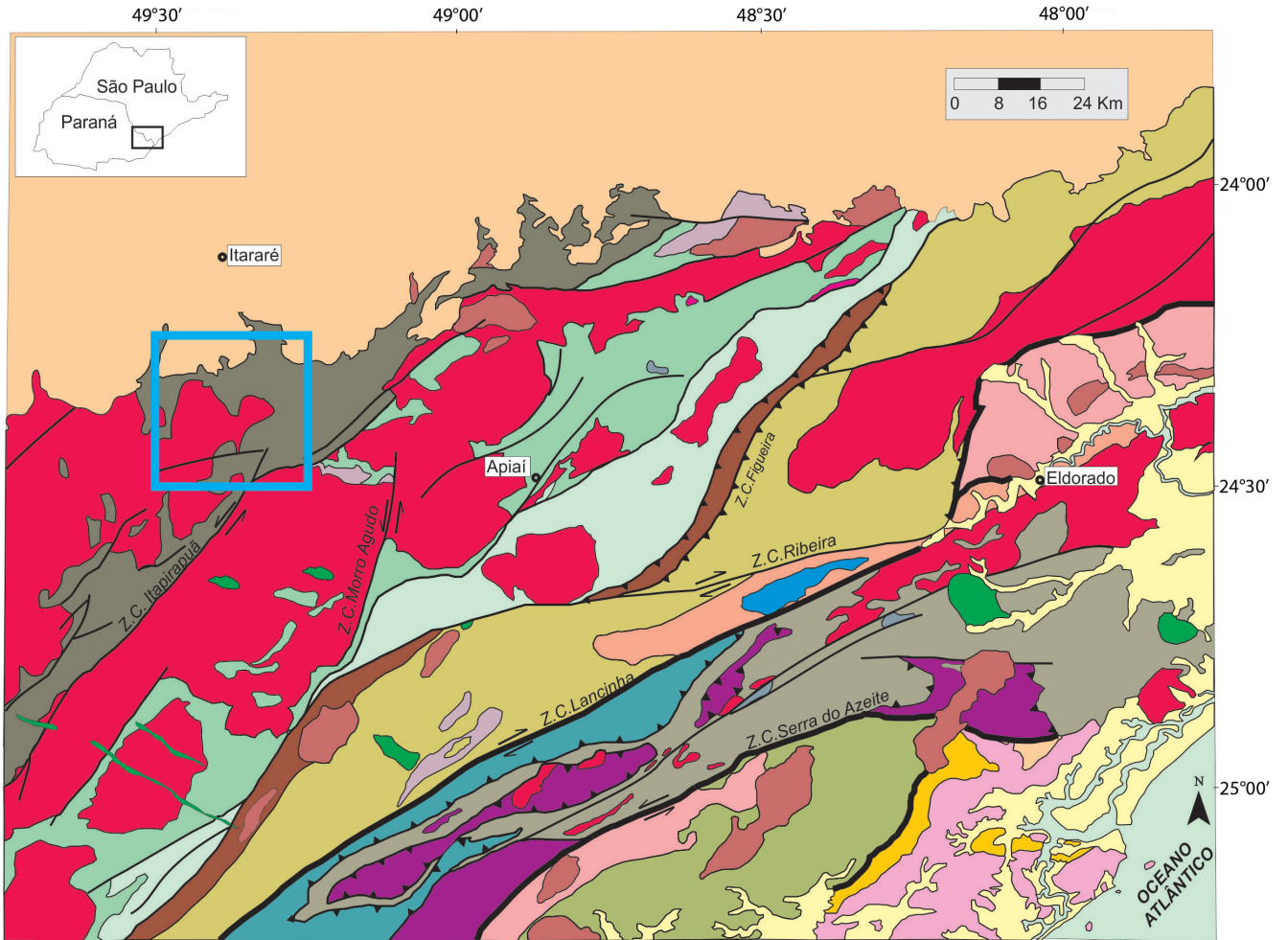
A região da Folha Itararé está inserida no Terreno Apiaí, conforme Faleiros (2008). Regionalmente, compreende as rochas pré-cambrianas localizadas a norte da Zona de Cisalhamento Lancinha (Figura 2.2); a sul desta ocorre o Terreno Curitiba e, a leste, o Terreno Embu.

O Terreno Apiaí (Figura 2.2) compreende sequências de rochas supracrustais de baixo a médio grau metamórfico originalmente designadas como Grupo Açungui e, posteriormente, elevadas à categoria de supergrupo (CAMPANHA, 1991; CAMPANHA e SADOWSKI, 1999). Contudo, dados geocronológicos recentemente publicados (BASEI et al., 2003; HACKSPACHER et al., 2000; SIGA JÚNIOR et al., 2003, 2009; CAMPANHA et al., 2008a, 2008b) e novas interpretações indicam que essa unidade compreende uma associação de terrenos distintos de idades calimiana (ca. 1450-1500 Ma: Grupo Votuverava e Formação Água Clara), toniana (ca. 910-1030 Ma: parte do Grupo Itaiacoca) e ediacarana (ca. 630-580 Ma: Formação Iporanga, parte do Grupo Itaiacoca), além de terrenos de idade de sedimentação ainda pouco estabelecida (Grupo Lageado e Sequência Serra das Andorinhas), acrescidos durante a Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (CAMPANHA e FALEIROS, 2005; FALEIROS, 2008). Rochas de embasamento consistem em associações de ortognaisses migmatíticos e miloníticos estaterianos (ca. 1750-1800 Ma) (CURY et al., 2002; PRAZERES FILHO et al., 2003; RIBEIRO, 2006) aflorantes, principalmente, no núcleo de algumas estruturas antiformais restritas.

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

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

Unidades sedimentares fanerozoicas são representadas por depósitos paleozoicos associados à Bacia do Paraná, que abrangem boa parte da Folha Itararé, e depósitos aluvionares e coluvionares quaternários.



Legenda

- Coberturas sedimentares inconsolidadas
- Rochas alcalinas/ultramáficas/básicas mesozoicas
- Sedimentos da Bacia do Paraná
- zona de cisalhamento transcorrente
- zona de cisalhamento de empurrão
- Área de Estudo

Terreno Apiaí

- Bacias de transição Proterozoico-Fanerozoico
- Granitos Pós-Tectônicos
- Formação Iporanga (Ediacarano)
- Granitos Sintectônicos
- Grupo Itaiacoca (Neoproterozoico)
- Grupo Lajeado (Meso a Neoproterozoico)
- S. das Andorinhas (Meso a Neoproterozoico)
- Mármore da Tapagem (Meso a Neoproterozoico)
- Grupo Votuverava (Mesoproterozoico)
- Formação Água Clara (Mesoproterozoico)

Embasamento Gnáissico (Paleoproterozoico)

- Núcleos Tigre, Betara e Apiaí-Mirim

Terreno Curitiba

- Bacias de transição Proterozoico-Fanerozoico
- Granitos Pós-Tectônicos
- Granitos Sintectônicos
- Supracrustais (Neo a Mesoproterozoico)*
- Formação Capiru
- Complexo Turvo-Cajati

Embasamento Gnáissico (Paleoproterozoico)

- Complexo Atuba

Terreno Luís Alves

- Granitos Pós-Tectônicos
- Suíte Rio Piên-Mandirítuba (Ediacarano)
- Embasamento Granulítico (Paleoproterozoico a Arqueano)*
- Terreno Luís Alves*
- Complexo Serra Negra

Terreno Paranaguá

- Granitos Pós-Tectônicos
- Granitoides Calcálicos (Ediacarano)
- Supracrustais (Neo a Mesoproterozoico)*
- Sequência Cachoeira

Terreno Embu

- Granitos Pós-Tectônicos
- Supracrustais (Neo a Mesoproterozoico)*
- Complexo Embu

Figura 2.2 – Mapa tectônico simplificado, mostrando as relações entre o fragmento cratônico Luís Alves (domínio Luís Alves) e os domínios Apiaí, Curitiba e Paranaguá integrantes do cinturão Ribeira.

Fonte: Modificado de Faleiros (2008).

Nota: O retângulo em azul delimita a folha Itararé (escala 1:100.000).

3. GEOFÍSICA

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

3.1 LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO NA FOLHA ITARARÉ

Os dados aerogeofísicos disponíveis para a região foram originados de dois projetos aerogeofísicos executados na década de 1970: Serra do Mar Sul e São Paulo-Rio de Janeiro (Figura 3.1).

No Projeto Serra do Mar Sul, as linhas de voo apresentam direção N30W, com espaçamento de 1 km, e linhas de controle espaçadas de 20 km, com direção N60E. Os registros foram obtidos, aproximadamente, a cada 1 s, sendo a altura de voo de 150 m.

O Projeto São Paulo-Rio de Janeiro foi levantado com linhas de voo de direção N-S, espaçadas a cada 1 km, e linhas de controle espaçadas de 10 km. Os registros foram obtidos, aproximadamente, a cada 60 m voados, sendo a altura do voo de 150 m.

O processamento de dados tem 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 desses *grids* obedecem a limitações estabelecidas por meio de parâmetros do levantamento aéreo.

Na geração dos *grids* utilizou-se o software Oasis Montaj (versão 6.3.1), da Geosoft, adotando-se para os diversos temas – magnetométrico e gamaespectrométrico – as dimensões de 250 x 250 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 ($\mu\text{R/h}$ – micro-Roentgen por hora), tório (ppm), urânio (ppm), potássio (%), as razões U/Th, U/K, Th/K e composição ternária dos três elementos (U, Th, K).

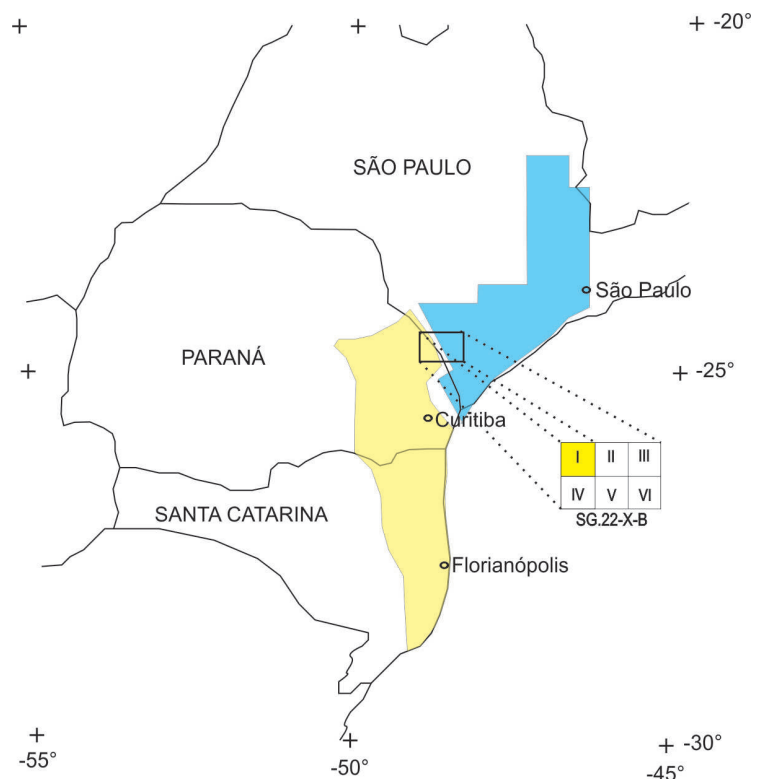


Figura 3.1 – Principais levantamentos aerogeofísicos disponíveis na região.

Notas:

A região em azul é referente à área do projeto São Paulo-Rio de Janeiro (Área São Paulo) e a região em amarelo é referente à área do projeto Serra do Mar Sul.

O retângulo em negrito representa a folha Itararé (1:250.000) (SG.22-X-B).

No detalhe da folha Itararé (1:250.000), a representação da folha Itararé 1:100.000 (SG.22-X-B-I) em destaque amarelo.

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

Convém citar que, durante os trabalhos de integração geofísica, além dos *grids* reprocessados a partir do arquivo XYZ, utilizaram-se os *grids* gerados no Projeto Brazil Airborne Radiometric Mapping Project (BARMP), executado em uma parceria da CPRM com o Geological Survey of Canada e a empresa PGW (Paterson, Grant & Watson). Os valores gamaespectrométricos relativos aos elementos Th e U são fornecidos, neste projeto, em ppm, e, para o elemento K, em porcentagem. Os valores do canal da contagem total apresentam-se em $\mu R/h$.

3.2 INTERPRETAÇÃO AEROGEOFÍSICA QUALITATIVA

A interpretação qualitativa dos dados aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria teve como finalidade auxiliar os trabalhos de atualização da cartografia geológica da Folha Itararé (SG.22-X-B-I, escala 1:100.000).

De modo geral, o estudo restringiu-se à análise de feições geofísicas circunscritas, a partir dos contras-

tes 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 de tabelas de propriedades físicas das rochas, juntamente com as intensidades e as formas das feições geofísicas obtidas no processamento dos dados aéreos (imagens dos *grids*), sugere-se 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, pois, dessa maneira, evita-se a influência das primeiras durante a análise dos dados aerogeofísicos.

3.2.1 Magnetometria

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

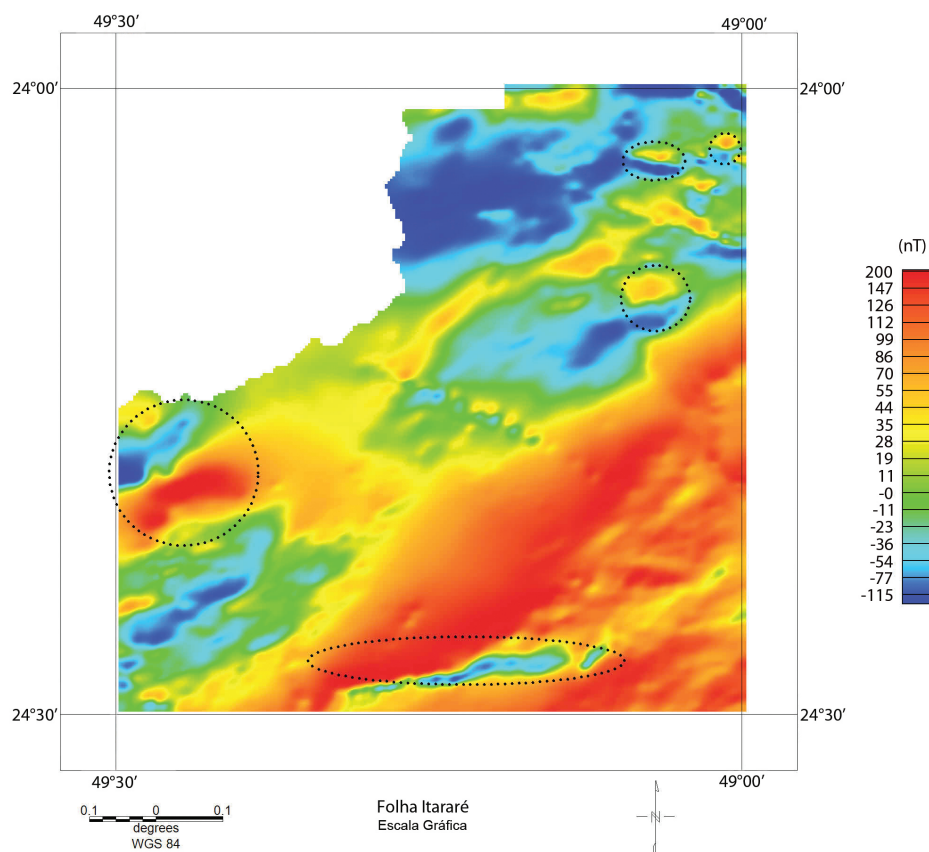


Figura 3.2 – Mapa magnetométrico do campo total da folha Itararé (escala 1:100.000).

3.2.1.1 Campo magnético total

No mapa de campo magnético total da região da Folha Itararé (escala 1:100.000), nota-se uma característica comum a esse tipo de mapa, que é a bipolaridade. Esta nada mais é que a existência de valores positivos (em vermelho) associados a valores negativos (em azul). Algumas dessas bipolaridades foram demarcadas por círculos pontilhados, as quais representam anomalias magnéticas do campo total geradas por corpos magnetizados (Figura 3.2).

3.2.1.2 Sinal Analítico

A realização do sinal analítico em um mapa magnetométrico do campo total nada mais é do que um

artifício matemático utilizado para que as anomalias magnéticas que inicialmente possuem um caráter bipolar passem a monopulares. Outra utilidade desse método é que a amplitude do sinal é posicionada imediatamente acima dos limites de estruturas/corpos, facilitando a identificação e o posicionamento dos corpos magnéticos ou não magnéticos.

No mapa do sinal analítico do campo magnético total da Folha Itararé (escala 1:100.000), nota-se uma região caracterizada por domínios magnéticos predominantemente positivos (em vermelho). No entanto, existe uma região localizada na parte centro-oeste da folha caracterizada por um domínio magnético negativo (em azul). Vale ressaltar que a região noroeste da folha não possui qualquer tipo de cobertura de dados aerogeofísicos (Figura 3.3).

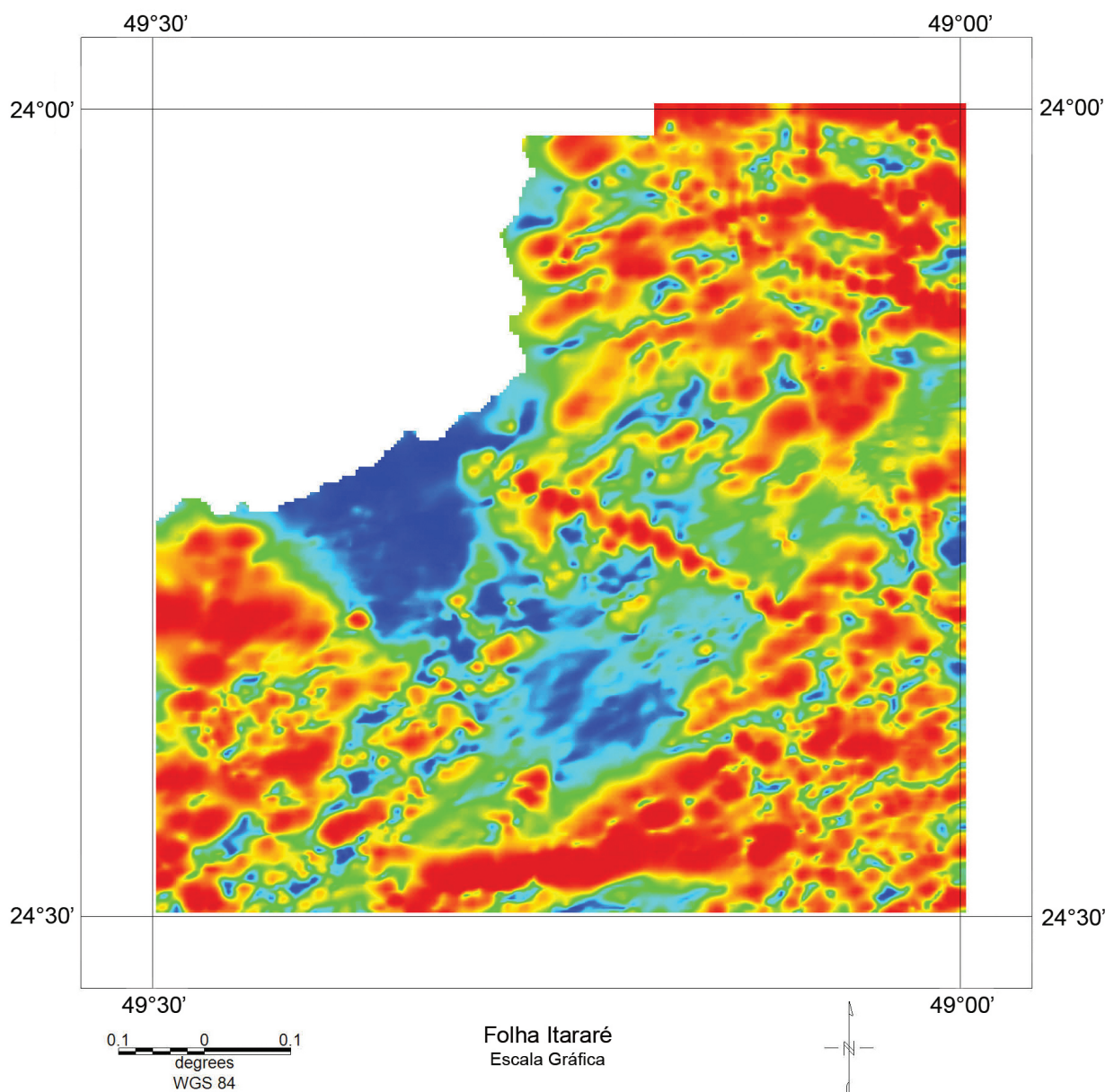


Figura 3.3 – Mapa do sinal analítico do campo magnético total da Folha Itararé (escala 1:100.000).
Nota: Anomalias em vermelho representam valores positivos e, e em azul ausência de magnetização.

3.2.1.3 Primeira Derivada

A aplicação da primeira derivada vertical do campo magnético total caracteriza-se por realçar as estruturas magnéticas (falhas/fraturas). Nota-se que, na área, a predominância de alinhamentos magnéticos associados a falhas/fraturas é na direção NE-SW; porém, existem dois alinhamentos magnéticos perpendiculares cortando o trend principal dos alinhamentos magnéticos (Figura 3.4).

As descontinuidades com direção NW merecem atenção, uma vez que fogem ao padrão estrutural regional, que possui direção NE-SW.

3.2.2 Gamaespectrometria

Os mapas dos radioelementos Th, U e K correspondem à geologia de superfície e representam a distribuição

de diferentes rochas e solos aflorantes. Na área dos projetos aerogeofísicos São Paulo-Rio de Janeiro e Serra do Mar Sul, os níveis radiométricos inicialmente medidos em cps (choques por segundo) estão convertidos, para concentrações de U e Th, em ppm, e K, em porcentagem, por meio do método backcalibration. A contagem total é expressa, como taxa de exposição, em $\mu\text{R/h}$.

A gamaespectrometria ou radiometria é considerada um guia para localizar rochas com radioatividade acima do *background*, como granitoides e rochas alcalinas, mas não convém esquecer sua importância nas feições com radiação decrescente ou com baixas emissões de radiação gama, como muitas existentes na área.

Os mapas gamaespectrométricos da Folha Itararé (escala 1:100.000) (contagem total, elementos potássio, tório e urânio) são apresentados na Figura 3.5.

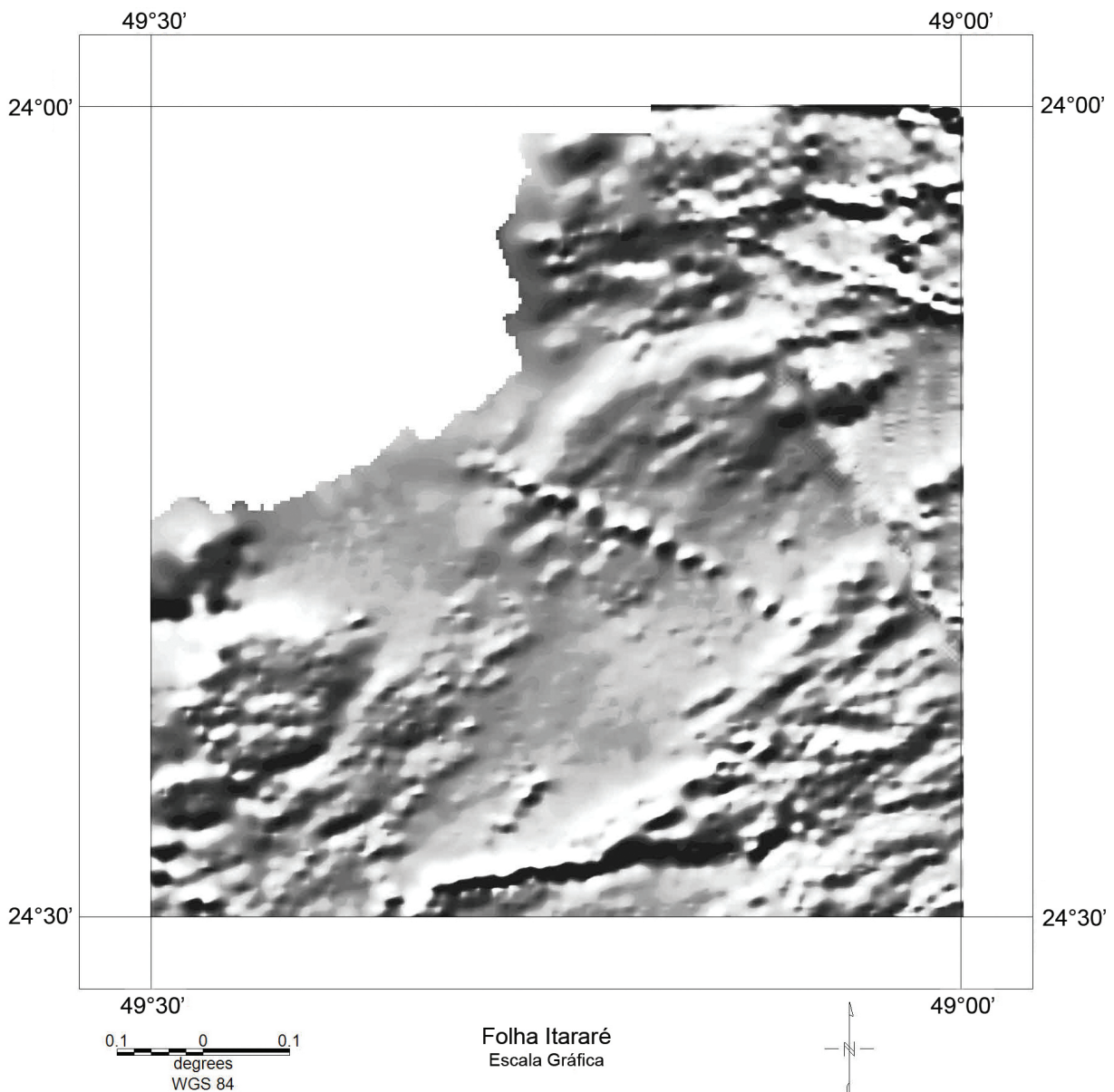


Figura 3.4 – Mapa da primeira derivada vertical do campo magnético total da folha Itararé (escala 1:100.000).

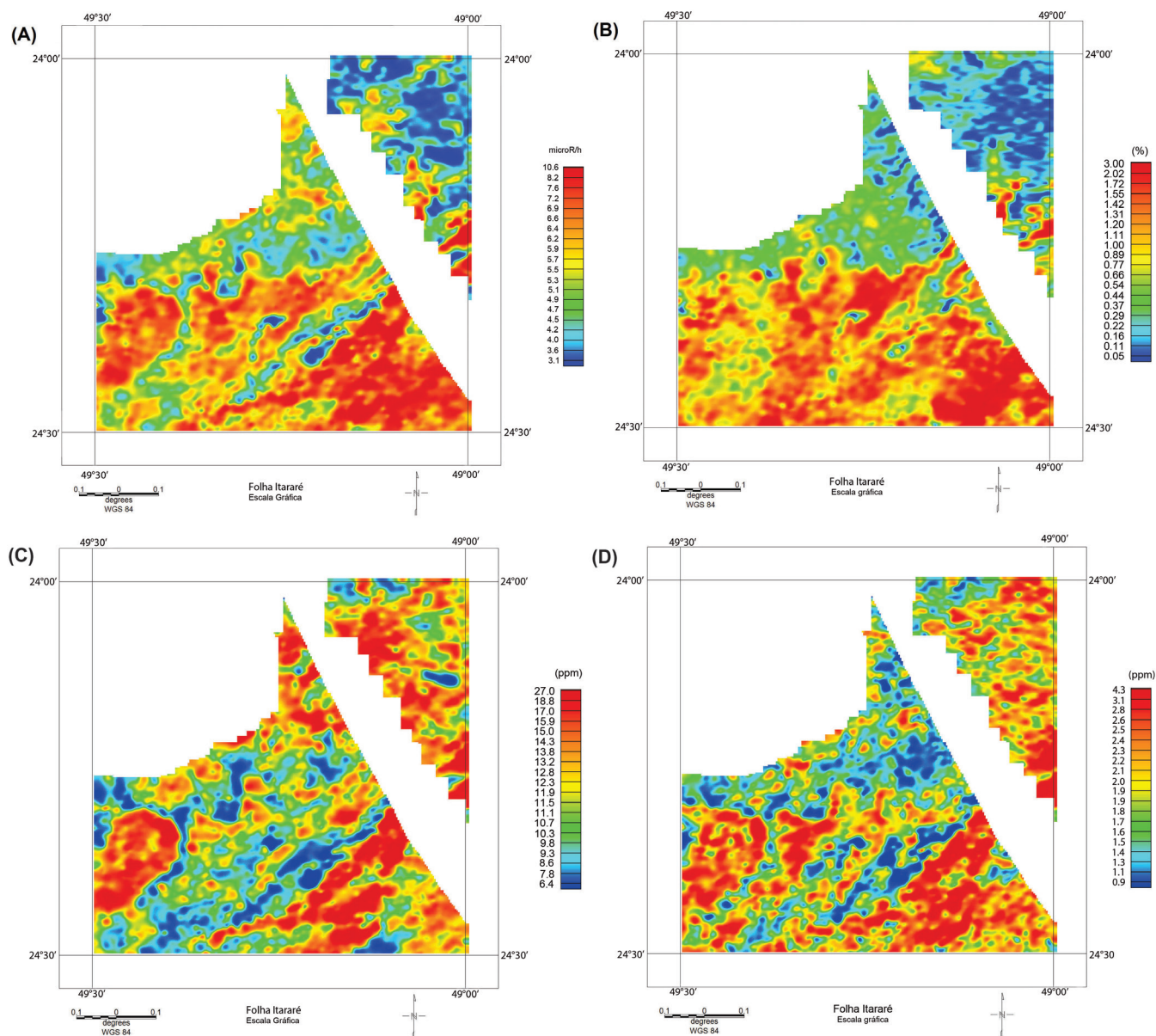


Figura 3.5 – Mapas gamaespectrométricos da região: (a) contagem total; (b) potássio; (c) tório; (d) urânio (folha Itararé, escala 1:100.000).

O mapa de composição ternária dos elementos radioativos potássio, tório e urânio (Figura 3.6) facilita a visualização integrada dos três elementos. De modo geral, pode-se afirmar que esse mapa representaria uma aproximação da geologia superficial local.

A faixa com ausência de informação gamaespectrométrica (Figuras 3.5 e 3.6) corresponde a uma área sem cobertura de voo, localizada no limite entre os dois projetos.

No geral, os mapas gamaespectrométricos se apresentam com um índice relativamente alto de radioelementos, especialmente na região centro-sul da folha.

No mapa do elemento tório destacam-se alguns corpos com alto índice desse elemento: um localizado na região sudoeste da folha, com formato elipsoidal; os demais, com formato alongado e direção SW-NE, localizados ao sudeste da folha.

3.3 INTERPRETAÇÃO AEROGEOFÍSICA DE DADOS MAGNÉTOMETRÍCOS E GAMAESPECTROMÉTRICOS

Procedendo-se à análise do mapa de derivada vertical do campo magnético total (Figura 3.4) e traçando os principais alinhamentos, teremos o mapa de alinhamentos magnéticos da região (Figura 3.7).

Com a interpretação aerogeofísica dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos produziu-se um mapa qualitativo de feições geofísicas baseado nas propriedades geofísicas presentes em cada um dos corpos (Figura 3.8).

Os corpos interpretados na Figura 3.8 possuem, qualitativamente, as características, mostradas no Quadro 3.1.

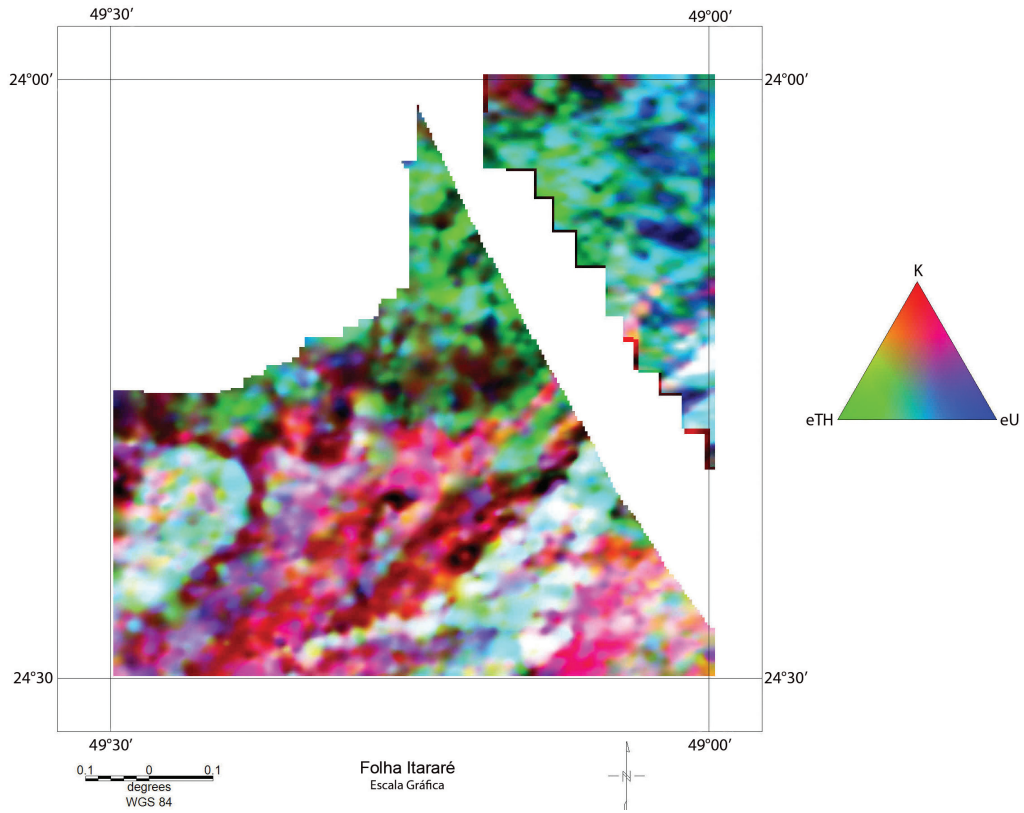


Figura 3.6 – Mapa de composição ternária dos elementos potássio, tório e urânio (folha Itararé, escala 1:100.000).

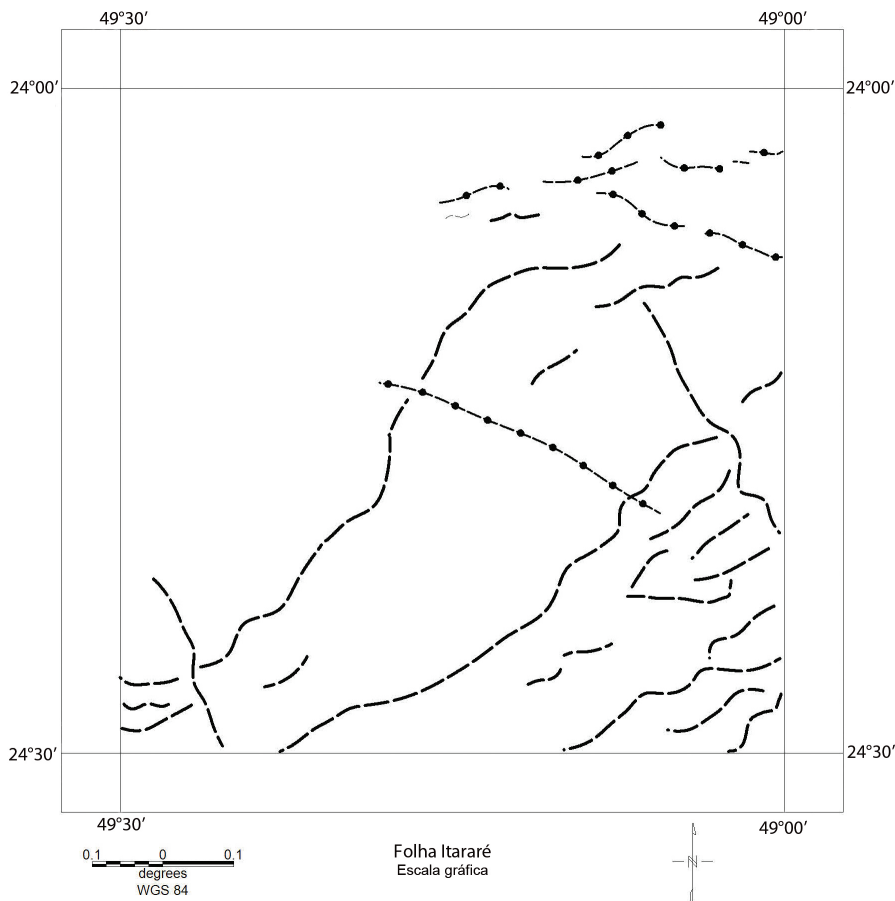


Figura 3.7 – Mapa de alinhamentos magnéticos na folha Itararé (escala 1:100.000).

Nota: As linhas tracejadas indicam possíveis estruturas geológicas tipo falhas e fraturas; as linhas contínuas indicam possíveis diques.

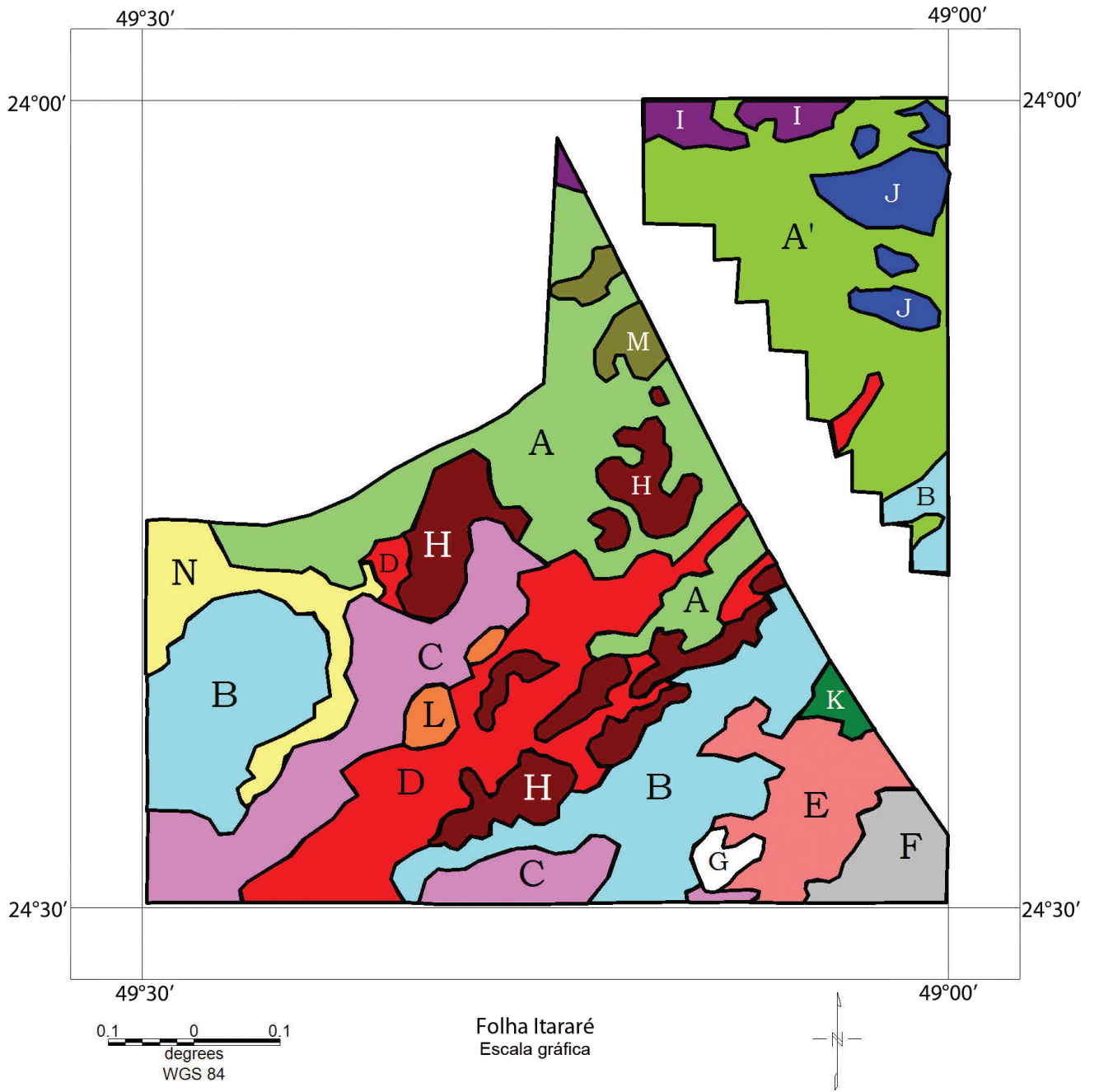


Figura 3.8 – Mapa de interpretação geofísica qualitativa da folha Itararé (escala 1:100.000).

Quadro 3.1 – Propriedades qualitativas dos corpos mapeados a partir dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos.

PROPRIEDADES GEOFÍSICAS	MAGNÉTICO	POTÁSSIO	TÓRIO	URÂNIO
Corpo A	Baixo	Médio	Alto/Médio	Baixo
Corpo A'	Alto/Médio	Baixo	Alto	Alto
Corpo B	Alto	Alto	Alto	Alto
Corpo C	Médio	Alto	Médio	Alto
Corpo D	Baixo	Alto	Médio	Alto/Médio
Corpo E	Alto	Alto	Médio/Baixo	Alto
Corpo F	Alto/Médio	Alto	Alto	Alto
Corpo G	Alto	Alto	Alto	Alto
Corpo H	Baixo	Médio	Baixo	Baixo
Corpo I	Alto	Baixo	Baixo	Baixo
Corpo J	Alto	Baixo	Baixo	Alto
Corpo K	Alto	Médio	Alto	Médio
Corpo L	Alto	Alto	Baixo	Baixo
Corpo M	Alto	Baixo	Médio	Baixo
Corpo N	Alto/Médio	Médio	Baixo	Baixo

4. LITOESTRATIGRAFIA

A área estudada apresenta diversas propostas de arranjo estratigráfico para as unidades pré-cambrianas com base em trabalhos envolvendo mapeamento geológico (ver discussões e revisões detalhadas em Souza (1990), Campanha (1991), Fassbinder (1996) dentre outros). Entretanto, os trabalhos geológicos desenvolvidos neste projeto, aliados à integração de grande número de dados geocronológicos, em parte inéditos, obtidos recentemente (GUIMARÃES, 2000; PRAZERES FILHO, 2000, 2005; CURY et al., 2002; BASEI et al., 2003; SIGA JÚNIOR et al., 2003, 2009; CAMPANHA et al., 2008a, 2008b; FALEIROS, 2008; CURY, 2009), permitiram uma reformulação substancial do quadro estratigráfico das unidades pré-cambrianas da Folha Itararé (Figura 4.1). O magmatismo ediacarano (Brasiliano) e as unidades fanerozoicas (sedimentos da Bacia do Paraná, magmatismo mesozoico e sedimentos quaternários) serão descritos em itens separados. Na Figura 4.2 é apresentado o mapa geológico simplificado da Folha Itararé (escala 1:100.000).

4.1 TERRENO APIAÍ

O Terreno Apiaí ocupa a porção sul da Folha Itararé. Compreende unidades de rochas metassedimentares agrupadas no Supergrupo Açungui, ocorrências restritas de rochas migmatíticas consideradas como possíveis núcleos de embasamento paleoproterozoico (Complexo Apiaí-Mirim), além de extenso magmatismo granítico brasileiro.

4.1.1 Complexo Apiaí-Mirim: unidade migmatítica (PPamm)

O Complexo Apiaí-Mirim, definido por Chiodi Filho et al. (1983) como Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, aflora a SSW do estado de São Paulo, entre Capão Bonito e Itapirapuã Paulista, sendo caracterizado como corpos de rochas metamórficas (para- ou ortoderivadas) associadas à Suíte Granítica Três Córregos e dispostas em uma faixa orientada NE-SW. O termo "Complexo Apiaí-Mirim" tem sido utilizado por diver-

sos autores (CHIODI FILHO et al., 1983; TAKAHASHI et al., 1984; THEODOROVICZ et al., 1986; GIMENEZ FILHO, 1993; PERROTA et al., 2005, dentre outros) com significados diferentes. Neste trabalho, o termo é utilizado para denominar núcleos de rochas migmatíticas (PPamm) e augen gnaisses (PPamag) que ocorrem associados à Suíte Granítica Três Córregos.

Corpos de augen gnaisse (PPamag) localizados próximo à Folha Itararé foram datados por Gimenez Filho (1993) pelo método Rb-Sr, em rocha total, sendo obtidas idades de 1801 ± 38 e 1790 ± 86 Ma. Também foi obtida uma idade imprecisa de 1,86 Ga através do método U-Pb em zircões pelo referido autor. Prazeres Filho (2005), próximo à localidade de Apiaí-Mirim, obteve em ortognaisses correlacionáveis a essa unidade uma idade U-Pb em zircões de 1752 ± 9 Ma, associada à época de formação/cristalização dessas rochas.

Na Folha Itararé ocorre a Unidade Migmatítica (PPamm) do Complexo Apiaí-Mirim, correlata às ocorrências cartografadas em mapeamentos anteriores como Complexo Pré-Setuva (Unidade AeMg: gnaisses parcialmente migmatizados) de Bistrichi et al. (1985), Granitoides de Anatexia/Migmatitos (PStcGaMg) de Gimenez Filho (1993) e Rochas Gnáissico-Migmatíticas de Prazeres Filho (2005).

A área aflorante mais extensa ocorre no limite sul da folha, na região do córrego do Fundão e ribeirão dos Veados (Itapirapuã Paulista, SP). Uma ocorrência menor localiza-se na porção nordeste, a sul da serra do Sítio (Figura 4.3). Ambas as ocorrências foram cartografadas inicialmente por Bistrichi et al. (1985).

É difícil observar, no campo, os contatos dessa unidade com as rochas de outras litologias (especialmente com os granitos associados à Suíte Granítica Três Córregos), devido, principalmente, à ausência de exposição adequada.

A unidade apresenta-se, em sua maior parte, como blocos e matacões, sendo composta por migmatitos com intercalações descontínuas de (hornblenda)-biotita-ortognaisses. Os migmatitos caracterizam-se por bandamento centimétrico diferenciado pela variação mineralógica e pelo índice de cor (Figuras 4.4 e 4.5).

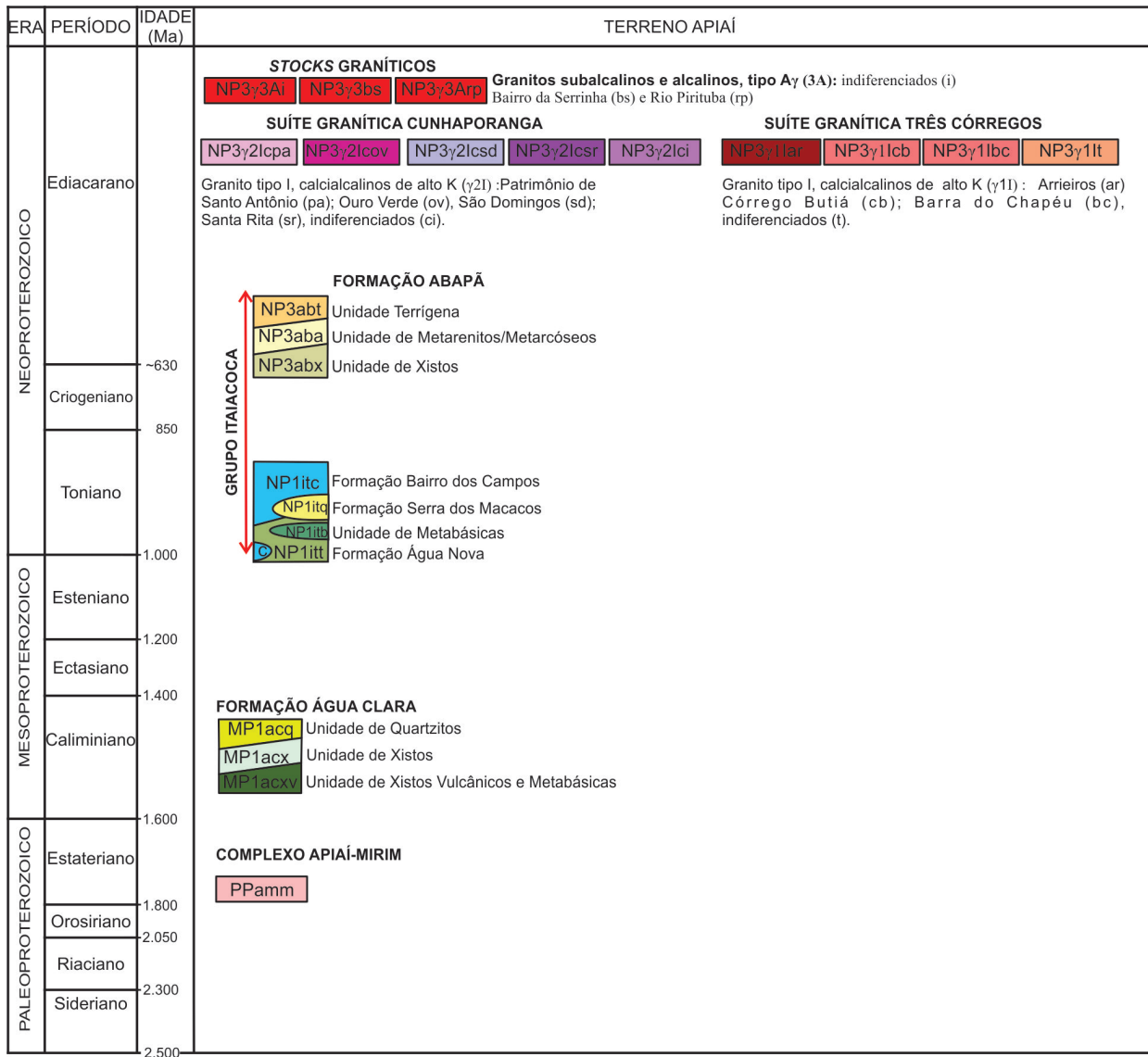


Figura 4.1 – Relações tectonoestratigráficas das unidades pré-cambrianas da folha Itararé (escala 1:100.000).

O mesossoma é composto por anfibólio-biotita-gnaiss de granulação média, textura no geral granoblástica, equigranular e mesocrático (cor cinza).

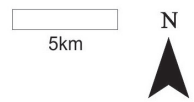
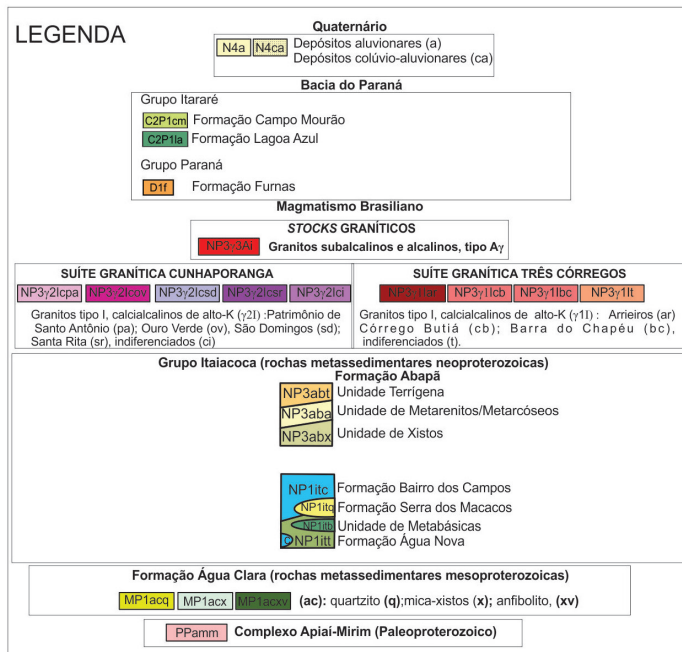
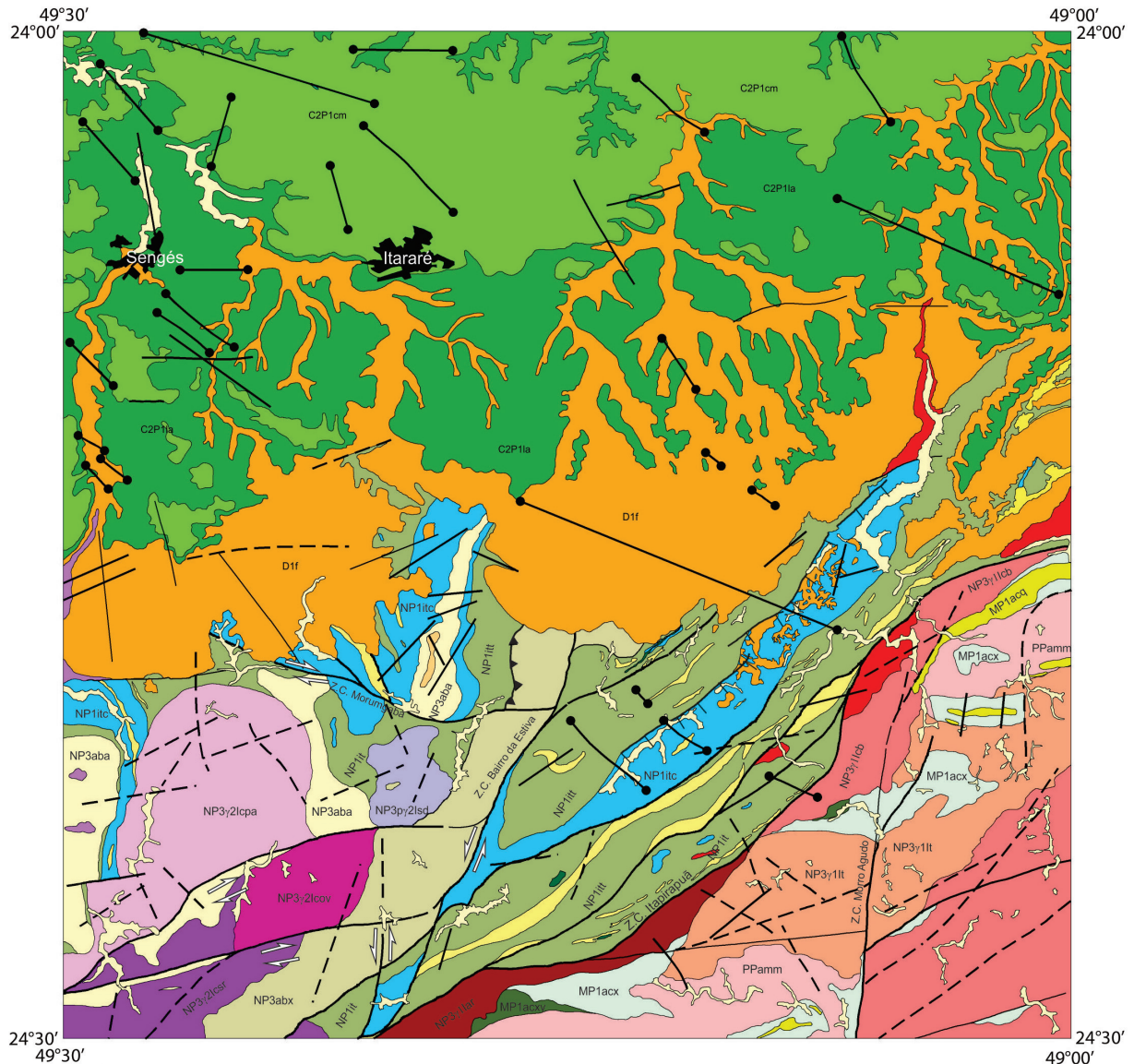
O leucossoma é de natureza granítica, de granulação grossa a muito grossa, inequigranular e leucocrático. O melanossoma ocorre como leitos biotíticos milimétricos a centimétricos. Localmente, são observadas injeções de veios graníticos (biotita-monzogranitos de granulação grossa) discordantes da foliação principal. Adicionalmente, entre os migmatitos ocorrem corpos descontínuos de (hornblenda)-biotita-augengranito-gnaiss com granulação média a grossa, inequigranulares e leucocráticos, apresentando foliação de caráter milonítico a protomilonítico definida pela isorientação de minerais micáceos (principalmente biotita) e estiramento de quartzo e feldspato. Imersos na matriz ocorrem porfiroclastos de feldspato potássico centimétricos.

O posicionamento estratigráfico da Unidade Migmatítica (PPamm) do Complexo Apiaí-Mirim, em

relação às demais unidades litoestratigráficas da Folha Itararé, é uma questão a ser investigada, sendo que a associação dessa unidade com a Suíte Granítica Três Córregos é uma hipótese plausível.

4.1.2 Supergrupo Açungui

A elevação do Grupo Açungui à categoria de supergrupo deve-se a Campanha (1991) e a Campanha e Sadowski (1999). Entretanto, devido aos dados geocronológicos publicados nos últimos anos e ao grande avanço no conhecimento geológico regional, adotamos aqui uma nova separação estratigráfica interna para o Supergrupo Açungui no âmbito da Folha Itararé (por ordem de idade decrescente): Formação Água Clara e Grupo Itaiacoca. Por sua vez, o Supergrupo Açungui é aqui considerado como um terreno composto e as unidades supracitadas provavelmente não representam uma bacia sedimentar única.



- dique
- ||| falha extensional (normal)
- falha indiscriminada
- - - falha ou fratura aproximada
- ▲▲ falha ou zona de cisalhamento compressional
- falha ou zona de cisalhamento transcorrente indiferenciada
- ⇌ falha/zona de cisalhamento transcorrente destal
- ⇌ falha/zona de cisalhamento transcorrente sinistral

Figura 4.2 – Mapa geológico simplificado da folha Itararé (escala 1:100.000).

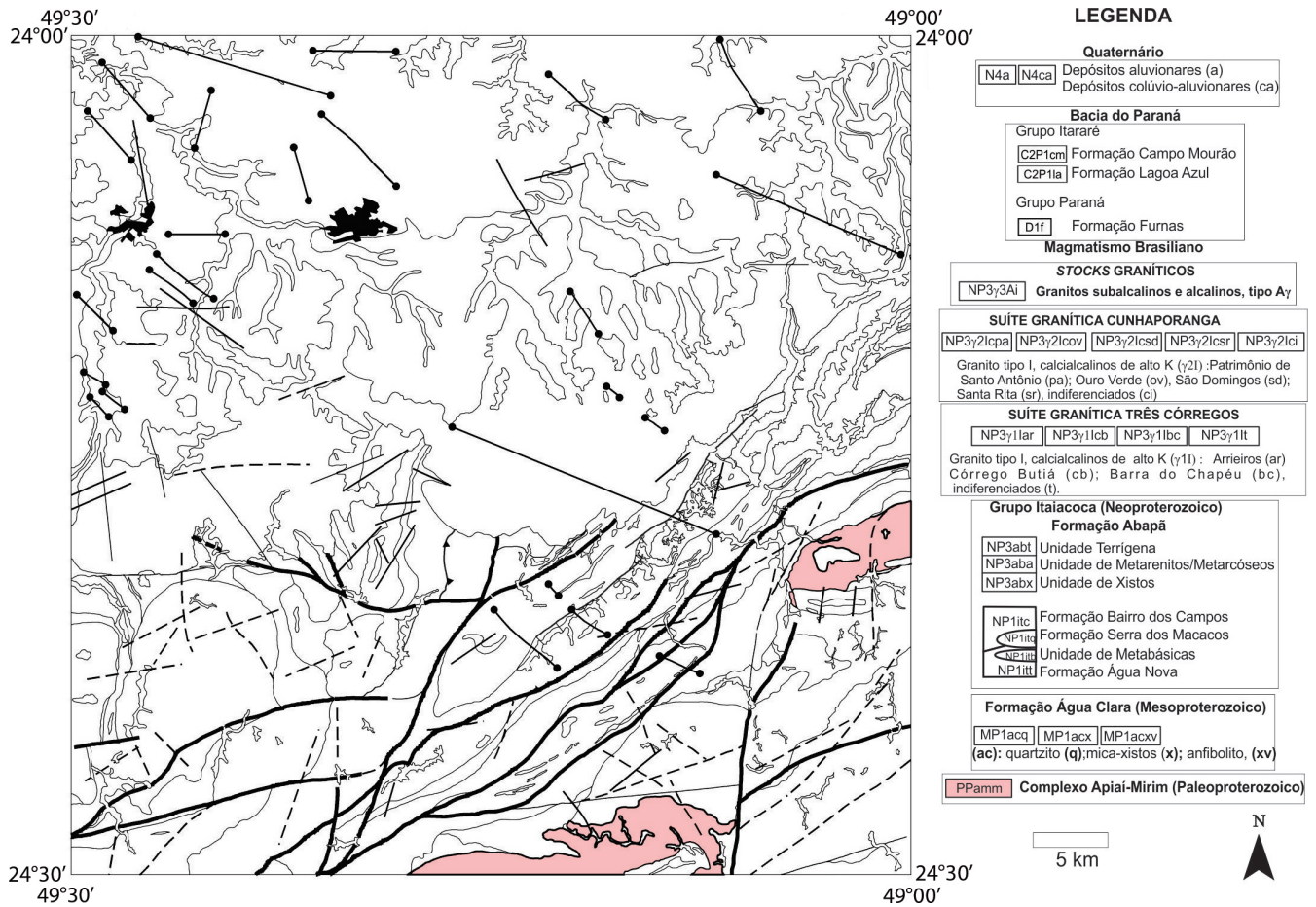


Figura 4.3 – Área de exposição do complexo Apiaí-Mirim na folha Itararé (escala 1:100.000).



Figura 4.4 – Migmatito bastante alterado da unidade migmatítica (PPamm) do complexo Apiaí-Mirim, alternando níveis de leucossoma (cor branca) e mesossoma (afloramento SW-1053, 5 km a noroeste de Itapirapuã Paulista, SP).



Figura 4.5 – Migmatito bastante alterado da unidade migmatítica (PPamm) do complexo Apiaí-Mirim, com níveis de leucossoma (cor branca) centimétricos e boudinados (afloramento SW-696, 1,5 km oeste do bairro do Pequeno, Itapirapuã Paulista, SP).

4.1.2.1 Formação Água Clara (MP1ac)

A Formação Água Clara, definida originalmente por Marini et al. (1967), aflora na Folha Itararé como diversos corpos interpretados como restos de tetos pendentes (*roof pendants*) ou como grandes xenólitos nas rochas associadas à Suíte Granítica Três Córregos (Figura 4.6).

Segundo Fiori (1990) e Kops (1994), essa unidade está possivelmente relacionada a um ambiente de sedimentação de águas normalmente rasas, associado a uma plataforma continental e com vulcanismo básico e raramente ácido. As rochas passaram por metamorfismo de grau médio, gradando de E para W, da zona da actinolita para a do diopsídio (ALMEIDA et al., 1986; ALMEIDA, 1989). O metamorfismo de contato está representado por *hornfels* foliados com anfibólio, epidoto e carbonato, próximo aos contatos da Suíte Granítica Três Córregos. Análises geoquímicas em anfibolitos indicaram fonte rica em elementos incompatíveis e terras-raras leves, característica de manto tipo subcontinental (E-MORB) (REIS NETO, 1994).

Na Folha Itararé, a Formação Água Clara foi subdividida em três unidades informais: Xistos (MP1acx), Quartzitos (MP1acq) e Xistos Vulcânicos (MP1acxv).

4.1.2.1.1 Unidade de xistos (MP1acx)

A Unidade de Xistos (MP1acx) compreende intercalações entre camadas métricas a centimétricas de mica-xisto e quartzo-micaxisto, além de intercalações métricas e descontínuas de metacalcário, rochas calcissilicáticas e quartzito. Também são comuns *hornfels* associados à Suíte Granítica Três Córregos.

Os quartzo-micaxistos e micaxistos são compostos por quartzo, muscovita, clorita, biotita e granada. Apresentam granulação média a fina, textura lepidogranoblástica a lepidoblástica, bandamento composicional centimétrico (Figura 4.7) a milimétrico e xistosidade penetrativa.

As rochas calcissilicáticas, em geral, são cálcio-xistos com granulação média a fina, textura lepidoblástica e cor verde. A mineralogia principal é constituída por diopsídio, actinolita, carbonatos, quartzo, biotita e muscovita. Como minerais acessórios são observados clorita, epidoto, titanita e apatita.

Os metacalcários caracterizam-se como mármore calcíticos impuros e puros, por vezes bandados, com acamamento reliquiar, granulação fina a média e textura granoblástica (forte recristalização).

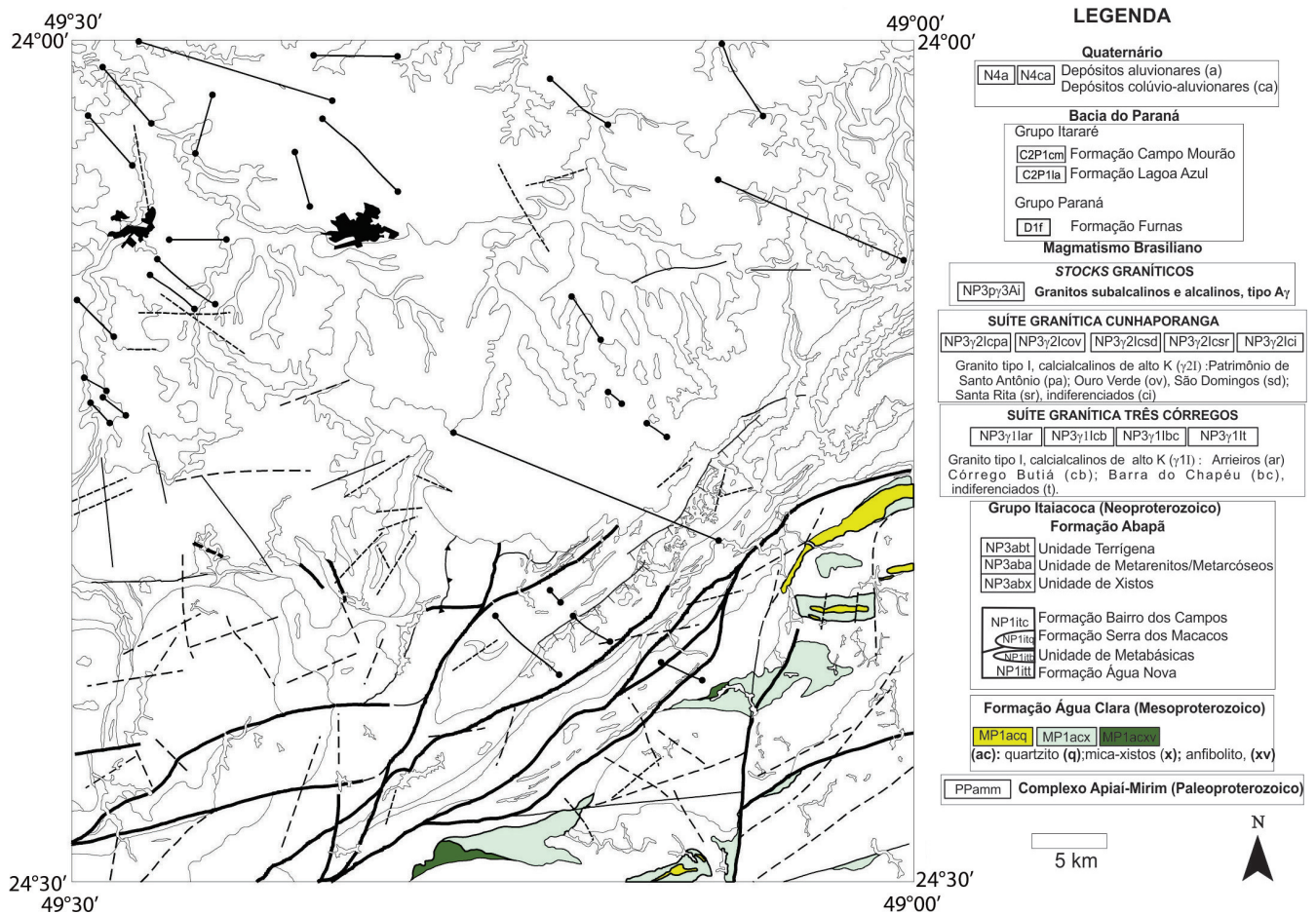


Figura 4.6 – Área de exposição da formação Água Clara na folha Itararé (escala 1:100.000).



Figura 4.7 – Quartzo-micaxisto da unidade de xistos (MP1acx) da formação Água Clara, com bandamento centimétrico composicional alternando níveis mais micáceos ou quartzosos (afloramento SW-157, bairro do Morro Agudo, Barra do Chapéu, SP).



Figura 4.9 – Contato entre granito fino róseo e hornfels da unidade de xistos (MP1acx) da formação Água Clara (afloramento SW-156, 1,5 km a oeste do bairro de Morro Agudo, Barra do Chapéu, SP).



Figura 4.8 – Intercalações centimétricas de quartzito grosso em quartzo-micaxistos da unidade de xistos (MP1acx) da formação Água Clara (afloramento SW-159, 1,5 km a oeste do bairro de Morro Agudo, Barra do Chapéu, SP).

Os quartzitos apresentam granulação média a grossa e textura granoblástica. Como minerais secundários, muscovita, feldspato potássico e biotita (Figura 4.8).

Nas zonas de contato com a Suíte Granítica Três Córregos, são observados *hornfels*, nos quais ocorrem silimanita, andaluzita e cumingtonita-grunerita (anfíblio), que formam paragêneses minerais indicativas de fácies anfíbolito (500 a 700°C). Nesses *hornfels*, são comuns injeções de material granítico (Figura 4.9).

4.1.2.1.2 Unidade de quartzitos (MP1acq)

A Unidade de Quartzitos (MP1acq) é formada, predominantemente, por quartzitos, com intercalações subordinadas de mica-quartzo-xisto. Ocorrem associados à Unidade de Xistos (MP1acx) como corpos alongados, orientados nas direções NE-SW e E-W. As rochas formam cristas alinhadas que se destacam na topografia, conforme observado na serra do Sítio e Morro Agudo, sendo estas as principais ocorrências da unidade na Folha Itararé.

Os quartzitos, em geral, são de dois tipos: quartzitos finos, puros, e quartzitos de granulação média a grossa, feldspáticos, por vezes micáceos. Apresentam-se maciços quando muito recristalizados, mas, localmente, podem ser foliados ou bandados.

4.1.2.1.3 Unidade de xistos vulcânicos (MP1acxv)

Na Unidade de Xistos Vulcânicos (MP1acxv) ocorrem anfíbolitos associados a anfíblio-xistos e metaultramáficas. Normalmente, os anfíbolitos apresentam granulação fina a média, com textura nematoblástica, foliação incipiente, cor cinza-escuro a cinza-esverdeado (Figura 4.10). São constituídos por hornblenda, plagioclásio e epídoto. Clinopiroxênio (em geral, substituído por hornblenda), titanita, apatita e zircão ocorrem como minerais acessórios.

Já os anfíblio-xistos, geralmente, são caracterizados como tremolita-xistos, com predomínio de forte textura nematoblástica, granulação média a fina e cor verde. A mineralogia é essencialmente constituída por tremolita, epídoto e carbonatos.



Figura 4.10 – Anfibolito (metabásica) da unidade de xistos vulcânicos (MP1acx) da formação Água Clara (afloramento SW-927, bairro Sítio Velho, Ribeira, SP).

As rochas metaultramáficas são essencialmente hornblenditos a clinopiroxênio e biotita. São constituídas por hornblenda e clinopiroxênio, sendo que biotita e epidoto ocorrem como minerais acessórios.

Estudos litogeoquímicos realizados por Weber et al. (2004) nas rochas metabásicas pertencentes à Formação Água Clara sugerem para estas uma origem ortoderivada de natureza toleítica subalcalina, representando basaltos de fundo oceânico transicionais (T-MORB) ou basaltos de arco de ilha (OIB), fato este já levantado por Frascá et al. (1990, 1997), Maniese (1997) e Maniese e Oliveira (1999).

Datações U-Pb em zircões de metabasitos, na região de Araçáiba (SP), forneceram idades do intercepto superior de 1593 ± 70 Ma, 1561 ± 18 Ma, 1484 ± 76 Ma e 1477 ± 47 Ma (WEBER et al., 2004).

4.1.2.2 Grupo Itaiacoca

O Grupo Itaiacoca foi definido, inicialmente, como formação por Almeida (1957). Corresponde a uma sequência de rochas metavulcanossedimentares de baixo grau metamórfico que ocorre em uma faixa de direção NE-SW (Figura 4.11). Essas rochas são fortemente afetadas por zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis e por intrusões graníticas ediacaranas (principalmente pelo magmatismo associado à Suíte Granítica Cunhaporanga).

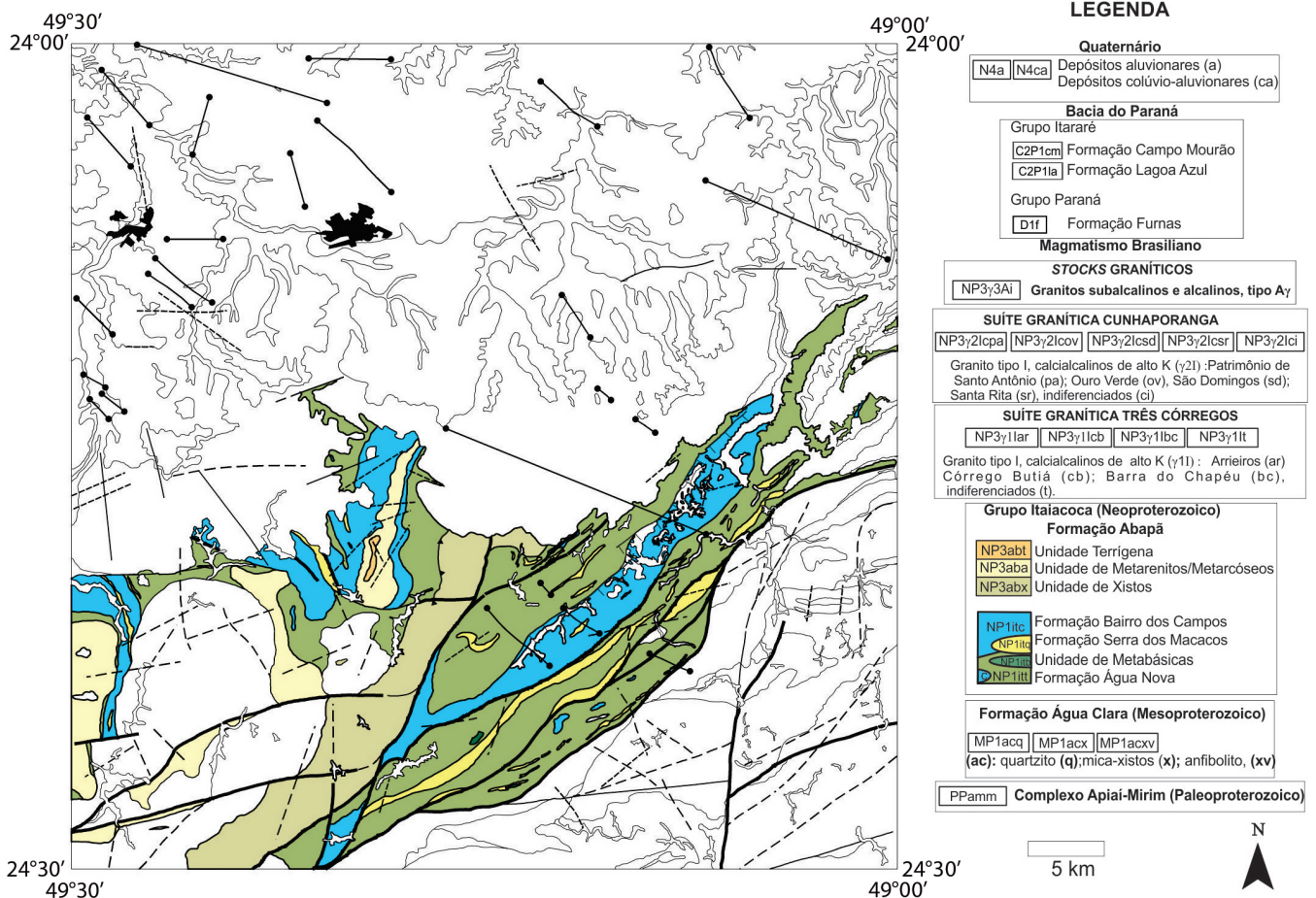


Figura 4.11 – Área de exposição do grupo Itaiacoca na folha Itararé (escala 1:100.000).

O Grupo Itaiacoca apresenta diversas propostas de arranjo estratigráfico, destacando-se os trabalhos de Bistrichi et al. (1985), Trein et al. (1985), Theodorovicz et al. (1986), Souza (1990), Reis Neto (1994) e Prazeres Filho et al. (1998). Nos últimos anos, a partir de dados geocronológicos U-Pb na região paranaense de Abapã e Socavão, Siga Júnior et al. (2003, 2009) definiram seu empilhamento estratigráfico em duas grandes unidades litoestratigráficas: uma sequência basal, de rochas metacarbonáticas e metapelitos, de idades associadas ao final do Mesoproterozoico e início do Neoproterozoico (1030-908 Ma: U-Pb em zircões de rochas metabásicas) (SIGA JÚNIOR et al., 2009), e uma sequência superior, de rochas metavulcano-clásticas, metarenitos arcoseanos e metapelitos, do final do Neoproterozoico (645-628 Ma: U-Pb em zircões de rochas metavulcânicas) (SIGA JÚNIOR et al., 2003).

Neste trabalho são adotadas cinco unidades/formações litoestratigráficas, sendo utilizadas as denominações apresentadas nos trabalhos de Souza (1990) e Reis Neto (1994) e considerados os dados geocronológicos atuais para compor o empilhamento estratigráfico: Formação Água Nova (NP1it), Unidade de Metabásicas (NP1ib), Formação Serra dos Macacos (NP1iq), Formação Bairro dos Campos (NP1ic) e Formação Abapã (Unidade de Metarenito/Metarcóseos (NP3aba), Unidade Terrígena (NP3abt) e Unidade de Xistos (P3abx)).

As unidades mais antigas, de idades do final do Mesoproterozoico e do início do Neoproterozoico, são as formações Água Nova, Serra dos Macacos, Bairro dos Campos e Unidade de Metabásicas, correspondentes à sequência basal de rochas metacarbonáticas e metapelitos de Siga Júnior et al. (2009). A sequência de topo de rochas metavulcano-clásticas, metarenitos arcoseanos e metapelitos do final do Neoproterozoico de Siga Júnior et al. (2009) é correspondente à Formação Abapã.

As divergências apresentadas quanto ao empilhamento estratigráfico das associações litológicas mapeadas do Grupo Itaiacoca na Folha Itararé são atribuídas a inúmeros fatores, tais como deformações presentes (dobramentos, cisalhamentos, aloctonia), grau de alteração/intemperismo dos afloramentos e ausência de continuidade lateral dos afloramentos.

4.1.2.2.1 Formação Água Nova (NP1it)

A Formação Água Nova (NP1it) foi definida originalmente por Souza (1990) como uma sequência de rochas metapelíticas e metacarbonáticas associadas a ambiente oceânico de plataforma continental. Em trabalhos anteriores de maior detalhe (escala 1:50.000), como de Bistrichi et al. (1985) e Souza (1990), essa formação é subdividida em diversas unidades, com critérios estratigráficos distintos e de difícil correlação regional.

A formação é caracterizada pela ocorrência predominante de metassedimentos de natureza terrígena, ocorrendo, localmente, intercalações de rochas com associações carbonáticas (metamargas).

As maiores ocorrências dessa unidade localizam-se na porção central da área, com orientação NE-SW. Ocorrências menores são encontradas na porção noroeste da Folha Itararé, nas localidades de Palmeirinha de Cima e no bairro São Domingos (Sengés, PR).

Os contatos com as outras unidades litológicas pré-cambrianas são de natureza tectônica, definidos por zonas de cisalhamento dúcteis/rúpteis. Também ocorrem contatos por discordância angular erosiva com os sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná (Figura 4.12).

Essa formação é constituída, principalmente, por metarritmitos finos (ardósias e filitos), com bandamento muito contínuo (Figura 4.13), no qual se alternam camadas subdecimétricas de metassilito, camadas centimétricas subordinadas de metargilito e eventualmente metarenito fino a muito fino. São comuns as intercalações de metamargas (filitos carbonáticos) e metacalcários, sendo que alguns destes formam corpos mapeáveis associados à Formação Bairro dos Campos (NP1ic).

Localmente, são observados pacotes métricos de metarenitos, ocorrendo ainda corpos subordinados centimétricos de metaconglomerados polimíticos (Figura 4.14). Também são individualizados corpos mapeáveis de quartzito fino associado à Formação Serra dos Macacos (NP1iq).

Nas rochas metassedimentares terrígenas (por exemplo, metarritmitos e metarenitos finos) são preservados diferentes tipos de estruturas primárias, tais como laminações plano-paralelas (em metarritmitos finos), estratificação plano-paralela (em metarritmitos com níveis de areia fina) e dobras convolutas associadas a escorregamentos (*slumps*). Nos metacalcários intercalados com

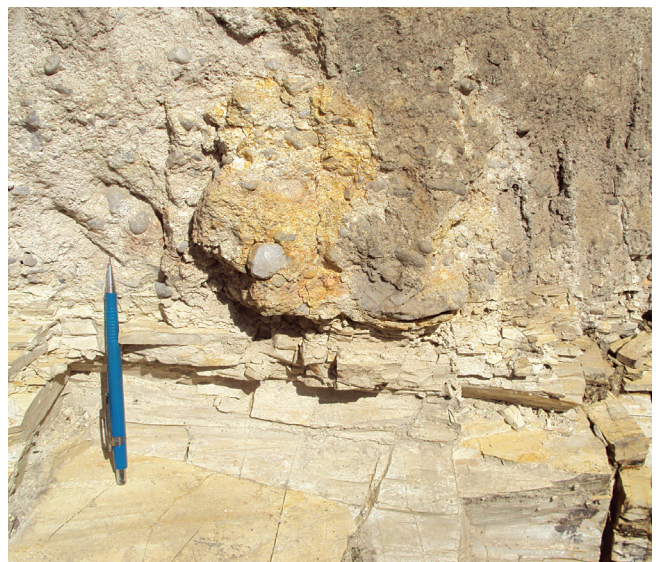


Figura 4.12 – Discordância angular erosiva entre sedimentos paleozoicos da bacia do Paraná (conglomerados da formação Furnas) e filitos quartzosos da formação Água Nova (NP1it) (afloramento SW-14, SP-258, 3 km a norte de Bom Sucesso de Itararé, SP).



Figura 4.13 – Metarritmitos finos: intercalações centimétricas de níveis silteosos com níveis de areia fina, caracterizando bandamento composicional contínuo (laminação plano-paralela) da formação Água Nova (NP1it) (afloramento SW-17, SP-258, 2,5 km a norte de Bom Sucesso de Itararé, SP).

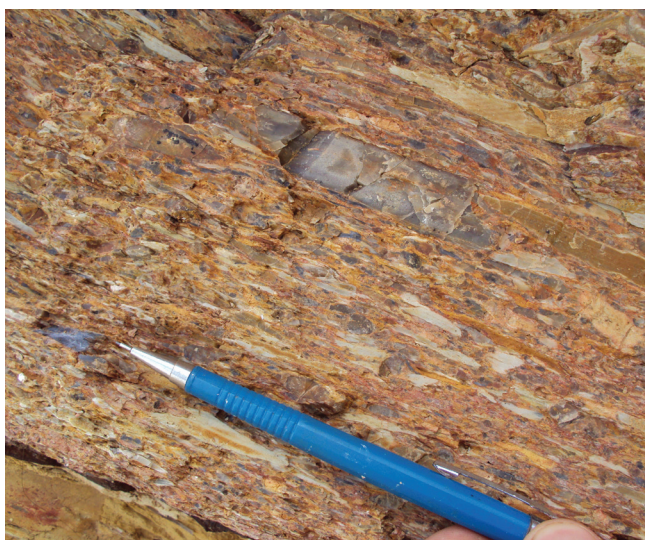


Figura 4.14 – Camada de metaconglomerado polimítico (seixos de calcário, siltitos e quartzitos) da formação Água Nova, unidade terrígena (NP1it) (afloramento SW-16, SP-258, 2,5 km a norte de Bom Sucesso de Itararé, SP).

essa unidade também são observadas estruturas primárias preservadas, como camadas estratificadas e níveis com oólitos.

Os metarritmitos (filitos e ardósias) apresentam granulações muito finas, textura lepidogranoblástica e/ou granolepidoblástica e são constituídos, essencialmente, por sericita e quartzo; nos termos margosos (filitos carbonáticos), ocorrem carbonatos (principalmente calcita). Há presença de clorita, turmalina, zircão e rutilo como minerais acessórios. Em seções delgadas é observado um bandamento submilimétrico, que alterna lâminas

enriquecidas em quartzo, sericita ou carbonato (filitos carbonáticos), evidenciando a presença de acamamento reliquiar. Localmente, ocorrem cristais centimétricos de sulfetos disseminados na matriz das rochas.

Entre as rochas metassedimentares associadas à Formação Água Nova (NP1it) destacam-se pacotes de filitos que têm sido utilizados como matéria-prima para a indústria cerâmica (fundente na fabricação de cerâmica branca) e outros usos (por exemplo, ração animal e aditivo em tintas). A extração do filito é realizada, principalmente, na região de Itapeva (SP) e, subordinadamente, em pequenas lavras localizadas na Folha Itararé. Juntamente com a extração dos metacalcários da Formação Bairro dos Campos (NP1ic), compõe importante polo de atividade mineral na região. Características químicas, mineralógicas e tecnológicas desses filitos na região de Itapeva são apresentadas por Moreto (2006) e Moreto et al. (2008).

4.1.2.2 Formação Serra dos Macacos (N1iq)

A Formação Serra dos Macacos (N1iq) foi definida, originalmente, por Souza (1990), como uma sequência quartzítica associada a ambiente praiar (linha de costa).

Essas rochas têm ampla distribuição na Folha Itararé. Constituem corpos estreitos e alongados que sustentam diversas serras (por exemplo, serras dos Macacos e de Bom Sucesso), apresentando-se intercalados nas formações Água Nova e Bairro dos Campos.

Caracterizam-se como quartzitos/metarenitos puros, essencialmente constituídos por quartzo, de granulação fina a muito fina e textura granoblástica. São, geralmente, maciços (Figura 4.15), mas podem apresentar leve orientação próximo aos contatos com outras litologias ou nas zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis, nas quais ocorrem termos cataclasados (Figura 4.16) ou miloníticos.



Figura 4.15 – Quartzito/metarenito de granulação fina a muito fina, cor branca, maciço e intensamente fraturado, da formação Serra dos Macacos (NP1iq) (afloramento SW-136, bairro das Almas, Bom Sucesso de Itararé, SP).

Localmente, há níveis métricos conglomeráticos monolíticos (compostos, essencialmente, por clastos de quartzitos) e também níveis mais micáceos (quartzitos impuros). Em seções delgadas observam-se muscovita, biotita e óxidos de ferro como minerais acessórios nos quartzitos finos.

Localmente, ocorrem quartzo roxo (ametista) em veios e pequenas drusas associadas às fraturas.



Figura 4.16 – Quartzito/metarenito de granulação fina a muito fina, cor branca e cataclasado/brechado, da formação Serra dos Macacos (NP1iq) (afloramento SW-711, serra de Itapirapuã, Doutor Ulysses, PR).

4.1.2.2.3 Formação Bairro dos Campos (NP1ic)

A Formação Bairro dos Campos (NP1ic) foi definida por Souza (1990) como uma sequência de metacalcários e metadolomitos associados ao desenvolvimento de uma ampla plataforma carbonática. Nessa unidade foram realizados os trabalhos pioneiros de Almeida (1944, 1957), nos quais é descrita a primeira ocorrência no Brasil de estromatólitos na região de Nova Campina (São Paulo). As ocorrências de estromatólitos dessa formação constituem importantes sítios geológicos/paleontológicos, cujos detalhes são descritos por Fairchild (1977, 1982), Sallun Filho (1999), Sallun Filho e Fairchild (2004, 2005), Fairchild e Sallun Filho (2004) e Sallun Filho et al. (2005).

Essa formação destaca-se por seus aspectos geomorfológicos, conforme descrito por Hiruma et al. (2007), com o desenvolvimento de feições associadas a relevo cárstico, tais como dolinas, sumidouros, cones cársticos e cavernas.

Sua principal ocorrência na Folha Itararé localiza-se na porção central, com orientação NE-SW. Na porção SW (bairros da Palmeirinha de Cima e da Roseira, Sengés, PR) apresenta orientação N-S. Seus contatos, em geral, são definidos por zonas de cisalhamento dúcteis/rúpteis.

Nessa unidade predominam mármore (essencialmente dolomíticos) com intercalações de níveis de me-

tamargas (filitos carbonáticos e calcifilitos). Localmente, apresentam um bandamento (Figura 4.17) caracterizado por níveis de cor variada (por exemplo, branco e cinza) e de espessura centimétrica, sugestivo de estratificação sedimentar original; porém, também são comuns níveis maciços (sem estrutura visível) e homogêneos. A granulação dessas rochas, em geral, é fina a muito fina e a textura caracterizada como granoblástica, à exceção dos termos miloníticos/cataclásicos. É comum a presença de sulfetos (pirita e calcopirita) disseminados na matriz e em vênulas (Figura 4.18). Observa-se uma série de estruturas primárias preservadas, como: ondulações (*ripples*) geradas por correntes e/ou ondas, oólitos e pisólitos, estratificações/laminações cruzadas (Figura 4.19) e estruturas estromatolíticas colunares (Figura 4.20).



Figura 4.17 – Mármore bandado, caracterizado por níveis de cores branca, cinza-claro e cinza-escuro, da formação Bairro dos Campos (NP1ic) (afloramento SW-303, Pedreira Santo Antônio, Mineração São Judas, Sengés, PR).



Figura 4.18 – Mármore de cor branca, com vênulas centimétricas de sulfetos, da formação Bairro dos Campos (NP1ic) (afloramento SW-303, Pedreira Santo Antônio, Mineração São Judas, Sengés, PR).



Figura 4.19 – Laminação cruzada em metacalcarenito da formação Bairro dos Campos (NP1ic) (afloramento SW-145, bairro dos Campos, Bom Sucesso de Itararé, SP).



Figura 4.20 – Estruturas estromatolíticas (laminação cônica) em metacalcarenito da formação Bairro dos Campos (NP1ic) (afloramento SW-463, bairro Palmeirinha de Cima, Sengés, PR).

Os mármore são de composição extremamente variada (dolomítica/calcítica), com predominância de metadolomitos. A mineralogia essencial é formada por dolomita, calcita e pequenas quantidades de quartzo, com sericita, talco e clorita como minerais acessórios. Frascá (1992) apresenta diversos aspectos da mineralogia e geoquímica dessas rochas.

Nos termos margosos (filitos carbonáticos) ocorrem carbonatos (principalmente calcita) e quartzo como constituintes principais. Há presença de clorita, turmalina, zircão e rutilo como minerais acessórios. Em seções delgadas observa-se bandamento submilimétrico, que alterna lâminas enriquecidas de quartzo, sericita ou carbonato (filitos carbonáticos), evidenciando a presença de acamamento reliquiar.

Nos contatos dos metacalcários com as rochas graníticas ocorrem *hornfels* (escarnitos), que apresentam

minerais característicos de metamorfismo de contato, tais como talco, tremolita, diopsídio e olivina. Alguns desses minerais, como diopsídio e talco, constituem importantes depósitos/ocorrências minerais.

Na região do bairro Cerrado da Roseira (Jaguariaíva, PR), há uma jazida de diopsídio (MINEROPAR, 2001) pertencente à Mineração São Judas Ltda., onde o mineral é lavrado para uso na indústria cerâmica e na siderurgia. Dispersos na unidade ocorrem pequenos depósitos/ocorrências minerais de talco e uma lavra desativada próximo à serra de Bom Sucesso (Bom Sucesso de Itararé, SP). Regionalmente, na região de Abapã e Socavão (PR), as ocorrências de talco formam depósitos expressivos, que têm sua gênese estudada por Szabó et al. (2006) e Saurite (2009).

Ocorrem, ainda, importantes lavras de mármore (dolomíticos e calcíticos) que constituem o principal bem mineral extraído dentro dos limites da Folha Itararé. A rocha é extraída em diversas pedreiras ao longo da exposição dessa unidade e se destina, principalmente, à fabricação de cal e, subordinadamente, a outras finalidades, tais como corretivo de solos e insumo para a indústria de vidro.

Reis Neto (1994) apresenta idade Pb-Pb analisada em carbonatos (calcita e dolomita) de 1123 ± 350 Ma, interpretada como idade de sedimentação/diagenese dessas rochas ou o possível evento metamórfico que as afetou.

4.1.2.2.4 Unidade de Metabásicas (NP1ib)

A Unidade de Metabásicas é constituída por pequenos corpos mapeáveis de rochas metabásicas intercaladas na Formação Água Nova (NP1it). Os trabalhos de Theodorovicz et al. (1986) e Reis Neto (1994) descrevem rochas metabásicas muito similares às caracterizadas na Folha Itararé, porém intercaladas à Formação Bairro dos Campos (NP1ic). As principais ocorrências localizam-se nos bairros das Almas (Bom Sucesso de Itararé, SP) e do Azedo (Itapirapuã Paulista, SP), apresentando orientação NE-SW.

As metabásicas caracterizam-se por textura nematogranoblástica e inequigranular, granulação média, cor preta e composição gabroica a diorítica. A mineralogia principal é constituída por plagioclásio, hornblenda e biotita, com titanita, apatita, quartzo e minerais opacos como minerais acessórios mais comuns.

Reis Neto (1994) aponta composição de basalto subalcalino toleítico para metabásicas similares às descritas nessa unidade, sugestivos de ambientes distensionais. O referido autor, a partir de diferentes métodos geocronológicos (Pb-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr), indica idades do final do Mesoproterozoico (~ 1000 Ma) para o magmatismo associado a essas rochas.

Análises geocronológicas U-Pb em zircões (SHRIMP e TIMS), realizadas por Siga Júnior et al. (2009), em rochas da região de Abapã e Socavão (PR), forneceram idades de cristalização entre 1030-908 Ma.

4.1.2.2.5 Formação Abapã (NP3ab)

O termo Formação Abapã (NP3ab) foi definido por Reis Neto (1994) para designar uma sequência de rochas metavulcanoclásticas aflorante na região de Abapã e Socavão (PR). Esse autor sugere que essa sequência seja correlata à Formação Bairro da Estiva, de Souza (1990), na região de Bom Sucesso de Itararé e Itapeva (SP). Trabalhos recentes, como de Perrota et al. (2005), estendem o termo Abapã para designar toda a série de rochas metavulcanoclásticas aflorantes na Faixa Itaiacoca.

Essa formação é caracterizada pela intercalação de rochas metassedimentares com metavulcânicas e metavulcanoclásticas, com predomínio de metarenitos arco-seanos. Neste trabalho, ela é dividida em três unidades: Unidade de Xistos (NP3abx), Unidade de Metarenitos/Metarcóseos (NP3aba) e Unidade Terrígena (NP3abt).

4.1.2.2.5.1 Unidade de xistos (NP3abx)

A Unidade de Xistos mapeada equivale à “Unidade A (Metapsamítica-Arcoseana)”, definida por Souza (1990) e inserida na Formação Bairro da Estiva, e à “Unidade de Metapsamitos (PMSiP)”, de Bistrichi et al. (1985). Soares et al. (1987), na região de Palmeirinha de Cima e bairro do Rio Claro (Sengés, PR), correlacionam as rochas observadas nessa unidade à Formação Água Clara.

Ela ocorre em uma longa e estreita faixa de orientação NNE-SSW no quadrante SW da Folha Itararé, com seus contatos definidos por zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis.

Constitui uma unidade litologicamente bastante homogênea, com predomínio de xistos/filitos feldspáticos bandados (*metawackes*), cujos protólitos seriam relacionados a rochas pelítico-psamíticas de natureza arco-seana (SOUZA, 1990). Apresentam granulação fina a muito fina, textura lepidoblástica, cor cinza-escuro (castanho a cinza-claro quando muito intemperizado) e bandamento composicional e granulométrico, com alternância de níveis de metarenitos finos e de metassiltitos (Figuras 4.21 e 4.22). Ocorrem gradações para níveis mais quartzosos, caracterizados por pacotes centimétricos a milimétricos de metarenitos arco-seanos ricos em sericita, além de níveis mais ricos em sericita/muscovita que compõem camadas de sericita-quartzo-filito/xisto.

As análises de seções delgadas revelam que a mineralogia principal é composta por quartzo, plagioclásio e sericita/muscovita, com microclínio, biotita, clorita, epídoto, opacos, apatita, turmalina, zircão e carbonatos como minerais acessórios.

4.1.2.2.5.2 Unidade de metarenitos/metarcóseos (NP3aba)

A Unidade de Metarenitos/Metarcóseos mapeada equivale às “Unidades L e O (Metapsamítica-Feldspática)” definidas por Souza (1990) e inseridas na Formação Bair-

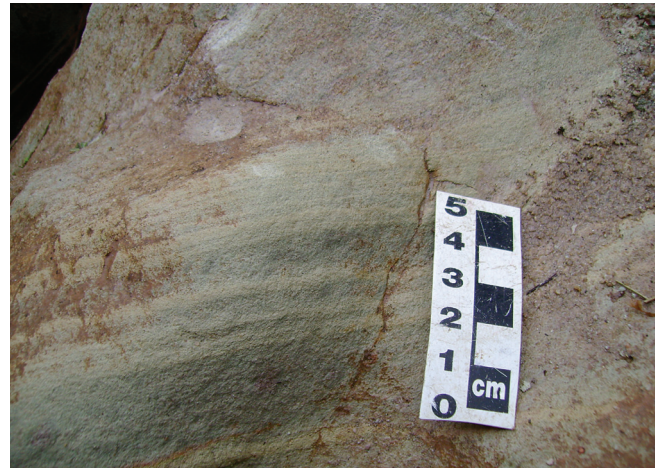


Figura 4.21 – Filito/xisto feldspático bandado (*metawacke*) da unidade de xistos da formação Abapã (NP3abx) (afloramento SW-82, bairro da Estiva, Sengés, PR).



Figura 4.22 – Filito/xisto feldspático bandado (*metawacke*) da unidade de xistos da formação Abapã (NP3abx) (afloramento SW-676, bairro da Estiva, Sengés, PR).

ro da Estiva. As ocorrências localizam-se no quadrante SW da Folha Itararé, com orientação geral N-S, e constituem corpos estreitos e alongados que sustentam diversas serras (das Antas e dos Cochós).

Predominam nessa unidade metarenitos puros (quartzitos) e impuros (metarcóseos e metarenitos feldspáticos), de coloração esbranquiçada, granulação média a grossa e textura granoblástica. Localmente, ocorrem pacotes de arenito rítmico (bandado) com intercalações milimétricas a subcentimétricas de níveis micáceos (Figura 4.23). Ambos os pacotes de metarenitos apresentam estruturas primárias preservadas, como estratificações cruzadas (Figura 4.24) e laminações plano-paralelas.

Soares et al. (1987) descrevem, na região da serra dos Cochós (Sengés, PR), uma ocorrência de metavulcâ-



Figura 4.23 – Metarenito rítmico (bandado) com intercalações milimétricas a subcentimétricas de níveis micáceos afetados por pequenas falhas rúpteis da unidade de metarenitos/metarcóseos da formação Abapã (NP3aba) (afloramento SW-336, serra das Antas, Sengés, PR).



Figura 4.24 – Metarenito feldspático, com estratificação cruzada, da unidade de metarenitos/metarcóseos da formação Abapã (NP3aba) (afloramento SW-347, serra das Antas, Sengés, PR).

nicas básicas, caracterizadas como sericita-clorita-filito, junto aos metarenitos arcoseanos. Essas metavulcânicas básicas apresentam características petrográficas (como vesículas preenchidas por quartzo) similares às observadas na região de Abapã e Socavão, com datações U-Pb em zircões (SHRIMP) entre 645 a 628 Ma (SIGA JÚNIOR et al., 2009).

Ao microscópio, a mineralogia principal observada nos metarenitos puros (quartzitos) e impuros (metarcóseos e metarenitos feldspáticos) é constituída por quartzo, plagioclásio, microclínio e sericita/muscovita, com monazita, biotita, zircão e opacos (no geral, óxidos de ferro) como minerais acessórios.

4.1.2.2.5.2 Unidade terrígena (NP3abt)

Essa unidade ocorre na serra dos Cochós, próximo à localidade de Palmeirinha de Cima (Sengés, PR), na forma de uma lente estreita, orientada N-S e intercalada aos metarenitos da Unidade de Metarenitos/Metarcóseos (NP3aba). Caracteriza-se por metapelitos (filitos e ardósias) e metarritmitos finos que apresentam granulação muito fina, textura lepidogranoblástica e bandamento composicional milimétrico a centimétrico.

4.2 MAGMATISMO BRASILIANO

O magmatismo ediacarano (brasiliano) na Folha Itararé é representado por vários corpos, com dimensões e formas variadas, constituídos por diversos tipos de granitoides (Figura 4.25).

Para caracterização desses granitoides, foram realizadas análises químicas de rocha total em amostras pertencentes às duas principais suítes graníticas presentes na Folha Itararé: Cunhaporanga e Três Córregos.

As análises litogeoquímicas foram realizadas na SGS Geosol Laboratórios Ltda. A determinação dos óxidos maiores (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 e Cr) foi por fusão com metaborato de lítio utilizando ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry). Os elementos Ni, Co, V, Cu, Pb, Zn, Sc, Li e Mo tiveram abertura realizada por digestão com água-régia, enquanto outros elementos menores e traços, inclusive os elementos terras-raras (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 e Sn), por fusão com metaborato de lítio; todos foram dosados por ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry).

4.2.1 Suíte Granítica Três Córregos

A Suíte Granítica Três Córregos é caracterizada na literatura por diversos nomes, tais como: Granito Três Córregos (FUCK et al., 1967), Complexo Granítico Três Córregos (ALGARTE et al., 1974; PAIVA et al., 1977; GIMENEZ FILHO, 1993), Suíte Granitoide Três Córregos (BISTRICHI et al., 1985) e Batólito Granítico Três Córregos (PRAZERES FILHO, 2005). Trata-se de um batólito de natureza predominantemente granítica, cuja área aproximada é de 3.700 km². Aflora em uma faixa de cerca de 180 km, de direção NE-SW, entre as regiões de Três Córregos (PR) e Capão Bonito (SP).

Essa suíte, conforme Prazeres Filho (2005), é constituída por uma variedade de rochas graníticas representativas de diversos estágios de intrusão, que se diferenciam por suas características composicionais, texturais, estruturais e temporais.

Predominam rochas de composição granítica a granodiorítica, com textura porfirítica, destacada por fenocristais de feldspato alcalino (variando de 2 a 7 cm

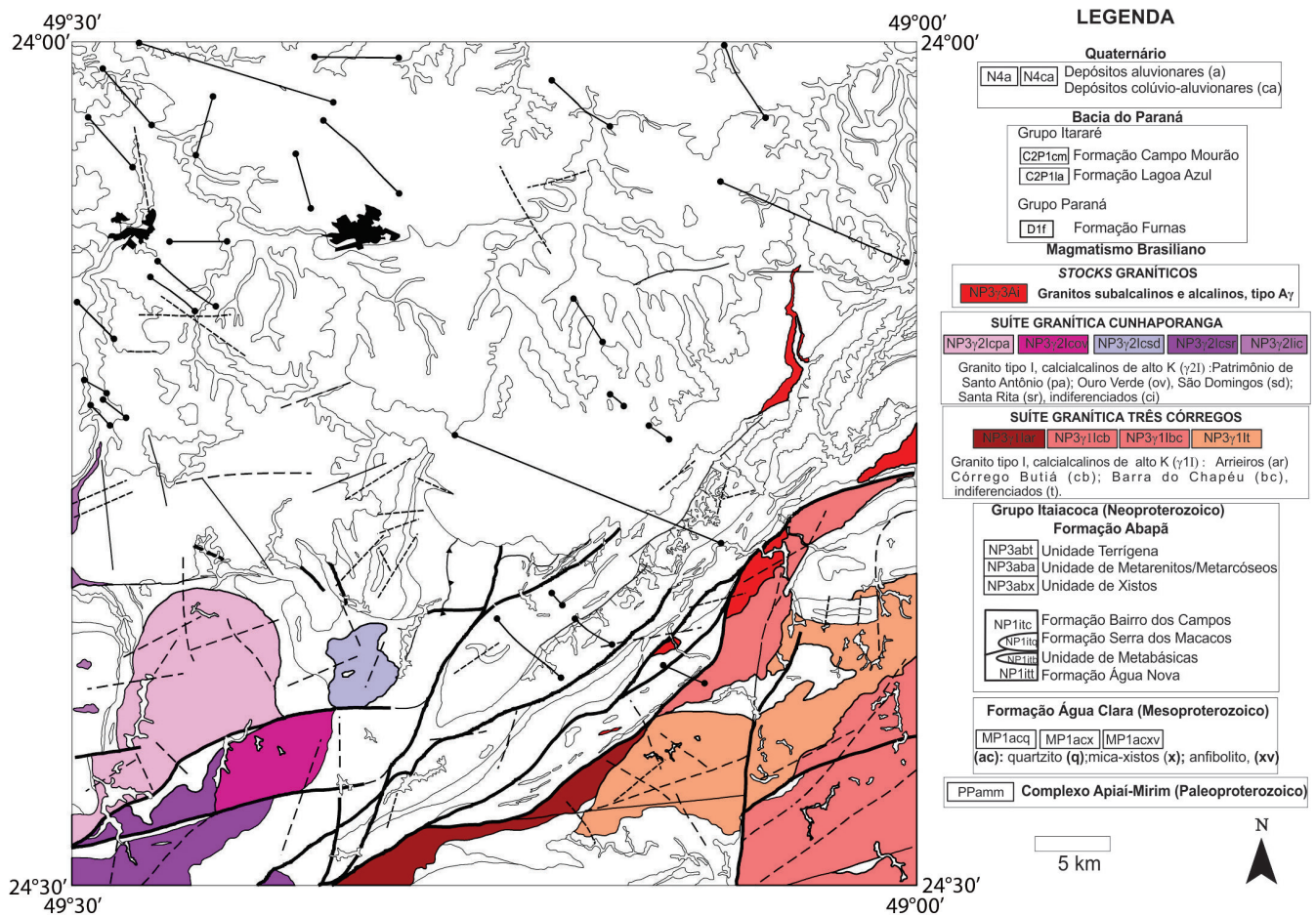


Figura 4.25 – Área de exposição das rochas graníticas ediacaranas (brasilianas) na folha Itararé (escala 1:100.000).

de diâmetro). Subordinadamente, ocorrem granitoides equigranulares de granulação fina a grossa, por vezes leucocráticos, de composição sienogranítica a monzogranítica. Descrições petrográficas desse conjunto de rochas graníticas são apresentadas nos trabalhos de Fuck et al. (1967), Santos e Felipe (1980), Wernik et al. (1990), Gimenez Filho (1993) e Prazeres Filho (2000, 2005).

A análise conjunta dos dados petrográficos e geoquímicos disponíveis na literatura (WERNIK e FERREIRA, 1990; WERNIK et al., 1990; GIMENEZ FILHO, 1993; REIS NETO, 1994; GIMENEZ FILHO et al., 1995; PRAZERES FILHO, 2000, 2005) sugere que o conjunto de rochas graníticas da Suíte Granítica Três Córregos constitui uma linhagem calcialcalina de médio a alto-K de granitoides tipo-I (WHITE e CHAPPELL, 1983; BARBARIN, 1990).

Dados geocronológicos de idades U-Pb em zircões (TIMS e SHRIMP) da Suíte Granítica Três Córregos variam no intervalo de 650 a 590 Ma (GIMENEZ FILHO, 1993; GIMENEZ FILHO et al., 2000; PRAZERES FILHO, 2000, 2005). Esse conjunto de idades também foi observado por outros métodos, como K-Ar (biotita e rocha total) e Rb-Sr (rocha total), apresentados nos trabalhos de Bigarella e Salamuni (1967), Gimenez Filho (1993),

Reis Neto (1994), Gimenez Filho et al. (2000) e Prazeres Filho (2000, 2005).

Na Folha Itararé, a Suíte Granítica Três Córregos é dividida em quatro unidades que apresentam diferentes aspectos composicionais, texturais e estruturais. Três unidades constituem corpos graníticos individualizados em trabalhos de mapeamento anteriores: Granito Barra do Chapéu (NP3γ1lbc), Granito Córrego do Butiá (NP3γ1lcb) e Granito Arrieiros (NP3γ1lar). A quarta unidade relaciona-se a porções gnaissificadas e milonitizadas, mapeadas como porções indiferenciadas (NP3γ1lt).

4.2.1.1 Granito Barra do Chapéu (NP3γ1lbc)

O termo “Granito Barra do Chapéu” (NP3γ1lbc) foi definido por Bistrichi et al. (1985), sendo utilizado por diversos outros autores (GIMENEZ FILHO, 1993; PRAZERES FILHO, 2005; PERROTA et al., 2005, dentre outros). O corpo aflora no limite sudeste da folha, junto ao município de Barra do Chapéu.

Sua principal fácies consiste de hornblenda-biotita-granito porfirítico, de cor cinza-claro a cinza-escuro, leucocrático (M~15%), onde se destacam megacrístais de feldspato potássico (microclínio), geralmente róseos

e raramente brancos e cinza (Figura 4.26). Apresenta composição global extremamente variada, de granítica a granodiorítica, com matriz constituída predominantemente por plagioclásio, quartzo, biotita e hornblenda, além de titanita, apatita, epidoto, alanita e óxidos (por exemplo, magnetita e sulfetos) como acessórios. Localmente, apresenta forte orientação dos cristais de feldspato potássico e de minerais máficos associada a fluxo ígneo.

Também são observadas fácies miloníticas e cataclásticas, nas quais geralmente observam-se forte alteração hidrotermal e mineralizações de fluorita (principalmente na Zona de Cisalhamento Morro Agudo). Outra fácies que merece destaque é caracterizada por textura fanerítica e equigranular, granulação média a grossa, por vezes leucocrática, de composição sienogranítica a monzogranítica.

Frequentemente, observam-se enclaves microgranulares máficos centimétricos, de cor cinza-claro a cinza-escuro, granulação fina a média e composição diorítica. Também é comum a presença de veios e bolsões de material de composição quartzofeldspática, aplíticos e pegmatíticos.

Corpos mapeáveis de rochas xistosas, calcissilicáticas e anfibolíticas da Formação Água Clara ocorrem como teto pendente e xenólitos.

Prazeres Filho (2005), a partir de dados geoquímicos e petrográficos, caracteriza as rochas graníticas desse corpo como pertencentes à série calcialcalina de alto-K, relativamente expandidas (SiO_2 entre 60 a 70%), metaluminosas a fracamente peraluminosas e de tipologia I. O mesmo autor distingue geoquimicamente essas rochas das localizadas na porção



Figura 4.26 – Hornblenda-biotita-granito porfírico de cor cinza, onde se destacam megacristais de feldspato potássico de cor rósea, do granito Barra do Chapéu (NP3py11bc) (afloramento SW-063, serra das Antas, 7 km a noroeste de Barra do Chapéu, SP).

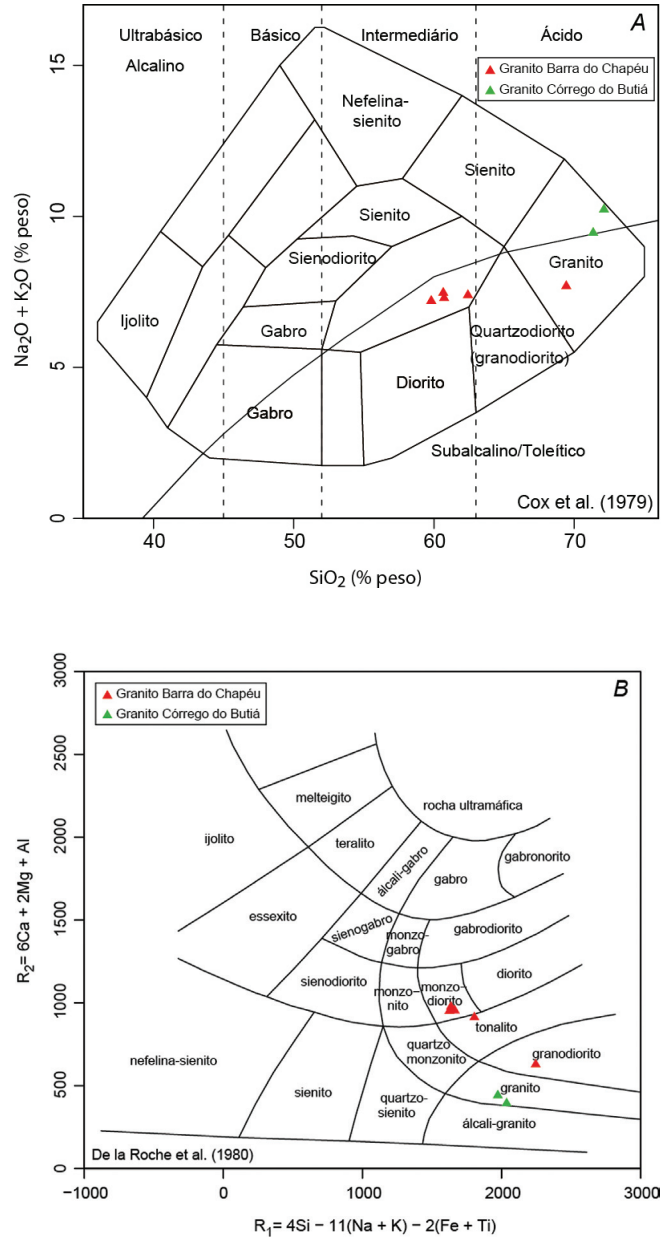


Figura 4.27 – Diagramas de classificação química para as rochas da suite granítica Três Córregos.

Fonte: A – Cox et al. (1979); B – De la Roche et al. (1980).

oeste (Granito Arrieiros – NP3py11ar) pelos teores mais enriquecidos de Al_2O_3 - Na_2O -Sr e TiO_2 -MgO-Ta no Granito Barra do Chapéu (Tabela 4.1).

Os teores de SiO_2 variam de 59 a 69% e os álcalis (Na_2O e K_2O) apresentam valores próximos, situados entre 3 e 4%. Os diagramas de classificação química TAS e R1-R2 evidenciam para essas rochas composições variando de monzonítica a granodiorítica (Figura 4.27). Apresentam caráter fracamente metaluminoso (Figura 4.28), indicativo da presença de anfibólio (hornblenda).

Pelo diagrama AFM (Figura 4.29A), a série magmática é definida como calcialcalina. No diagrama SiO_2 - K_2O (Figura 4.29B), essa série se encontra mais de-

Tabela 4.1 – Dados químicos em rocha total para o granito Barra do Chapéu (suíte granítica Três Córregos).

AMOSTRA	SW-1010†	FC-026	SW-1011	FC-025	SW-1000	SW-0061
ROCHA	GRANITO	BIOTITA-GRANITO PORFIRÍTICO	ANFIBÓLIO-BIOTITA-MONZOGRANITO	ANFIBÓLIO-BIOTITA-MONZOGRANITO	ANFIBÓLIO-BIOTITA-SIENOGANITO	ANFIBÓLIO-BIOTITA-MONZOGRANITO
% Peso						
SiO ₂	48,75	59,81	60,66	60,73	62,42	69,44
TiO ₂	1,99	0,89	0,86	0,85	0,83	0,55
Al ₂ O ₃	17,50	16,05	15,95	16,45	15,52	14,11
Fe ₂ O ₃	15,96	7,79	6,90	6,92	6,31	3,87
FeO ¹	12,94	6,31	5,59	5,61	5,11	3,14
MnO	0,19	0,10	0,09	0,09	0,09	0,04
MgO	4,61	2,74	2,67	2,34	2,50	1,16
CaO	5,15	4,92	4,76	4,79	4,53	2,75
Na ₂ O	0,34	3,68	3,60	4,28	3,68	3,88
K ₂ O	5,07	3,52	3,87	3,02	3,71	3,81
P ₂ O ₅	0,41	0,48	0,64	0,52	0,40	0,39
LOI	4,49	0,41	2,01	0,31	0,73	0,22
Total	99,97	99,98	100,00	99,99	99,99	99,99
K ₂ O/Na ₂ O	14,78	0,96	1,07	0,71	1,01	0,98
mg#	36,38	41,11	43,38	40,17	44,03	37,30
ppm						
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	72,60	12,60	11,30	12,90	10,20	8,00
Co	67,40	14,20	13,70	11,80	10,20	6,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	17,80	63,00	19,80	68,40	18,20	5,30
Pb	4,10	15,10	4,10	17,90	3,60	3,60
Zn	152,00	82,00	66,00	67,00	51,00	41,00
Rb	121,00	91,80	93,80	105,00	89,10	99,30
Cs	0,42	0,99	0,90	2,29	0,71	0,71
Ba	2304,00	1669,00	1637,00	1436,00	1455,00	1632,00
Sr	662,00	870,00	840,00	910,00	817,00	802,00
Ga	30,90	25,70	25,10	29,50	25,70	24,70
Ta	1,18	0,26	0,13	1,00	0,39	0,20
Nb	25,50	14,99	16,31	23,53	15,99	13,83
Hf	10,04	6,23	5,66	9,36	5,99	5,40
Zr	345,00	215,00	202,00	243,00	210,00	189,00
Y	24,78	41,43	22,07	46,14	22,41	9,04
Th	10,70	8,50	7,60	10,30	6,40	6,80
U	2,24	1,33	1,35	3,00	1,39	1,07
La	27,90	70,80	60,70	89,60	63,90	58,90
Ce	53,00	116,60	111,80	157,10	121,00	104,30
Pr	6,10	15,43	12,88	18,12	14,56	11,73
Nd	21,10	53,60	44,50	56,60	50,20	37,80
Sm	3,70	9,70	7,40	9,00	8,40	6,00
Eu	0,00	1,91	1,23	1,65	1,53	0,82
Gd	3,48	9,72	6,47	7,49	6,92	3,91
Tb	0,60	1,38	0,77	1,00	0,89	0,48
Dy	4,10	8,12	4,74	5,40	4,90	2,54
Ho	0,94	1,62	0,79	1,09	0,83	0,37
Er	2,72	4,50	2,01	2,91	1,94	0,80
Tm	0,46	0,82	0,31	0,44	0,34	0,13
Yb	2,80	5,20	1,80	2,10	1,90	0,70
Lu	0,50	0,87	0,24	0,38	0,28	0,13
Ba/Sr	3,48	1,92	1,95	1,58	1,78	2,03
LaN/YbN	6,72	9,18	22,74	28,77	22,67	56,73
Eu/Eu*	-	0,60	0,54	0,61	0,61	0,52
Sc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Li	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Be	1,30	1,50	1,80	3,00	1,90	2,40
W	5,60	0,20	0,00	1,10	0,00	0,00
Sn	2,00	2,10	2,10	2,70	2,30	2,60
Mo	2,38	2,31	0,83	2,67	0,35	0,34

NOTA: 1 = FeO calculado; * = amostra não utilizada na interpretação dos resultados.

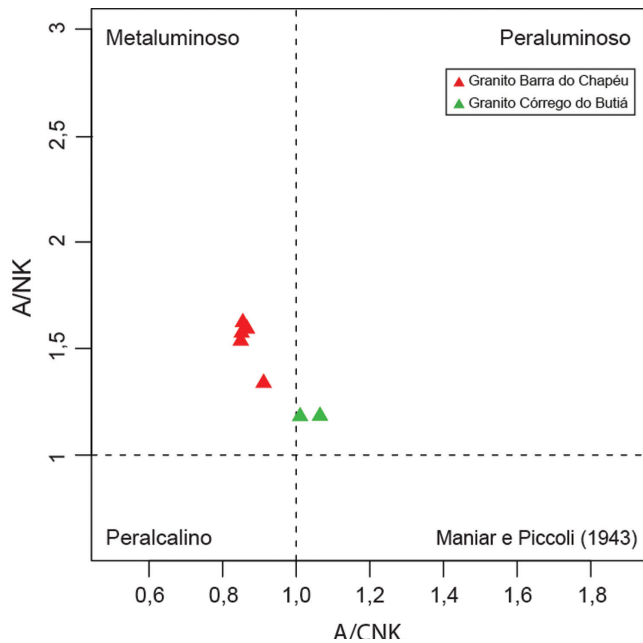


Figura 4.28 – Diagrama de Maniar e Piccoli (1989), utilizando o índice de Shand de saturação em alumina para as rochas da suíte granítica Três Córregos.

talhada, sendo possível classificar as rochas do Granito Barra do Chapéu como calcicalcinos de alto-K.

O comportamento dos elementos maiores em diagramas de Harker (Figura 4.30) indica diferenciação magmática por cristalização fracionada, sendo observados *trends* negativos mais nítidos para Al_2O_3 e Fe_2O_3 .

O diagrama multielementar normalizado para manto primordial (Figura 4.31A) mostra forte anomalia negativa de Ta e menos pronunciada de Nb e Ti, indicativo de rochas calcicalcinos provenientes de arco magmático. Os elementos terras-raras (ETRs) apresentam-se fortemente fracionados com enriquecimento nos leves (Figura 4.31B), também característico de rochas calcicalcinos. A anomalia negativa de Eu reflete cristalização de plagioclásio, assim como a anomalia positiva de Ba e valores elevados da razão Ba/Sr (1,6 a 2,0).

Gimenez Filho et al. (2000) apresentam datações U-Pb em zircões (ID-TIMS) de 610 ± 3 Ma em granitos leucocráticos foliados da borda do maciço. Prazeres Filho (2005), analisando monzogranitos e quartzo-monzonitos porfíricos, obteve, utilizando o mesmo método, diferentes idades: 611 ± 1 Ma e 589 ± 4 Ma.

4.2.1.2 Granito Córrego do Butiá (NP3py1lcb)

O termo “Granito Córrego do Butiá” (NP3py1lcb) foi definido por Bistrichi et al. (1985) na região homônima. Esse corpo é petrograficamente muito semelhante ao Granito Barra do Chapéu (NP3py1lbc); no entanto, trabalhos como os de Gimenez Filho et al. (1995, 2000) apontam diferenças geoquímicas e isotópicas (Rb e Sr) entre esses granitos.

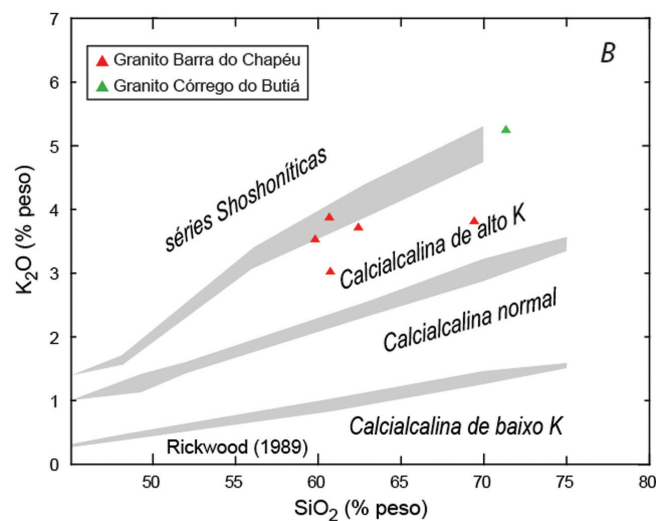
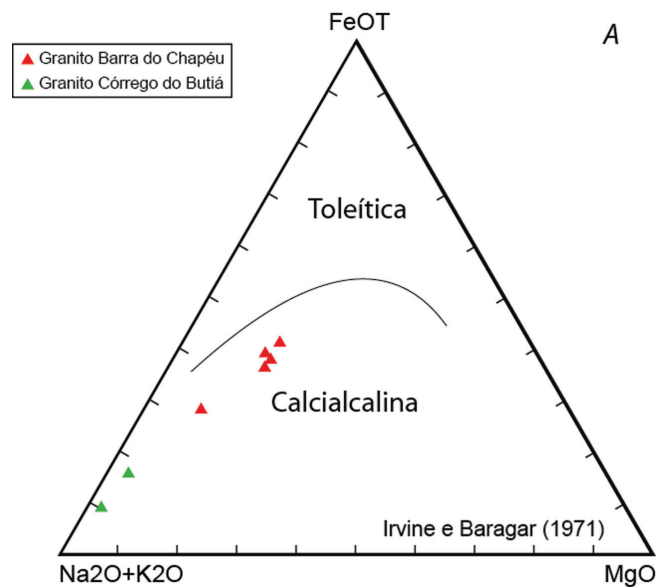


Figura 4.29 – Diagramas para definição de séries magmáticas para as rochas da suíte granítica Três Córregos. Fonte: A – Irvine e Baragar (1971); B – Rickwood (1989).

Esse corpo aflora na porção leste da Folha Itararé junto à Zona de Cisalhamento Itapirapuã, em contato com as rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca, sendo intrudido pelo *stock* granítico Bairro da Serrinha. As rochas dessa unidade, tal como as do Granito Barra do Chapéu (NP3py1lbc), apresentam composição variável, desde granítica a granodiorítica, com granulação média, textura porfírica (com megacristais de feldspatos alcalinos centimétricos), inequigranular e índice de cor de aproximadamente 15% (leucocrático). A mineralogia principal é constituída por plagioclásio, quartzo, feldspato alcalino (microclínio), biotita e hornblenda. Gimenez Filho (1993) e Gimenez Filho et al. (2000) apresentam idades Rb/Sr (rocha total) de 664 ± 62 Ma para essas rochas.

Os dados geoquímicos em rocha total para as amostras coletadas do Granito Córrego do Butiá são apresentados na Tabela 4.2.

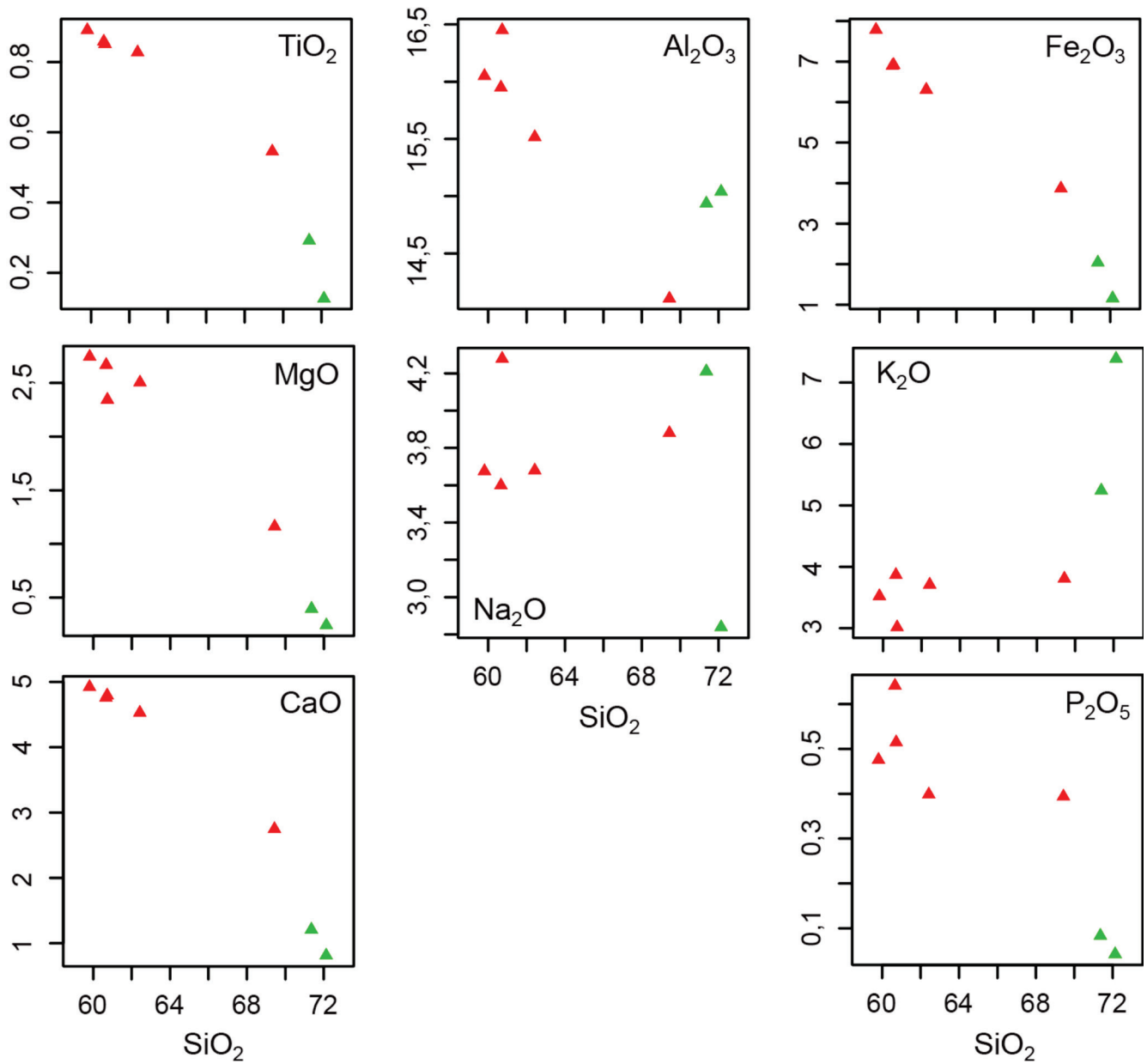


Figura 4.30 – Diagramas de Harker para elementos maiores das rochas da suíte granítica Três Córregos.

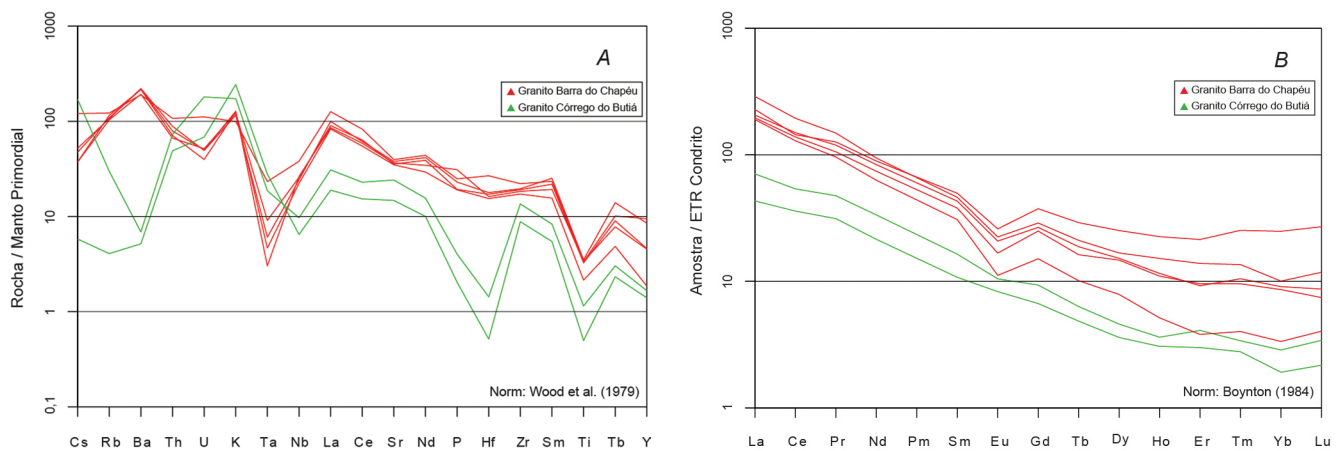


Figura 4.31 – Diagramas de elementos-traços para as rochas da suíte granítica Três Córregos. A – Multielementar normalizado para manto primordial; B – Elementos terras-raras normalizados para condrito.

Tabela 4.2 – Dados geoquímicos em rocha total para o granito Córrego do Butiá (suíte granítica Três Córregos).

AMOSTRA	SW-053	SW-054
ROCHA	BIOTITA-SIENOGANITOS	BIOTITA-SIENOGANITOS
% Peso		
SiO ₂	71,36	72,13
TiO ₂	0,29	0,13
Al ₂ O ₃	14,94	15,04
Fe ₂ O ₃	2,04	1,16
FeO ¹	1,66	0,94
MnO	0,02	0,01
MgO	0,40	0,24
CaO	1,21	0,81
Na ₂ O	4,21	2,84
K ₂ O	5,24	7,39
P ₂ O ₅	0,08	0,04
LOI	0,80	0,50
Total	99,79	99,79
K ₂ O/Na ₂ O	1,25	2,60
mg#	27,75	29,29
ppm		
Cr	5,00	8,00
Ni	3,80	11,10
Co	2,30	1,50
V	14,00	8,00
Cu	3,70	2,60
Pb	6,30	6,90
Zn	40,00	8,00
Rb	25,60	3,50
Cs	3,22	0,11
Ba	52,00	39,00
Sr	555,00	339,00
Ga	3,80	3,10
Ta	0,80	1,20
Nb	6,00	4,00
Hf	0,50	0,18
Zr	149,00	97,00
Y	8,10	6,80
Th	7,00	4,70
U	4,86	1,84
La	21,90	13,40
Ce	43,49	29,04
Pr	5,80	3,82
Nd	20,10	12,90
Sm	3,20	2,10
Eu	0,77	0,61
Gd	2,42	1,73
Tb	0,30	0,23
Dy	1,48	1,16
Ho	0,26	0,22
Er	0,86	0,63
Tm	0,11	0,09
Yb	0,60	0,40
Lu	0,11	0,07
Ba/Sr	0,09	0,12
LaN/YbN	24,61	22,59
Eu/Eu*	0,85	0,98
Sc	1,40	1,20
Li	28,00	3,00
Be	0,80	0,60
W	0,20	0,20
Sn	1,40	1,30
Mo	5,66	2,01

NOTA: 1 = FeO calculado; * = amostra não utilizada na interpretação dos resultados.

Os teores de SiO₂ estão em torno de 71,5%, já os álcalis são mais variáveis: 2,8 e 4,2% de Na₂O e 5,4 e 7,4% de K₂O. Pelos diagramas TAS e R1-R2, são classificadas como granito (Figura 4.27). Apresentam caráter fracamente peraluminoso (Figura 4.28), evidenciando ocorrência de biotita como principal mineral máfico e ausência de minerais mais aluminosos.

A localização dos pontos próximo ao eixo A-F do diagrama da Figura 4.29A sugere afinidade alcalina dessas rochas, evidenciada também no diagrama SiO₂-K₂O (Figura 4.29B), que aponta para a presença de uma série magmática calcialcalina de alto-K a shoshonítica.

Pelos diagramas de Harker não é possível avaliar o processo petrogenético envolvido na formação da unidade devido à baixa amostragem.

O diagrama multielementar normalizado para manto primordial (Figura 4.31A) mostra fortes anomalias negativas de Nb, Ta e Ti, características de rochas calcialcalinas de arco magmático, e de Hf, associada a rochas mais saturadas. Os ETRs, assim como no Granito Barra do Chapéu, são fortemente fracionados com enriquecimento nos leves (Figura 4.31B). A ausência de anomalia de Eu, a pronunciada anomalia negativa de Ba e valores de Ba/Sr inferiores a 0,12 indicam maior diferenciação dessas rochas, com menor cristalização de plagioclásio.

Os litotipos associados ao Granito Córrego do Butiá são textural e petrograficamente semelhantes aos litotipos associados ao Granito Barra do Chapéu; porém, apresentam algumas diferenças químicas. O Granito Barra do Chapéu é constituído por litotipos menos diferenciados que o Granito Córrego do Butiá, representando uma sequência de diferenciação magmática por cristalização fracionada. Esse processo é evidenciado, principalmente, pelos teores de SiO₂, pelos valores de mg# (menores para rochas mais diferenciadas) nos *trends* negativos de alguns elementos em diagramas de Harker (Figura 4.30) e no comportamento de Eu no espectro de ETRs (Figura 4.31B).

A série magmática é definida como calcialcalina de alto-K, tendendo a shoshonítica no Granito Córrego do Butiá.

A presença de biotita e hornblenda na composição mineralógica e o índice de saturação em alumina das duas unidades são indicativos de associação a granitos tipo-I. A análise de elementos traços situa essas rochas em ambiente de arco magmático (Figuras 4.31B e 4.32).

4.2.1.3 Granito Arrieiros (NP3pγ1lar)

A designação "Granito Arrieiros" equivale ao termo "Unidade Arrieiros-Cerro Azul" proposto por Prazeres Filho (2005), sendo aqui utilizado para definir a fácies milonitizada desse plúton granítico. Prazeres Filho (2005) apresenta uma série de dados geoquímicos e geocronológicos para caracterizar e diferenciar essa unidade de outras do Complexo Granítico Três Córregos.

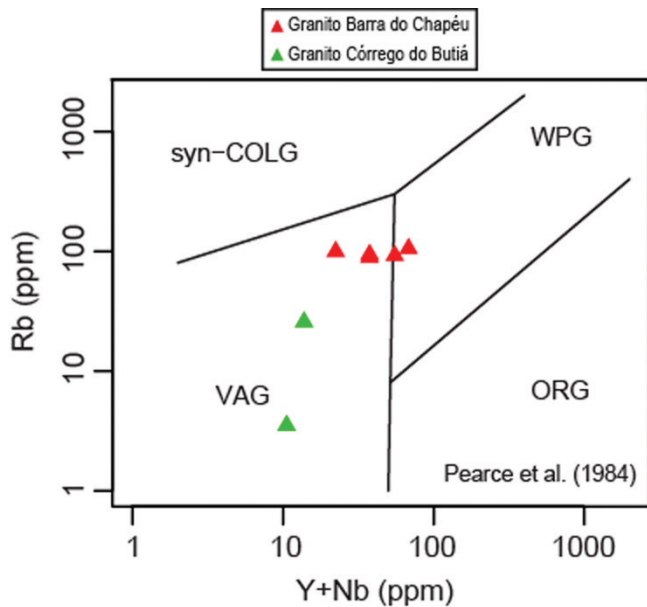


Figura 4.32 – Diagrama de discriminação de ambiente tectônico para as rochas da suíte granítica Três Córregos.

O Granito Arrieiros ocorre no extremo-sul da Folha Itararé, na região do bairro do Azedo, em Itapirapuã Paulista (SP). Apresenta-se como uma unidade alongada na direção ENE-WSW, com forte controle estrutural da Zona de Cisalhamento Itapirapuã e desenvolvimento de termos miloníticos e cataclásticos.

Em sua maior parte, o corpo aflora como blocos e matacões e é composto por granitos milonitizados de granulação média a grossa, cor cinza-escuro a verde-escuro (epidotização), leucocrático a mesocrático ($M = 15-25\%$) e inequigranular. A mineralogia essencial é composta por feldspato alcalino (microclínio), plagioclásio, quartzo e clorita, com epidoto, muscovita e opacos como minerais acessórios.

Prazeres Filho (2005), analisando granodioritos protomiloníticos, obteve as seguintes idades: 592 ± 12 Ma (U-Pb, ID-TIMS, titanita), 608 ± 5 Ma (Pb-Pb, ID-TIMS, zircão) e 601 ± 13 Ma (U-Pb, SHRIMP, zircão), sendo essa última utilizada pelo autor para caracterizar o período de cristalização da unidade.

4.2.1.4 Suíte Granítica Três Córregos Indiferenciada (NP3p γ 1It)

Nessa designação englobam-se as rochas referidas como Ortognaisses do Complexo Pré-Setuva (AeG), de Bistrichi et al. (1985), e Granitoides Orientados do Complexo Três Córregos (PstcGo), de Gimenez Filho (1993). Trata-se de porções mais diversificadas de rochas graníticas (por exemplo, gnaissificadas e milonitizadas) da Suíte Granítica Três Córregos em relação aos domínios mais homogêneos, como os do Granito Barra do Chapéu (NP3p γ 1Ibc) e o Granito Córrego do Butiá (NP3p γ 1Ibc). Porém, Gimenez Filho (1993) aponta se-

melhanças petrográficas e geoquímicas entre as rochas dessas unidades.

Essas rochas ocorrem no quadrante SE da Folha Itararé, nas regiões dos bairros de Campininha, Palmitalzinho e Charcão, em Bom Sucesso de Itararé (SP), Barra do Chapéu (SP) e Apiaí (SP), apresentando direção NE-SW. Sua cartografia é dificultada, pois afloram, em maior parte, como blocos e matacões dispersos.

Como principal litotipo ocorre (hornblenda)-biotita-augengranito-gnaisse com granulação média a grossa, inequigranular, leucocrático ($M = 10-15\%$), com foliação de caráter milonítico a protomilonítico definida pela isorientação de minerais micáceos (principalmente biotita) e estiramento de quartzo e feldspato. Imersos na matriz ocorrem porfiroclastos de feldspato potássico centimétricos. Apresenta litotipos rosados (potassificação) e esverdeados (ricos em epidoto), associados a alteração hidrotermal e milonitização, ocorrendo também intercalações de níveis preservados da deformação.

4.2.2 Suíte Granítica Cunhaporanga

A Suíte Granítica Cunhaporanga aflora em uma faixa de cerca de 30 km de largura e direção NE-SW, desde a região de Ponta Grossa (PR) até a região de Doutor Ulysses (PR), ocupando uma área de aproximadamente 2.800 km².

Estudos pioneiros foram realizados por Oliveira (1916, 1927), Bigarella (1947) e Almeida (1957). A partir da década de 1960 e início da de 1970, começam trabalhos de mapeamento sistemáticos realizados pela Comissão da Carta Geológica do Paraná (CCGP) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), sendo destacados os seguintes trabalhos: Fuck et al. (1967), Algarte et al. (1972) e Batolla Júnior et al. (1977). A partir da década de 1980, destacam-se os estudos conduzidos pela Minerais do Paraná S.A. (MINEROPAR): Ribas (1981) e Biondi et al. (1989), dentre outros.

Conforme Prazeres Filho (2005), no geral, a suíte é constituída por monzogranitos a sienogranitos, de coloração rósea a cinza; subordinadamente, por granodioritos e quartzo-monzonitos. Ocorrem, ainda, corpos subvulcânicos, de composição álcali-feldspato-granítica, intrusivos, a exemplo dos granitos Carambé e Joaquim Murtinho. Descrições petrográficas são apresentadas nos trabalhos de Fuck et al. (1967), Algarte et al. (1972), Santos e Felipe (1980), Wernik et al. (1990), Guimarães (1995, 2000) e Prazeres Filho (2000, 2005).

Guimarães (2000), a partir de dados geoquímicos e petrográficos, sugere duas associações principais de rochas graníticas. A predominante é constituída por granitos de caráter calcialcalino de alto-K, com afinidades shoshoníticas e associadas a granitos do tipo "I" (WHITE e CHAPPELL, 1983; BARBARIN, 1990). A outra série é caracterizada por álcali-feldspato-granitos (alaskito) muito semelhantes a granitos do tipo "A" (granitos anorogênicos) (WHITE e CHAPPELL, 1983; BARBARIN, 1990).

A Suíte Granítica Cunhaporanga apresenta um grande conjunto de dados geocronológicos de idades U-Pb em zircões (TIMS e SHRIMP) que variam no intervalo de 650 a 590 Ma (PRAZERES FILHO, 2000, 2005). Esse conjunto de idades também foi obtido a partir de outros métodos geocronológicos, como K-Ar (biotita e rocha total) e Rb-Sr (rocha total), apresentados nos trabalhos de Reis Neto (1994) e Prazeres Filho (2000).

Na Folha Itararé, a suíte foi dividida em cinco unidades, individualizadas por apresentarem diferentes aspectos composicionais, texturais e estruturais: Granito Santa Rita (NP3 γ 2lsr), Granito Ouro Verde (NP3 γ 2lov), Granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3 γ 2lpa), Granito São Domingos (NP3 γ 2lsd) e Corpos Graníticos Indiferenciados (NP3 γ 2lt).

4.2.2.1 Granito Santa Rita (NP3 γ 2lsr)

O termo "Granito Santa Rita" (NP3 γ 2lsr) equivale aos termos "Domínio Santa Rita" (NPcsr), de Guimarães (2000), e "Unidade Santa Rita-Vila Branca", de Prazeres Filho (2005).

Essa unidade aflora no extremo-sudoeste da Folha Itararé, na região da serra da Palmeira em Doutor Ulysses (PR). Apresenta direção NE-SW, sendo afetada por zonas de cisalhamento ENE-WSW e em contato intrusivo com as rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca.

Predomina (hornblenda)-biotita-monzogranito porfirítico (Figura 4.33), cor cinza-claro, hololeucocrático a leucocrático ($M < 10\%$), granulação grossa a média, inequigranular e com forte orientação mineral dos feldspatos. Ocorre, subordinadamente, uma fácies de hornblenda-biotita-monzogranito fanerítico (Figura 4.34), cor cinza-claro, hololeucocrático ($M < 10\%$), granulação média a fina e inequigranular. São frequentes vênulas e aplitos quartzofeldspáticos de dimensão milimétrica a centimétrica.



Figura 4.33 – Hornblenda-biotita-granito porfirítico, de cor cinza-claro, do granito Santa Rita (NP3 γ 2lsr) (afloramento SW-608, Caçador, Doutor Ulysses, PR).



Figura 4.34 – Hornblenda-biotita-granito porfirítico, de cor cinza-claro, do granito Santa Rita (NP3 γ 2lsr), intercalado com fácies de hornblenda-biotita-granito fanerítico de cor cinza (afloramento SW-604, Caçador, Doutor Ulysses, PR).

Junto às zonas de cisalhamento foi observada e caracterizada uma fácies de hornblenda-biotita-sienogranito (Figura 4.35), de textura fanerítica, cor vermelha, granulação grossa a média e com vênulas de fluorita, associada a milonitização e alteração hidrotermal (potassificação).

A mineralogia principal do hornblenda-biotita-monzogranito porfirítico é caracterizada por plágioclásio (oligoclásio), feldspato potássico (em mirmequitas e microclínio), quartzo, biotita e hornblenda, com apatita, alanita, clorita e zircão como minerais acessórios.

Na Folha Itararé foi realizada apenas uma análise química das rochas dessa unidade (Tabela 4.3), que apresenta o maior teor de SiO₂ (75,4%) dentre as unidades da Suíte Granítica Cunhaporanga, sendo classificada como granito. Seu caráter metaluminoso é indicativo da presença de biotita e hornblenda. A série magmática é calcialcalina de alto-K.



Figura 4.35 – Hornblenda-biotita-sienogranito fanerítico, de cor vermelha, do granito Santa Rita (NP3 γ 2lsr), com veios de fluorita (cor roxa) (afloramento SW-117, Caçador, Doutor Ulysses, PR).

Tabela 4.3 – Dados geoquímicos em rocha total para o granito Patrimônio de Santo Antônio (suíte granítica Cunhaporanga).

AMOSTRA	SW-571	SW-411	SW-594	SW-593	SW-574	SW-298	SW-305
ROCHA	BIOTITA-GRANITO PORFIRÍTICO	BIOTITA-SIENOGRANITO	BIOTITA-GRANITO PORFIRÍTICO	BIOTITA-GRANITO	BIOTITA-GRANITO PORFIRÍTICO	BIOTITA-SIENOGRANITO	ANFIBÓLIO-BIOTITA-SIENOGRANITO
% Peso							
SiO ₂	65,78	66,72	67,36	67,64	68,81	69,46	69,46
TiO ₂	0,61	0,78	0,78	0,65	0,45	0,61	0,55
Al ₂ O ₃	16,39	14,78	14,94	14,96	15,15	14,58	14,82
Fe ₂ O ₃	3,12	4,36	3,87	3,52	2,75	3,29	2,93
FeO ¹	2,53	3,53	3,14	2,85	2,23	2,67	2,37
MnO	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04
MgO	0,67	1,38	1,13	1,00	0,54	0,89	0,66
CaO	1,59	2,79	2,28	2,00	1,51	1,82	1,04
Na ₂ O	5,40	3,70	3,96	4,27	4,28	4,12	3,99
K ₂ O	5,84	4,87	5,09	5,32	6,06	4,76	6,03
P ₂ O ₅	0,22	0,33	0,29	0,25	0,16	0,23	0,17
Total	99,65	99,78	99,77	99,67	99,76	99,80	99,67
LOI	0,60	0,80	0,40	0,50	0,50	0,40	0,90
K ₂ O/Na ₂ O	1,08	1,32	1,28	1,25	1,41	1,15	1,51
mg#	29,75	38,52	36,55	36,04	27,98	34,84	30,91
ppm							
Cr	5,00	10,00	11,00	8,00	9,00	7,00	6,00
Ni	4,90	10,30	11,40	7,40	9,40	6,80	5,30
Co	4,40	7,80	6,60	5,90	3,30	5,30	4,30
V	23,00	44,00	39,00	34,00	18,00	31,00	24,00
Cu	10,60	14,70	12,40	11,50	8,50	20,70	6,40
Pb	9,10	3,50	4,50	5,90	8,00	6,40	9,50
Zn	59,00	71,00	83,00	69,00	62,00	70,00	48,00
Rb	27,90	46,70	57,40	34,60	33,00	39,60	6,50
Cs	0,61	1,15	0,83	1,12	0,90	0,50	0,13
Ba	168,00	206,00	137,00	127,00	71,00	142,00	31,00
Sr	904,00	629,00	760,00	770,00	461,00	631,00	679,00
Ga	5,30	5,30	7,10	6,50	5,20	6,50	5,40
Ta	0,00	2,30	1,70	2,00	1,00	2,00	1,30
Nb	9,00	11,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,00
Hf	0,68	1,47	0,78	0,64	0,57	0,94	1,16
Zr	291,00	234,00	249,00	242,00	249,00	251,00	195,00
Y	16,90	13,00	13,80	14,80	8,90	90,60	8,50
Th	16,80	7,00	12,60	9,50	17,30	12,50	8,10
U	2,69	1,88	2,41	2,02	1,89	2,72	2,99
La	45,30	31,00	51,60	42,60	52,80	57,90	43,10
Ce	83,24	63,98	93,01	78,72	107,68	77,58	75,05
Pr	11,60	11,00	12,80	12,20	15,50	14,60	11,00
Nd	40,70	38,80	42,90	41,00	51,10	50,10	36,90
Sm	5,60	6,10	6,70	6,70	6,80	7,50	5,20
Eu	1,60	1,48	1,59	1,70	1,37	2,10	1,48
Gd	4,25	4,77	4,83	4,91	4,86	7,84	3,81
Tb	0,52	0,51	0,56	0,52	0,51	1,00	0,44
Dy	2,64	3,20	2,77	2,85	2,58	5,73	2,22
Ho	0,40	0,49	0,33	0,36	0,33	1,61	0,27
Er	1,04	1,18	0,93	1,06	0,82	5,77	0,74
Tm	0,15	0,19	0,11	0,15	0,11	1,00	0,12
Yb	0,90	0,70	0,60	0,70	0,50	5,80	0,50
Lu	0,14	0,10	0,09	0,09	0,06	1,11	0,07
Ba/Sr	0,19	0,33	0,18	0,16	0,15	0,23	0,05
LaN/YbN	33,93	29,86	57,98	41,03	71,19	6,73	58,12
Eu/Eu*	1,00	0,84	0,85	0,91	0,73	0,84	1,02
Sc	2,40	4,70	4,20	3,50	2,30	3,80	2,30
Li	32,00	35,00	43,00	34,00	43,00	44,00	19,00
Sn	1,50	1,20	1,70	1,50	1,70	1,50	1,40
Mo	4,63	1,56	2,16	7,37	1,84	6,55	5,50

NOTA: 1 = FeO calculado; * = amostra não utilizada na interpretação dos resultados.

Seu comportamento no diagrama multielementar e de ETRs apresenta anomalias negativas de Nb, Ta, Ti, Hf e Ba e ausência de anomalia de Eu. A anomalia negativa de Sr, assim como Nb, Ta e Ti, é típica de rochas calcialcalinas.

Prazeres Filho (2000, 2005), analisando biotita-monzogranitos, obteve as seguintes idades: 480 ± 11 Ma (K-Ar, biotita), 588 ± 70 Ma (U-Pb, ID-TIMS, zircão) e 626 ± 8 Ma (U-Pb, SHRIMP, zircão), sendo essa última utilizada pelo referido autor para caracterizar o período de cristalização da unidade.

4.2.2.2 Granito Ouro Verde (NP3p γ 2lov)

A denominação “Ouro Verde-Patrimônio” como fácies da Suíte Granítica Cunhaporanga é utilizada por Guimarães (2000) e Prazeres Filho (2005) para designar a série de rochas graníticas que afloram nas localidades de Patrimônio de Santo Antônio e Ouro Verde (Sengés, PR). Guimarães (2000) destaca a assinatura geofísica em mapas aerogamaespectrométricos (principalmente na composição ternária). Neste trabalho, o termo “Ouro Verde-Patrimônio” foi desmembrado para caracterizar corpos diferenciados.

O Granito Ouro Verde aflora na localidade homônima, sendo delimitado por zonas de cisalhamento ENE-WSW e em contato intrusivo com as rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca. Caracteriza-se como biotita-granito fanerítico, de granulação média a fina, equigranular e leucocrático (M ~ 5%) (Figura 4.36).



Figura 4.36 – Biotita-granito fanerítico, leucocrático, de cor branca, do granito Ouro Verde (NP3 γ 2lov) (afloramento SW-621, Ouro Verde, Sengés, PR).

4.2.2.3 Granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3p γ 2lpa)

O Granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3 γ 2lpa) aflora na região homônima e nos bairros da Roseira (Jaguariaíva, PR) e Canastrão (Doutor Ulysses, PR). Com dimensão de cerca de 100 km² e uma forma em gota, apresenta contatos intrusivos com rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca e tectônicos com zonas de cisalhamento de direção ENE-WSW.

A principal fácies desse granito é um (hornblenda)-biotita-monzogranito porfirítico, de granulação grossa, inequigranular, leucocrático (M = 10-15%), cinza-claro a levemente rosado (Figura 4.37). Ocorrem fenocristais de feldspato potássico róseo, que, localmente, apresentam textura rapakivi. A mineralogia é constituída por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo, biotita e hornblenda, com clorita (substituindo a hornblenda), sericita, apatita monazita, zircão, titanita e alanita como minerais acessórios.

Outra fácies desse granito é caracterizada por um sienogranito fanerítico, de cor vermelha a rosa-claro, granulação grossa a média, inequigranular e hololeucocrático a leucocrático (M ~ 10%) (Figura 4.38). Em seção delgada, são observados, como minerais principais, feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita, sendo que titanita, sericita e zircão ocorrem como minerais acessórios.

Junto ao contato com os metacalcários da Formação Bairro dos Campos (NP1ic), na região do bairro do Cerrado da Roseira (Jaguariaíva, PR), ocorrem *hornfels* (escarnitos), sendo caracterizada a presença de minerais



Figura 4.37 – Biotita-granito porfirítico, leucocrático, de cor branca a rosa-claro, do granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3 γ 2lpa) (afloramento SW-594, Canastrão, Doutor Ulysses, PR).

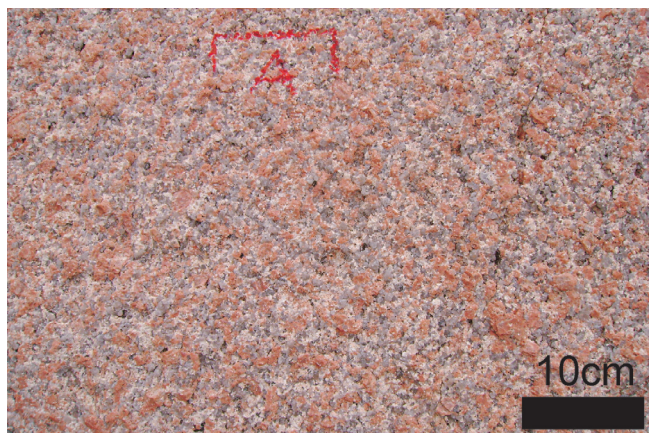


Figura 4.38 – Biotita-granito fanerítico, hololeucocrático, cor vermelha a rosa-claro, granulação grossa, do granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3γ2lpa) (aflorentamento SW-333, 2 km a leste de Patrimônio de Santo Antônio, Sengés, PR).

associados a metamorfismo de contato, como talco, tremolita, diopsídio e olivina.

Nas análises químicas (Tabela 4.4), os teores de SiO₂ variam pouco (65,8 a 69,5%), caracterizando as rochas no diagrama TAS como granitos (Figura 4.39A). No diagrama R1-R2, as rochas situam-se entre granito e monzonito (Figura 4.39B); uma amostra foi classificada como sienito. O caráter fracamente metaluminoso ilustrado no diagrama da Figura 4.40 evidencia a presença de hornblenda e biotita.

No diagrama AFM, a série magmática é definida como calcialcalina (Figura 4.41A), enquanto no diagrama SiO₂-K₂O varia de calcialcalina de alto-K a shoshonítica (Figura 4.42B). Essa última classificação é compatível com a localização de algumas amostras no campo das rochas alcalinas no diagrama TAS.

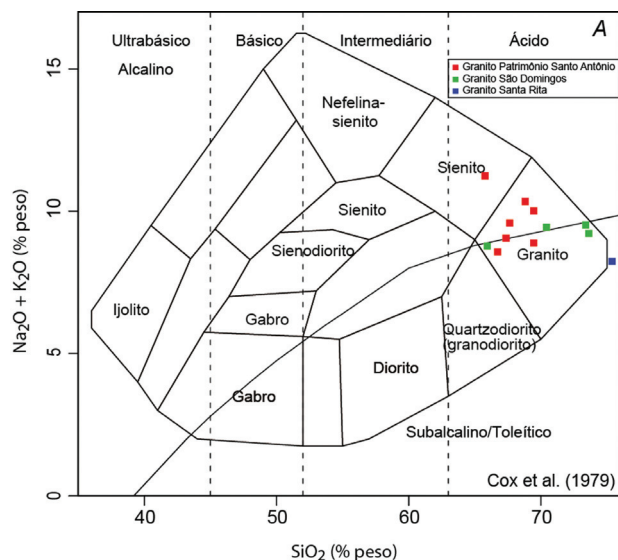


Figura 4.39 – Diagramas de classificação química para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga. Fonte: A – Cox et al. (1979); B – De la Roche et al. (1980).

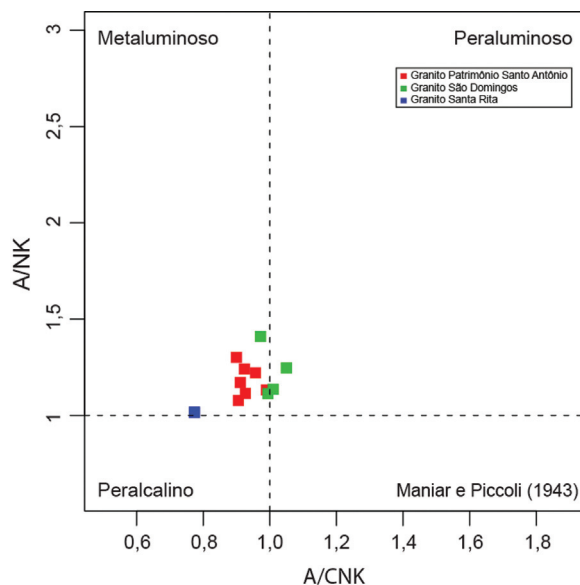


Figura 4.40 – Diagrama de Maniar e Piccoli (1989), utilizando o índice de Shand de saturação em alumina para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga.

Nos diagramas de Harker para elementos maiores (Figura 4.42), observam-se *trends* negativos para MgO, CaO e P₂O₅ e, subordinadamente, para TiO₂ e Fe₂O₃, característicos de diferenciação magmática por cristalização fracionada.

No diagrama multielementar (Figura 4.43A) observam-se anomalias negativas de Nb, Ta e Ti, características de rochas calcialcalinas provenientes de arco magmático, e de Hf, associada a rochas mais saturadas. No espectro de ETRs (Figura 4.43B), fortemente fracionados com enriquecimento nos leves. A ausência de anomalia de Eu, a anomalia negativa de Ba e valores de Ba/Sr variando de 0,05 a 0,33 indicam pouca cristalização do plagioclásio.

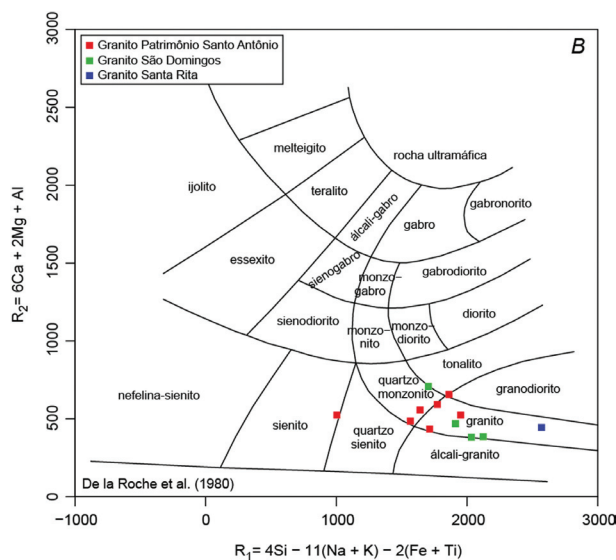


Tabela 4.4 – Dados geoquímicos em rocha total para o granito São Domingos e o granito Santa Rita (suíte granítica Cunhaporanga).

AMOSTRA	SW-500	SW-501	SW-503	SW-498	SW-118
ROCHA	SIENOGRANITO	MILONITO GRANÍTICO	BIOTITA-MONZOGRANITO	GRANITO	ÁLCALI-FELDSPATO-GRANITO
UNIDADE	GRANITO SÃO DOMINGOS	GRANITO SÃO DOMINGOS	GRANITO SÃO DOMINGOS	GRANITO SÃO DOMINGOS	GRANITO SANTA RITA
% Peso					
SiO ₂	65,94	70,43	73,39	73,62	75,38
TiO ₂	0,83	0,27	0,08	0,09	0,44
Al ₂ O ₃	16,69	15,70	14,53	14,43	11,25
Fe ₂ O ₃	4,41	2,15	1,36	1,45	2,01
FeO ¹	3,58	1,74	1,10	1,18	1,63
MnO	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03
MgO	1,36	0,44	0,11	0,17	0,38
CaO	2,93	1,30	0,86	0,88	1,91
Na ₂ O	4,16	4,22	4,89	4,83	3,82
K ₂ O	4,62	5,22	4,63	4,40	4,42
P ₂ O ₅	0,25	0,07	0,03	0,03	0,15
Total	101,25	99,82	99,90	99,95	99,81
LOI	0,70	0,40	0,40	0,40	1,50
K ₂ O/Na ₂ O	1,11	1,24	0,95	0,91	1,16
mg#	37,81	29,06	14,08	18,57	27,50
ppm					
Cr	15,00	5,00	7,00	4,00	10,00
Ni	9,60	3,90	7,30	3,60	7,90
Co	8,10	2,10	1,00	1,20	2,90
V	50,00	12,00	4,00	5,00	24,00
Cu	15,20	6,40	2,90	3,40	44,00
Pb	5,80	6,60	20,20	24,90	4,40
Zn	86,00	42,00	30,00	39,00	38,00
Rb	40,80	21,30	28,60	31,30	6,60
Cs	0,87	0,89	1,01	0,98	0,10
Ba	156,00	41,00	12,00	8,00	58,00
Sr	990,00	459,00	90,00	91,00	244,00
Ga	8,00	3,80	3,70	3,70	4,80
Ta	13,90	14,70	88,30	13,00	0,50
Nb	12,00	8,00	7,00	6,00	7,00
Hf	0,59	0,54	0,96	1,67	0,59
Zr	299,00	126,00	50,00	61,00	157,00
Y	13,80	6,80	111,10	1,90	5,40
Th	5,80	5,40	9,40	11,80	6,60
U	1,69	2,59	8,50	7,13	2,21
La	39,90	18,50	133,80	6,00	31,20
Ce	83,24	36,37	13,08	10,15	63,33
Pr	12,70	5,60	32,00	1,39	7,07
Nd	45,40	19,20	119,70	4,00	25,20
Sm	7,50	3,30	17,50	0,50	4,00
Eu	1,92	0,84	5,32	0,20	1,05
Gd	5,38	2,56	23,20	0,34	2,69
Tb	0,58	0,26	3,34	0,05	0,38
Dy	3,43	1,48	16,40	0,29	1,33
Ho	0,49	0,24	2,92	0,00	0,17
Er	1,30	0,49	7,21	0,19	0,51
Tm	0,15	0,09	0,95	0,00	0,06
Yb	0,70	0,40	5,10	0,20	0,40
Lu	0,10	0,06	0,89	0,05	0,05
Ba/Sr	0,16	0,09	0,13	0,09	0,24
LaN/YbN	38,43	31,18	17,69	20,23	52,59
Eu/Eu*	0,92	0,88	0,81	1,48	0,98
Sc	2,90	1,20	1,90	2,40	1,70
Li	29,00	48,00	27,00	35,00	6,00
Sn	1,40	1,10	0,80	0,80	1,50
Mo	1,59	4,82	1,98	4,93	1,81

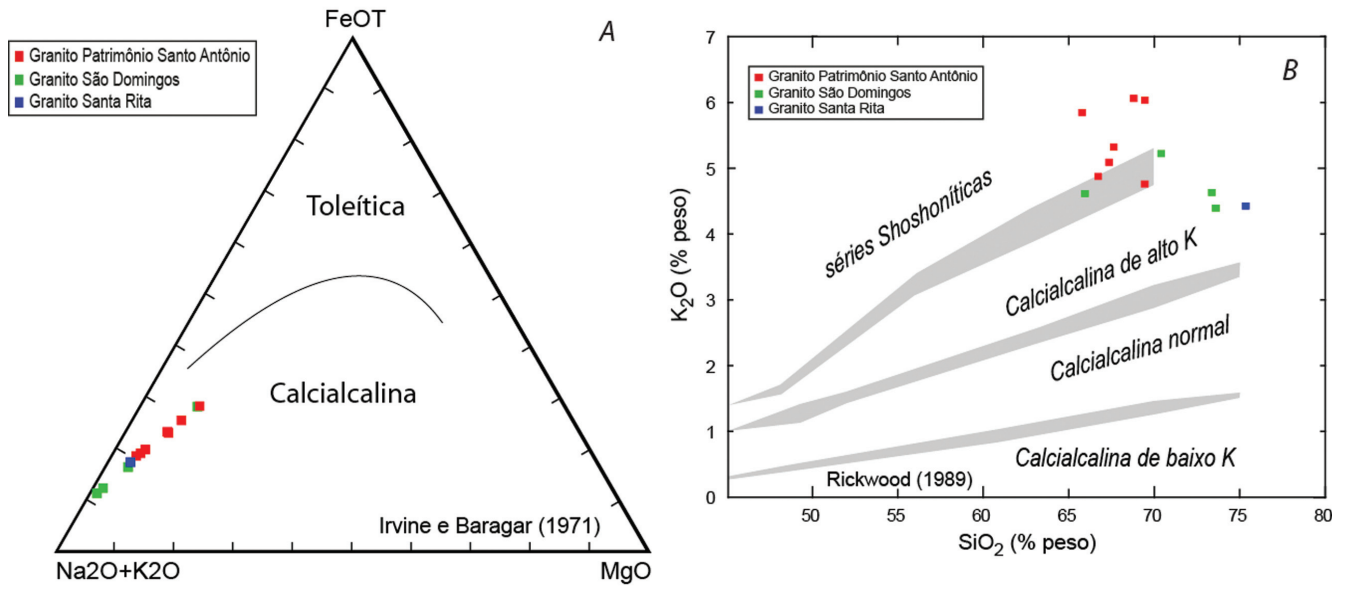


Figura 4.41 – Diagramas para definição de séries magmáticas para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga. Fonte: A – Irvine e Baragar (1971); B – Rickwood (1989).

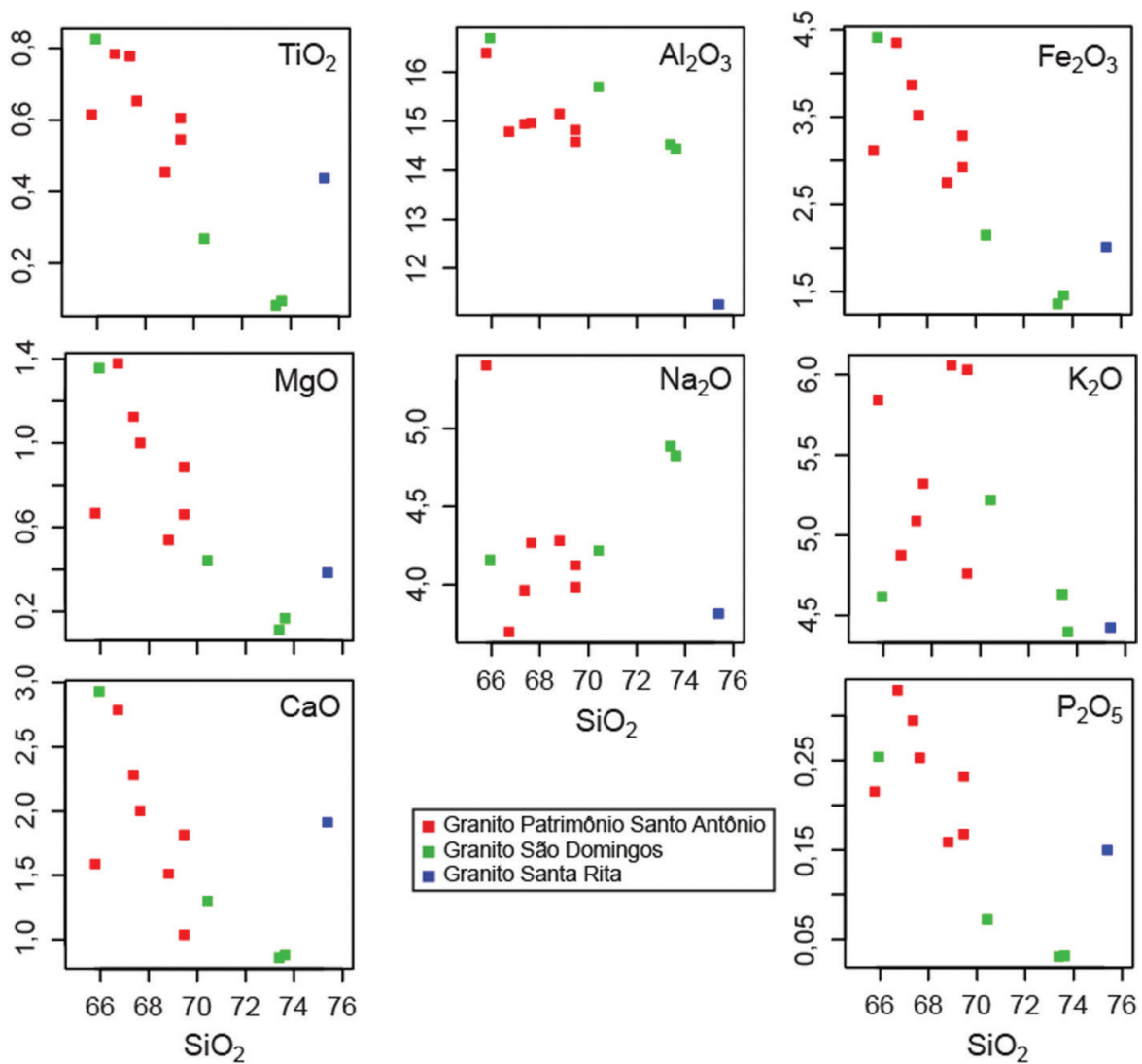


Figura 4.42 – Diagramas de Harker para elementos maiores das rochas da suíte granítica Cunhaporanga.

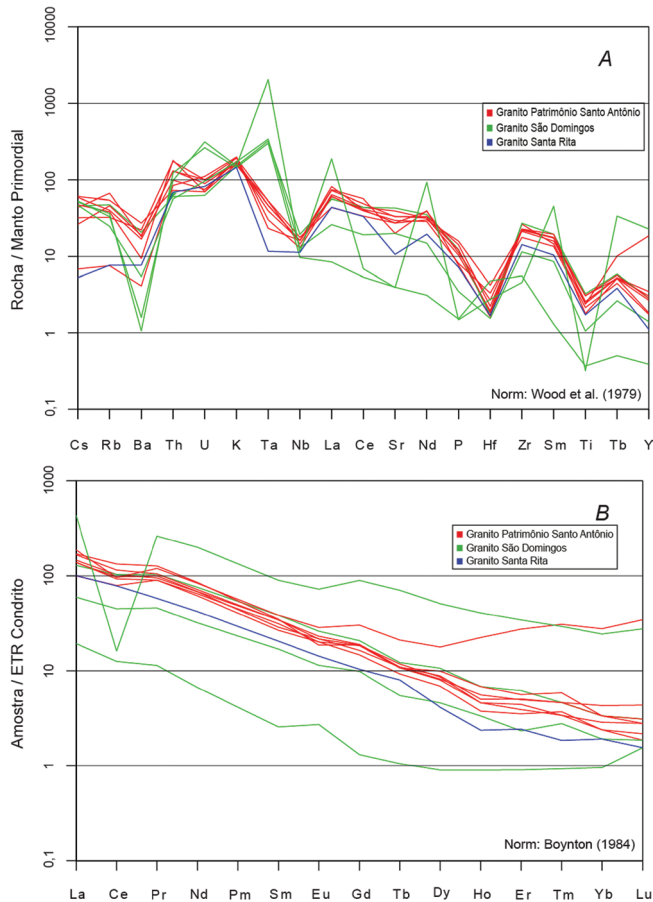


Figura 4.43 – Diagramas de elementos traços para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga. A – Multielementar normalizado para manto primordial; B – Elementos terras-raras normalizados para condrito.

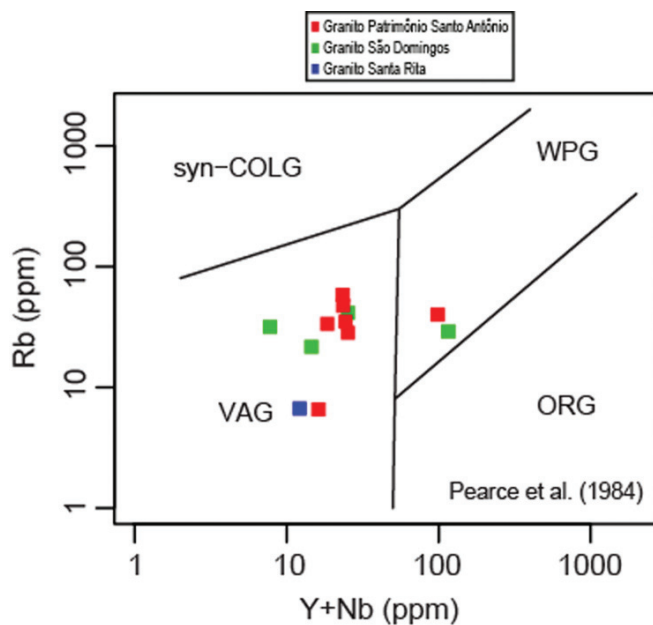


Figura 4.44 – Diagrama de discriminação de ambiente tectônico para as rochas da suíte granítica Cunhaporanga.

4.2.2.4 Granito São Domingos (NP3γ2lsd)

O termo “Granito São Domingos” (NP3γ2lsd) foi originalmente proposto por Soares et al. (1987), para definir o corpo granítico aflorante próximo à localidade homônima. Os autores também descrevem a forte alteração hidrotermal observada nesse corpo, com a ocorrência de fluorita e sulfetos disseminados.

Esse granito, com área de cerca de 15 km², ocorre na porção central da Folha Itararé como um corpo trapezoidal intrusivo nas rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca. Seus afloramentos são muito descontínuos, tratando-se geralmente de blocos e pequenos matacões. Apresenta, na porção sul, contato tectônico balizado por zona de cisalhamento transcorrente de direção ENE-W SW, onde ocorrem termos cataclásticos.

Seus litotipos são muito parecidos com os observados no Granito Patrimônio de Santo Antônio (NP3γ2lpa). Predomina (hornblenda)-biotita-monzogranito fanerítico/porfirítico, de granulação grossa a média, inequigranular, leucocrático (M = 10-15%), de cor cinza-claro a levemente rosado (Figura 4.45). Há porções onde predomina textura fanerítica de granulação fina, com ocorrência de veios/vênulas de quartzo, nos quais há mineralizações de fluorita e sulfetos.

As análises químicas das rochas graníticas do Granito São Domingos (ver Tabela 4.3) apresentam teores de SiO₂ de 65,9 a 73,6% e álcalis com valores próximos (em torno de 4,5%). As rochas são classificadas como granito no diagrama TAS (Figura 4.39A) e granito a monzonito no diagrama R1-R2 (Figura 4.39B). O índice de saturação em alumina (Figura 4.40) posiciona as rochas muito próximo ao limite entre metaluminoso e peraluminoso, indicando presença de biotita; porém, não é possível confirmar a ocorrência de hornblenda.



Figura 4.45 – Biotita-granito fanerítico, hololeucocrático, cor vermelha a rosa-claro, granulação fina a média, do granito São Domingos (NP3γ2lsd), com vênulas subcentimétricas (afloramento SW-501, 4 km a sudeste do bairro São Domingos, Sengés, PR).

A localização de alguns pontos no diagrama AFM próximo ao eixo A-F sugere afinidade alcalina para essas rochas, porém outros se situam no campo de rochas calcialcalinas (Figura 4.41A). No diagrama $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ (Figura 4.41B), os pontos apontam para uma série calcialcalina de alto-K a shoshonítica. Essa variação entre séries magmáticas condiz com a localização dos pontos no diagrama de classificação TAS, próximo ao limite entre os campos de rochas subalcalinas e alcalinas.

O comportamento dos elementos típicos de minerais ferromagnesianos (TiO_2 , Fe_2O_3 e MgO) em diagramas de Harker são muito similares, apresentando *trends* negativos (Figura 4.42); CaO e P_2O_5 também apresentam esse comportamento, característico de diferenciação magmática por cristalização fracionada.

No diagrama multielementar (Figura 4.43A), observam-se anomalias negativas de Nb e Ti; porém, há enriquecimento em Ta, em comparação às amostras das outras duas unidades estudadas. O comportamento dos ETRs é similar entre as amostras, apresentando forte fracionamento com enriquecimento nos leves, porém revela diferenças nos teores (Figura 4.43B). Os comportamentos de Eu, Ba e da razão Ba/Sr são similares aos das rochas do Granito Patrimônio de Santo Antônio e indicam pouca cristalização de plagioclásio.

A amostra SW-503 apresentou comportamento muito diferenciado no diagrama multielementar e de ETRs, o que pode ser devido a erros na amostragem ou analíticos.

Pelos teores de SiO_2 e diagramas de Harker (Figura 4.42) pode-se apenas inferir a existência de uma diferenciação magmática do Granito Patrimônio de Santo Antônio para o Granito Santa Rita, pois as assinaturas geoquímicas entre as unidades são muito semelhantes. A série magmática varia de shoshonítica a calcialcalina de alto-K da unidade granítica menos diferenciada para a mais diferenciada.

A presença de biotita na composição mineralógica e o índice de saturação em alumina, que confirma a ocorrência de hornblenda nessas rochas, evidenciam características próximas de granitos tipo-I. A análise de elementos traços situa essas rochas em ambiente de arco magmático (Figuras 4.43B e 4.44).

Assim como na Suíte Granítica Três Córregos, as três unidades analisadas da Suíte Granítica Cunhaporanga (granitos Santa Rita, Patrimônio de Santo Antônio e São Domingos) são constituídas por litotipos muito semelhantes textural e petrograficamente, mas apresentam algumas diferenças químicas. Prazeres Filho e Basei (2010), a partir da análise de isótopos de Pb, valores de C_{Nd} , T_{DM} e $\delta^{18}\text{O}$, sugerem fontes crustais distintas para o magmatismo dessas suítes graníticas.

4.2.2.5 Corpos Graníticos Indiferenciados (NP3pγ2It)

Na Folha Itararé ocorre uma série de pequenos corpos associados à Suíte Granítica Cunhaporanga,

denominados “Corpos Graníticos Indiferenciados”. No geral, são caracterizados como biotita-monzogranitos porfíricos, muito semelhantes aos observados no Granito Santa Rita (NP3γ2Isr), e ocorrem intrusivos nas rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca. O maior desses corpos localiza-se no cânion do rio Jaguaricatu (Sengés, PR).

4.2.3 Granitos tardios, peralcalinos, tipo A, pós-colisionais (stocks graníticos)

Na porção leste da Folha Itararé ocorrem granitos posteriores ao magmatismo associado às suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga. Trabalhos anteriores (GIMENEZ FILHO, 1993; GORAIEB, 2001; PRAZERES FILHO, 2005) indicam que esses granitos são constituídos por rochas da tipologia A (granitos anorogênicos), associados a ambientes tardi- a pós-orogênicos, com idade entre 590 a 560 Ma. A presença de mineralizações metálicas associadas a esse tipo de granitos no Terreno Apiaí é de conhecimento histórico, como os escarnitos com W, Cu e Au do Granito Santa Blandina (ARRUDA, 1971), na região de Itapeva (SP), e as mineralizações de Sn, W, Cu e Pb do Granito Córreas (GORAIEB, 2001), na região de Ribeirão Branco (SP).

Esses corpos são, geralmente, constituídos por granitos leucocráticos a hololeucocráticos, avermelhados e de composição sienogranítica, onde se destaca a presença de textura do tipo rapakivi. São individualizados dois principais corpos: Granito Rio Pirituba (NP3γ3Arp) e Granito Bairro da Serrinha (NP3γ3Abs). Corpos menores são caracterizados como indiferenciados (NP3γ3Ai).

4.2.3.1 Granito Rio Pirituba (NP3pγ3Arp)

O Granito Rio Pirituba ocorre ao longo do leito do rio homônimo, na região leste da Folha Itararé, no município de Itapeva (SP). Esse corpo foi caracterizado por Theodorovicz et al. (1985) como uma extensão do Granito Campina do Veado. Janasi e Ulbrich (1992) e Perrota et al. (2005) individualizam-no como um corpo separado.

Trata-se de um biotita-sienogranito porfírico a fanerítico grosso, com desenvolvimento de textura rapakivi, inequigranular, hololeucocrático (M ~ 5%), de cor vermelha a rosa-claro (Figura 4.46).

4.2.3.2 Granito Bairro da Serrinha (NP3pγ3Abs)

Esse corpo foi definido por Bistrichi et al. (1985). Aflora na localidade homônima, com direção NE-SW, sendo afetado pela Zona de Cisalhamento Itapirapuã.

Caracteriza-se como um biotita-sienogranito porfírico a fanerítico, grosso, inequigranular, hololeucocrático (M ~ 5%), de cor vermelha a rosa-claro. São comuns os termos miloníticos e cataclásicos.



Figura 4.46 – Biotita-sienogranito fanerítico grosso, com textura rapakivi, do granito Rio Pirituba (NP3γ3Arp) (aflorescimento SW-920, rio Pirituba, Itapeva, SP).

4.2.3.3 Corpos Menores Indiferenciados (NP3γ3Ai)

São pequenos corpos de biotita-sienogranitos de coloração avermelhada, intrusivos nas rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca. No geral, encontram-se milonitizados e cataclásados, ocorrendo como blocos e pequenos matacões.

4.3 BACIAS SEDIMENTARES E MAGMATISMO MESOZOICO

A Folha Itararé apresenta cerca de 50% de sua área coberta por sedimentos da Bacia do Paraná (Figura 4.47). Esses sedimentos são associados a unidades devonianas (Grupo Paraná) e carbonífero-permianas (Grupo Itararé), ocorrendo também uma série de diques e soleiras básicas que são associadas ao magmatismo Serra Geral (Jurocretáceo). O empilhamento estratigráfico das unidades fanerozoicas da Folha Itararé é apresentado na Figura 4.48.

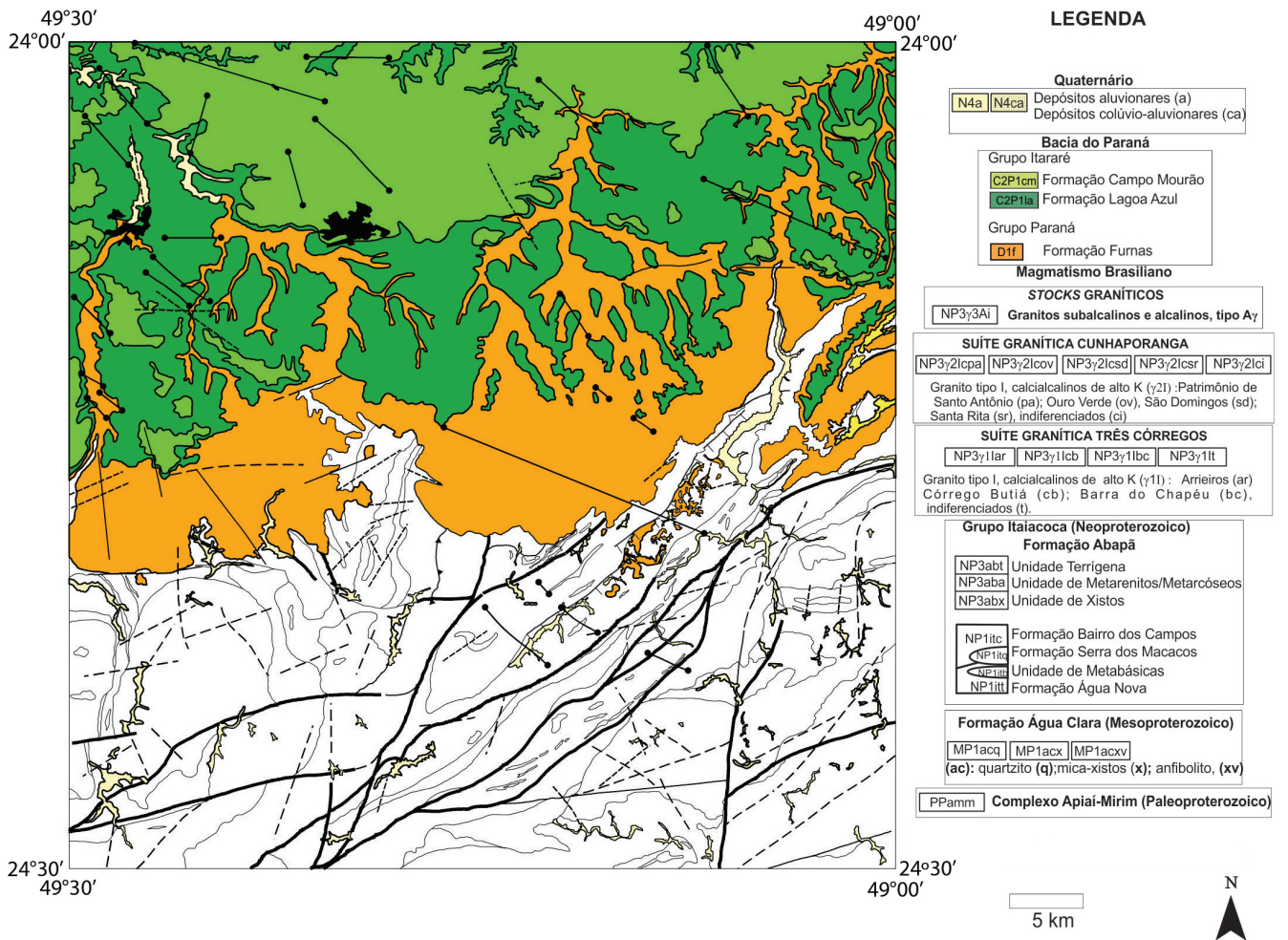


Figura 4.47 – Área de exposição das unidades fanerozoicas (bacia do Paraná e sedimentos recentes) na folha Itararé (escala 1:100.000).

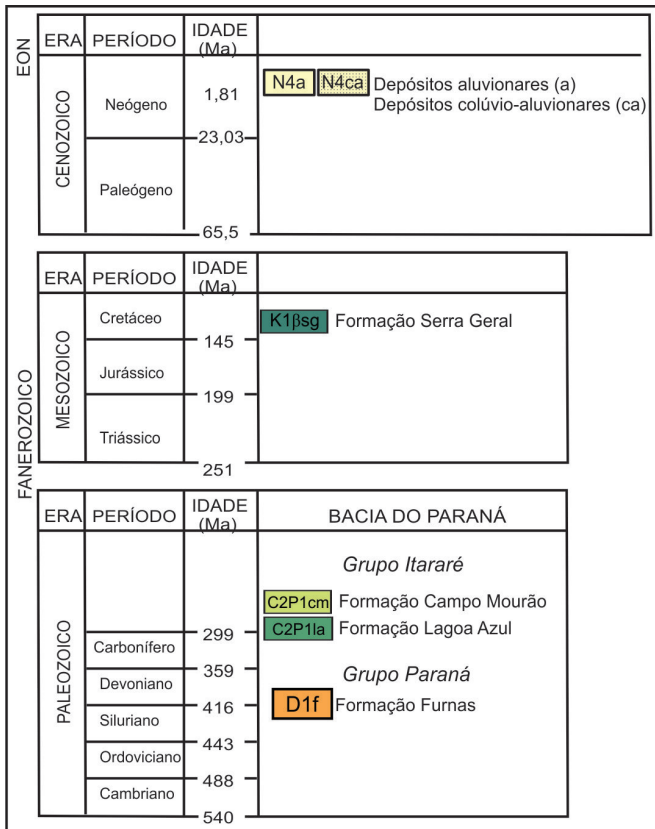


Figura 4.48 – Relações tectonoestratigráficas das unidades fanerozoicas da folha Itararé (escala 1:100.000).

4.3.1 Bacia do Paraná

O empilhamento estratigráfico das unidades da Bacia do Paraná na Folha Itararé, juntamente com os respectivos critérios de mapeamento, foi baseado nas propostas de Assine (1996, 1999), Vesely (2006), Vesely e Assine (2004) e Rostirolla et al. (2007).

4.3.1.1 Formação Furnas (Grupo Paraná)

A Formação Furnas (D1f) é uma extensa unidade siliciclástica da Bacia do Paraná, constituída por arenitos quartzosos brancos, de granulação média a grossa, feldspáticos e/ou caulíníticos, mal selecionados e portadores de estratificação cruzada, aos quais se interstratificam delgados níveis de conglomerados, sobretudo na porção basal. Apresenta geometria tabular e pequena variabilidade de espessura (geralmente entre 250 e 300 m), somente alterada nas proximidades dos limites de ocorrência, quando indica bordas erosivas (ASSINE, 1996).

Na Folha Itararé, a Formação Furnas (D1f) sobrepõe discordantemente sobre unidades pré-cambrianas (principalmente rochas associadas ao Grupo Itaiacoca). No contato ocorre uma série de escarpas que se destacam na paisagem, inclusive com o desenvolvimento de cânions, constituindo importante sítio geomorfológico

descrito por Souza e Souza (2002). Junto a essas escarpas, observa-se uma série de rochas cataclásticas e brechas tectônicas (Figura 4.49) associadas a falhas rúpteis. Essa relação explica o forte basculamento das camadas e provável geração dessas rochas.

Essa formação tem área de exposição em quase toda a porção norte da Folha Itararé. Destaca-se a sua uniformidade na composição mineralógica, textural e granulométrica. Predominam arenitos de cor branca, granulometria média a grossa, com grãos subarredondados a subangulosos (Figura 4.50), níveis ricos em grânulos (sendo observados alguns pequenos seixos), localmente com níveis de areia fina a muito fina. Esses arenitos são essencialmente compostos por quartzo, com pouco feldspato e rara muscovita.

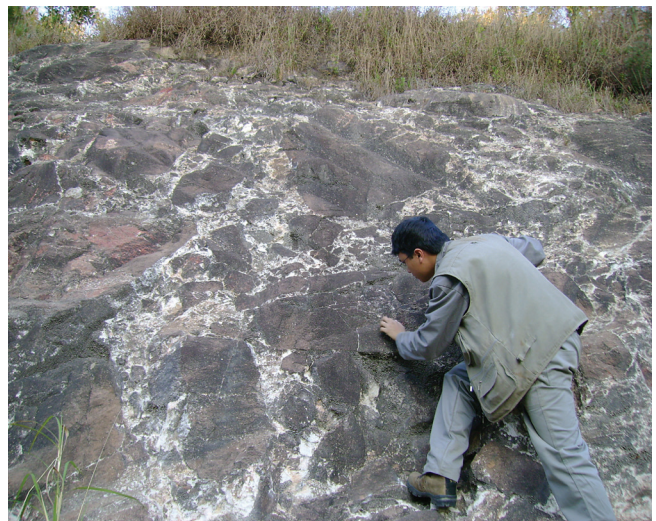


Figura 4.49 – Brecha tectônica associada à escarpa da formação Furnas (D1f) (aflorento SW-19, serra da Ventania, Bom Sucesso de Itararé, SP).



Figura 4.50 – Arenito de granulação grossa, rico em grânulos, da formação Furnas (D1f) (aflorento SW-101, Fazenda Corisco, Sengés, PR).

Destaca-se na base dos arenitos, próximo aos contatos com as rochas pré-cambrianas, um conglomerado basal (Figura 4.51) sustentado por matriz de granulação grossa, oligomítico (seixos de filito, quartzito e veio de quartzo), de cor branca a cinza-claro.

As estruturas sedimentares observadas são: estratificação cruzada acanalada (Figura 4.52) e tabular (Figura 4.53), estratificação plano-paralela, estratificação gradacional granodecrescente e marcas onduladas (em arenitos de granulação fina a muito fina).

Conforme Assine (1999), a idade da Formação Furnas é atribuída ao período eodevoniano, em função do contato concordante com os folhelhos marinhos superpostos da Formação Ponta Grossa (Emsiano/Fammeniano), materializado pelas camadas de transição no seu topo (PETRI, 1948). Corroborar essa interpretação a identificação de palinomorfos praguianos (DINO

e RODRIGUES, 1995), recuperados de um nível pelítico intercalado nos arenitos da parte superior da Formação Furnas, no município de Jaguariaíva (PR). Com relação ao início da sedimentação, é possível que tenha ocorrido já a partir do final do Siluriano (Pridoliano), como sugeriu Borghi (1993), mas ainda não se dispõe de dados que permitam estabelecer com precisão a idade dos estratos de sua porção inferior.

A interpretação dos ambientes deposicionais da Formação Furnas (D1f) é controversa. Para diversos autores, a deposição é associada a ambientes marinhos costeiros (PETRI, 1948; SANFORD e LANGE; 1960, BIGARELLA et al., 1966; LANGE e PETRI, 1967; BIGARELLA, 1973; PETRI e FÚLFARO, 1983; BORGHI, 1993). Outros autores associam a deposição a ambiente fluvial (NORTHFLEET et al., 1969; SCHNEIDER et al., 1974; ANDRADE e CAMARÇO, 1980; MELO, 1988; ZALÁN et al., 1987). Já Bergamaschi (1992) e Assine et al. (1994) associam a deposição a ambiente deltaico e marinho plataformal.

4.3.1.2 Grupo Itararé

Conforme Vesely (2006), o Grupo Itararé compreende depósitos sedimentares essencialmente siliciclásticos, acumulados na Bacia do Paraná durante o intervalo Neocarbonífero-Eopermiano. O controle glacial na sedimentação, a tectônica sinsedimentar e as oscilações do nível de base conferem à unidade arcabouço estratigráfico complexo. A influência glacial direta ou indireta é marcante, estando presente na forma de superfícies estriadas, tilitos, deformações induzidas pelo gelo, lamitos com clastos caídos (*dropstones*) e fácies depositadas por águas de degelo. Esses atributos são recorrentes na vertical e estão associados a intervalos argilosos fossilíferos que evidenciam condições marinhas concomitantes à sedimentação glacial.



Figura 4.51 – Conglomerado basal da formação Furnas (D1f), sustentado pela matriz e oligomítico (seixos de arenito, filito e veios de quartzo) (afioramento SW-738, serra da Janela, Sengés, PR).



Figura 4.52 – Estratificações cruzadas acanaladas em arenitos da formação Furnas (D1f) (afioramento SW-014, SP-258, 3 km a norte de Bom Sucesso de Itararé, SP).



Figura 4.53 – Estratificações cruzadas tabulares em arenitos da formação Furnas (D1f) (afioramento SW-859, rio das Três Barras, Itararé, SP).

França e Potter (1988) subdividiram o Grupo Itararé nas formações Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba, que corresponderiam, cada uma, a fases de sedimentação cíclicas dentro de um regime glacial, relacionadas a subidas relativas do nível do mar. Essas unidades têm sido adotadas em mapeamentos sistemáticos recentes em regiões próximas à Folha Itararé, como na região da Folha Ponta Grossa (ROSTIROLLA, 2007). Na Figura 4.54 é apresentada a carta estratigráfica do Grupo Itararé, modificada de Vesely e Assine (2004), a qual é baseada nas propostas de França e Potter (1988) e França et al. (1996).

4.3.1.2.1 Formação Lagoa Azul (C2P1a)

A Formação Lagoa Azul (C2P1a), que ocupa grande extensão da Folha Itararé, foi definida por França e Potter (1988) como uma unidade predominantemente argilosa, compreendida na base do Grupo Itararé.

Ela foi denominada por Theodorovicz et al. (1986) de “CP₁”, sendo caracterizada pelo predomínio de diamictitos e níveis subordinados de argilitos, arenitos e conglomerados.

Os diamictitos siltico-argilosos apresentam-se maciços e com matriz lamítica ou mais comumente lamítico-arenosa (Figura 4.55). Compreendem clastos de variadas composições (granito, gnaiss, quartzito, arenito, sílex e folhelho) e dimensões (grânulos a blocos), desde angulosos a arredondados e comumente facetados e/ou estriados. Localmente, são observadas lentes descontínuas de arenito, conglomerado e siltitos. Destaca-se a presença de pavimentos estriados (Figura 4.56) na região próxima à cabeceira do rio Piripituba (Itapeva, SP), regis-

trada por Theodorovicz et al. (1986). Esses diamictitos são interpretados como tilitos e associados a ambiente glacial.

Os folhelhos rítmicos apresentam intercalações milimétricas de níveis silticos e de areia muito fina, com predomínio de laminação plano-paralela. É comum a presença de clastos caídos (Figura 4.57).

Os conglomerados observados nessa formação são polimíticos (Figura 4.58), maciços e associados a lentes no diamictito. São constituídos por clastos angulosos a arredondados, desde grânulos até matações de granito, gnaiss, quartzito e arenito, bem como intraclastos de argila.



Figura 4.55 – Diamictito de matriz lamítico-arenosa, com clastos dispersos na matriz da formação Lagoa Azul (C2P1a) (afloramento SW-819, rio Pelame, Sengés, PR).

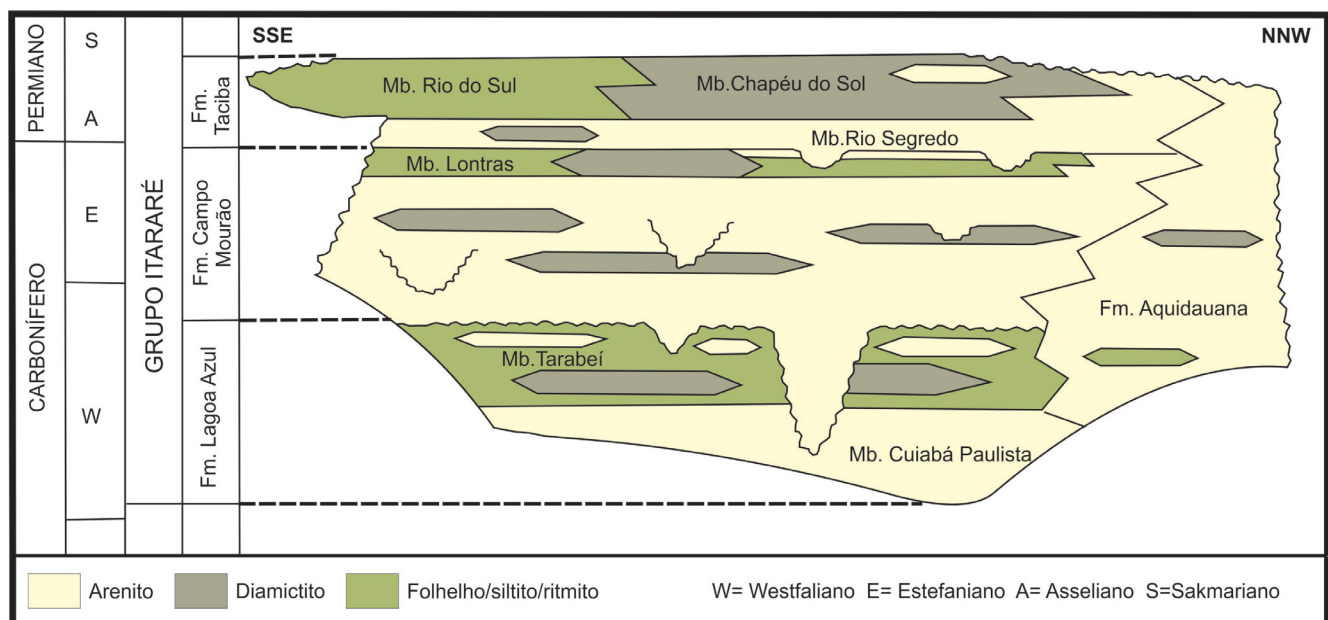


Figura 4.54 – Carta estratigráfica do grupo Itararé. Fonte: Modificado de Vesely e Assine (2004).

Theodorovicz et al. (1986) relacionam o ambiente de deposição da Formação Lagoa Azul a depósitos pró-glaciais em planícies aluviais de lavagem (*outwash plane*).

4.3.1.2.2 Formação Campo Mourão (C2P1cm)

A Formação Campo Mourão (C2P1cm) destaca-se na Folha Itararé por seu contato basal com a Formação Lagoa Azul (C2P1la) e pelo desenvolvimento de escarpas que se destacam na topografia, como as observadas na serra do Corisco (Sengés, PR). Essa unidade apresenta ampla distribuição na Folha Itararé, aflorando principalmente no extremo-norte da folha e em manchas isoladas sobre a Formação Lagoa Azul (C2P1la). As melhores exposições localizam-se próximo à área urbana de Itararé (SP).

A formação é correlata à unidade “Cpi₃” de Theodorovicz et al. (1986), caracterizada pelo predomínio de arenitos e diamictitos. Apresenta pacotes espessos de arenitos esbranquiçados a amarelados, quartzosos e com granulometria fina a grossa, localmente ocorrendo níveis de grânulos e seixos esparsos de quartzo e arenito. Comumente, apresentam-se estratificados, sendo identificadas estratificações plano-paralelas e cruzadas tabular (Figura 4.59), porém também são observados arenitos maciços com estruturas do tipo “casco de tartaruga” (Figura 4.60). Localmente, observou-se a presença de icnofósseis (Figura 4.61), além de pacotes expressivos de diamictitos com matriz lamítica e seixos de composições variadas distribuídos caoticamente na matriz.



Figura 4.56 – Diamictito com pavimento estriado da formação Lagoa Azul (C2P1la).



Figura 4.58 – Conglomerado polimítico de matriz arenítica da formação Lagoa Azul (C2P1la) (afloramento SW-864, rio das Três Barras, Itararé, SP).



Figura 4.57 – Folhelho rítmico com clasto caído da formação Lagoa Azul (C2P1la) (afloramento SW-886, Colônia do Bairro Preto, Itararé, SP).



Figura 4.59 – Arenito com estratificação cruzada tabular da formação Campo Mourão (C2P1cm) (afloramento SW-881, na área urbana de Itararé, SP).

As associações litológicas observadas na Formação Campo Mourão são interpretadas como de ambientes subaquosos de planícies aluviais de lavagem (*outwash plane*).



Figura 4.60 – Arenito maciço com estrutura do tipo “casco de tartaruga” (visto em planta) da formação Campo Mourão (C2P1cm) (afloramento SW-903).



Figura 4.61 – Arenito siltico com icnofósseis da formação Campo Mourão (C2P1cm) (afloramento SW-764, córrego do Capivari, Sengés, PR).

4.3.1.3 Diques básicos jurocretáceos (JK β) – formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é representada por diques e soleiras de diabásio associados ao magmatismo de idade jurocretácea (Figura 4.62). São esparsos na Folha Itararé, cortando generalizadamente quase todos os litotipos. Na área da Bacia do Paraná há algumas pedreiras das quais o diabásio é extraído como matéria-prima para a construção civil (por exemplo, brita e blocos). Os diques ocorrem sob a forma de corpos

tabulares de orientação preferencial NE-SW e mergulhos subverticais, com espessuras que variam de poucos centímetros a algumas dezenas de metros, porém geralmente métricas.

Essas rochas apresentam cor cinza-escuro com tonalidade esverdeada, granulação geral média a fina (localmente grossa) e textura granular a porfirítica, com fenocristais de feldspato milimétrico a centimétrico. Os minerais essenciais são plagioclásio (andesina e labradorita) e piroxênio (dominantemente augita), enquanto titanita, apatita e minerais opacos ocorrem como acessórios. Geralmente, contêm sulfetos (pirita e calcopirita) disseminados.



Figura 4.62 – Soleira de diabásio no leito do rio Itararé (afloramento SW-885, Colônia do Bairro Preto, Usina Hidrelétrica da Fábrica Maringá, Itararé, SP).

4.4 SEDIMENTAÇÃO CENOZOICA

A sedimentação cenozoica é representada por depósitos inconsolidados associados ao Neógeno. São caracterizados em duas unidades: Depósitos aluvionares (N4a) e Depósitos colúvio-aluvionares (N4ca).

4.4.1 Depósitos aluvionares (N4a)

Constituem depósitos nas margens, fundos de canal e planícies de inundação de rios, além de areias, cascalheiras, siltes e argilas resultantes dos processos de erosão, transporte e deposição a partir de áreas-fonte diversas.

4.4.2 Depósitos colúvio-aluvionares (N4ca)

Constituem depósitos associados, principalmente, às grandes escarpas do contato da Formação Furnas (D1f) com as unidades pré-cambrianas. No geral, são depósitos do tipo tálus, com predomínio de conglomerados imaturos.

5. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Entre as principais características tectônicas observadas na Folha Itararé, em imagens de sensores remotos, fotografias aéreas e mapas aerogeofísicos, destacam-se: forte controle estrutural associado às zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis; grandes dobras (anticlinais e sinclinais) nas rochas metassedimentares; volumoso magmatismo brasileiro (ediacarano); vastas áreas associadas às unidades da Bacia do Paraná. Tais feições definem domínios estruturais diversificados, com histórias evolutivas distintas.

A análise estrutural foi realizada com base em procedimentos clássicos (TURNER e WEISS, 1968; RAMSAY e HUBER, 1983, 1987; MCCLAY, 1987), envolvendo descrição e análise em campo das relações geométricas e cinemáticas das estruturas tectônicas, medida de atitude de estruturas com bússola, hierarquização das estruturas com base em critérios de superposição, além de tratamento em escritório com auxílio de estereogramas, seções e mapas. Cada unidade litotectônica foi abordada separadamente.

No caso da tectônica rúptil, foi realizada análise dos lineamentos estruturais conforme Liu (1984), Riccomini e Crósta (1988), que utilizam modelos digitais de terreno (MDT). Os modelos digitais de terrenos utilizados foram construídos a partir de mapas digitalizados em escala 1:50.000 (folhas topográficas Itararé, Ouro Verde, Engenheiro Maia e Barra do Chapéu), sendo os dados pré-tratados no programa ArcGis 9.3 (o qual foi utilizado para a confecção dos modelos finais, com os ajustes de cor e iluminação).

Para análise de lineamentos foram utilizados mapas de relevos sombreados – um com iluminante posicionado a N45°E; outro a N45°W e ambos com inclinação de 40° (Figura 5.1). As propriedades dos lineamentos (azimute, comprimento) foram obtidas automaticamente no programa ArcGis 9.3 e os dados tratados no programa GeOrient 9.4.5 (HOLCOMBE, 2010). Os resultados permitiram a geração de diagramas de rosáceas, utilizando tanto a somatória dos comprimentos em intervalos azimutais de 10° como a frequência de orientação dos lineamentos.

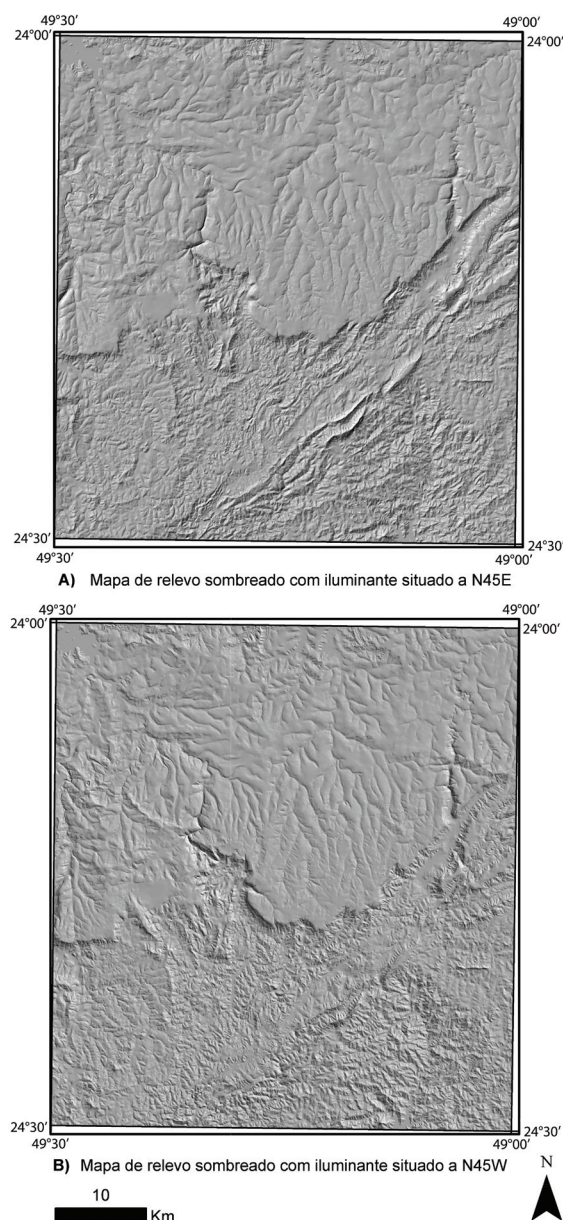


Figura 5.1 – Mapas de relevos sombreados da folha Itararé, construídos a partir de modelos digitais de terrenos obtidos a partir da digitalização das cartas topográficas 1:50.000 da folha Itararé.

5.1 UNIDADES PALEOPROTEROZOICAS E MESOPROTEROZOICAS (REGISTRO DE DEFORMAÇÃO PRÉ-BRASILIANA)

Na Folha Itararé, as rochas paleoproterozoicas são representadas pela unidade migmatítica do Complexo Apiaí-Mirim (PPamm), enquanto as rochas mesoproterozoicas, pela Formação Água Clara (MP1ac). Ambas as unidades são associadas a estruturas de tetos pendentes (*pendents roofs*) alojadas na Suíte Granítica Três Córregos, de idade ediacarana (650 a 590 Ma) (GIMENEZ FILHO, 1993; GIMENEZ FILHO et al., 2000; PRAZERES FILHO, 2000, 2005).

As rochas paleoproterozoicas e mesoproterozoicas apresentam foliações (bandamento gnáissico, xistosidade etc.) e lineações (lineações minerais) anteriores ao magmatismo ediacarano. No geral, apresentam paralelizadas as foliações miloníticas associadas a eventos cisalhantes dúcteis/rúpteis que também afetam as rochas graníticas da Suíte Granítica Três Córregos. Destaca-se a complexa trajetória metamórfica observada nessas rochas, que inclui metamorfismo de contato e milonitização/catáclase nas zonas de cisalhamento pós-magmatismo.

Os corpos mapeáveis do Complexo Apiaí-Mirim e da Formação Água Clara apresentam, em geral, direções NE-SW e E-W (Figura 5.2). Os padrões de distribuição das foliações e lineações observados nos estereogramas dos dados estruturais desses corpos variam bastante, sendo impraticável caracterizar um comportamento estrutural comum. Nota-se, em alguns estereogramas, principalmente nos da Formação Água Clara, o forte controle das zonas de cisalhamento na distribuição das foliações e das lineações.

5.2 UNIDADES NEOPROTEROZOICAS

Na Folha Itararé as rochas neoproterozoicas são representadas pelas unidades associadas ao Grupo Itaiacoca e pelas rochas graníticas (suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga e *stocks* graníticos). A evolução estrutural dessas unidades é associada à Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (Neoproterozoico ao início do Paleozoico), que consiste em 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 et al., 1999; CAMPANHA e BRITO NEVES, 2004; FUCK et al., 2008).

5.2.1 Grupo Itaiacoca

Embora as formações associadas ao Grupo Itaiacoca (Água Nova, Unidade de Metabásicas, Serra dos Macacos, Bairro dos Campos e Abapã) apresentem idades distintas, o padrão estrutural é bastante similar. Trata-se de rochas com baixo grau metamórfico (fácies

xisto-verde), uma diversidade de estruturas primárias preservadas, assim como amplas dobras observáveis em megascale (mapa, fotografia aérea etc.) e forte controle estrutural associado a intrusões graníticas e a zonas de cisalhamento dúcteis/rúpteis.

O Grupo Itaiacoca apresenta um padrão estrutural relativamente simples, conforme descrito em trabalhos prévios (HASUI et al., 1980; BISTRICHI et al., 1985; THEODOROVICZ et al., 1986; SOUZA, 1990; SIGA JUNIOR et al., 2003). No geral, há consenso em a estrutura principal observada ser correspondente ao acamamento sedimentar reliquiar (S_0) paralelo a uma xistosidade/clivagem ardosiana penetrativa (S_1). Essa relação é associada a uma primeira fase de dobramentos (D_1) com desenvolvimento de dobras isoclinais e fechadas. A superfície principal ($S_0 // S_1$) é afetada por fases posteriores de dobramentos e por zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis.

Na Folha Itararé são identificados dois grandes domínios estruturais associados ao Grupo Itaiacoca. O primeiro situa-se na porção leste e apresenta direção geral NE-SW; o segundo, na porção oeste, apresenta direção geral NNE-SSW e forte controle estrutural associado aos corpos graníticos da Suíte Intrusiva Cunhaporanga (Figura 5.3).

5.2.1.1 Domínio Leste

O Domínio Estrutural Leste do Grupo Itaiacoca na Folha Itararé caracteriza uma faixa alongada de direção NE-SW, situada entre os sedimentos da Bacia do Paraná e as rochas graníticas da Suíte Granítica Três Córregos. Essa faixa é separada do Domínio Estrutural Oeste pela Zona de Cisalhamento da Estiva. As principais unidades litoestratigráficas que compõem esse domínio pertencem ao Grupo Itaiacoca (idade toniana): formações Água Nova, Serra dos Macacos e Bairro dos Campos. Em mapa, observa-se uma série de estruturas, como dobras anticlinais e sinclinais com traços axiais de direção NE-SW, além de zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis de direções NE-SW e NNE-SSW e diques básicos NW-SE (Figura 5.4).

Os subdomínios delimitados apresentam como característica comum, observada em estereogramas, a distribuição dos polos da foliação principal ($S_0 // S_1$) ao longo de guirlandas de círculo máximo (plano AC), com orientação aproximada NW-SE, e mergulhos de alto ângulo para NE ou SW, indicando dobramento cilíndrico com eixos distribuídos na direção NE-SW. Esse dobramento caracterizado em estereograma compõe no mapa uma série de anticlinais e sinclinais com traços axiais de direção NE-SE, já descritos anteriormente. Diversos autores (BISTRICHI et al., 1985; THEODOROVICZ et al., 1986; SOUZA, 1990) associam esse conjunto de dobras a uma fase D_2 de dobramentos associada a estruturas de cavalgamento e geração de uma foliação S_2 (clivagem de crenulação).

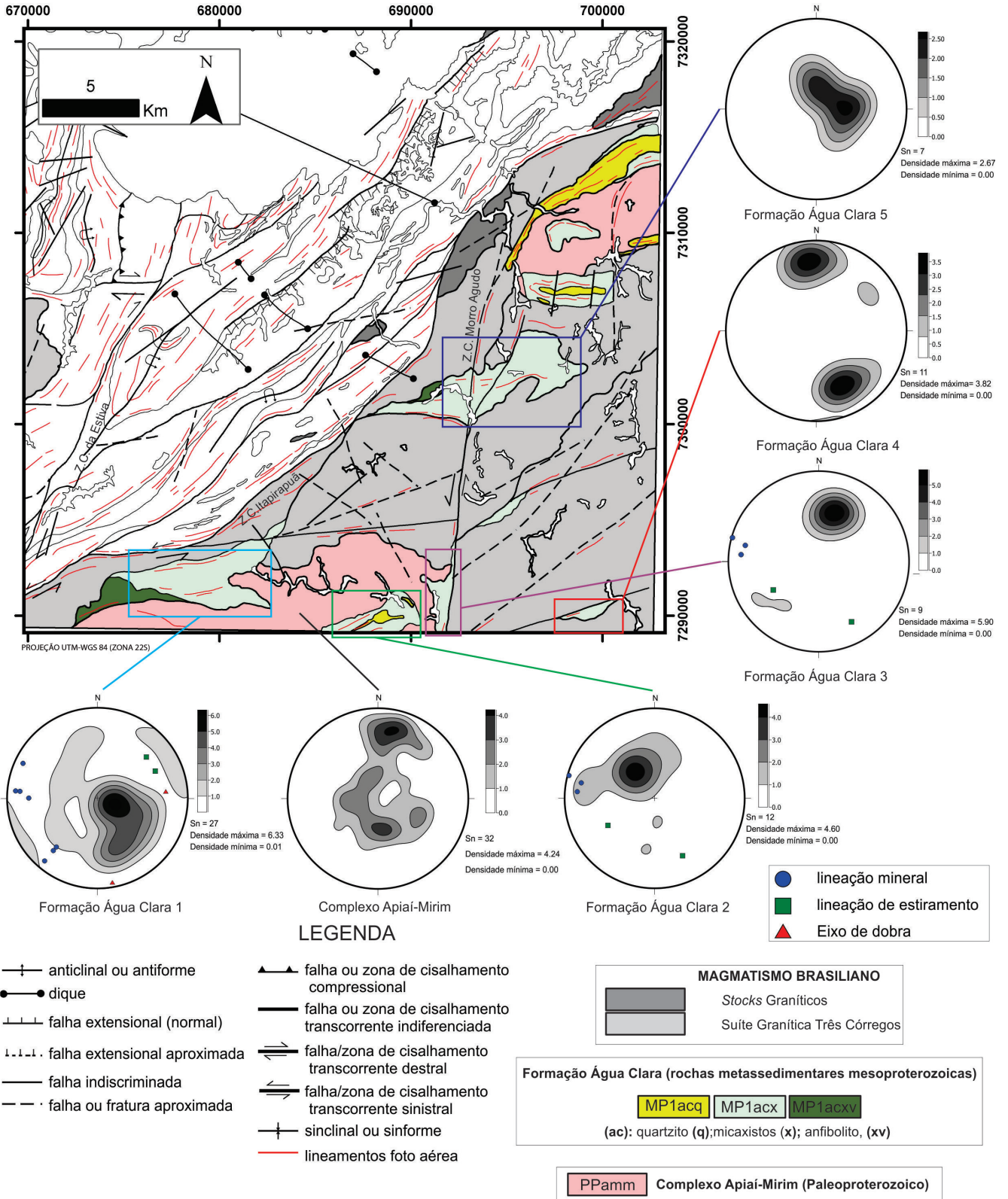


Figura 5.2 – Estereogramas em semiesfera inferior com isofrequência de contagem (Sn = foliação principal) das rochas paleoproterozoicas (complexo Apiaí-Mirim) e mesoproterozoicas (formação Água Clara).

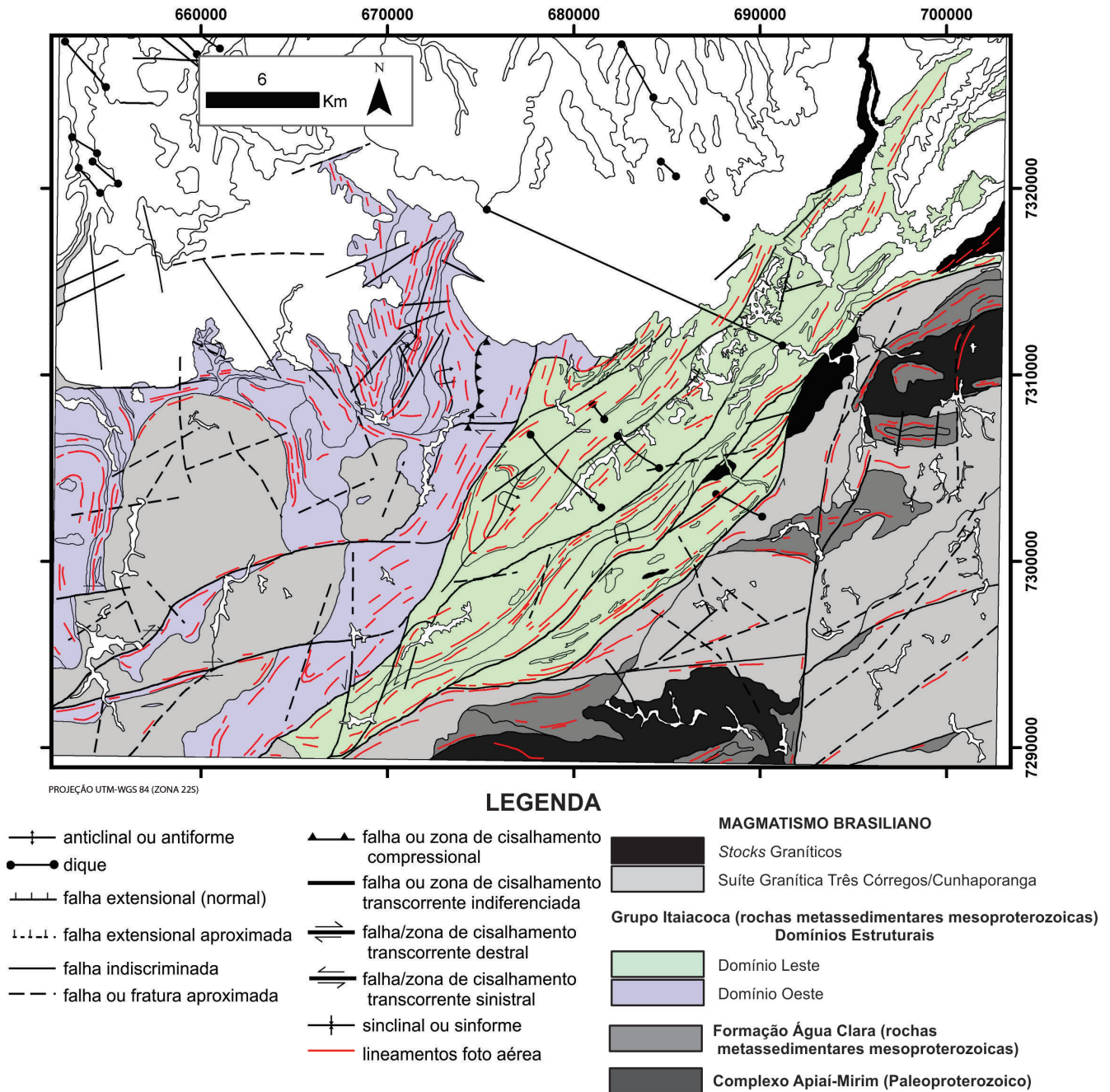


Figura 5.3 – Domínios estruturais associados ao grupo Itaipoca.

Nos estereogramas exibidos na Figura 5.4, o dobramento D_2 apresenta estilo estrutural distinto, sendo ora marcado por dobras francamente assimétricas (subdomínios 2, 3 e 5), com vergência para NW, ora por dobras levemente simétricas e fechadas (subdomínios 1 e 4).

Nos estereogramas desse domínio é observada a dispersão dos polos das clivagens ardosianas/espaçadas (Figura 5.5A) e dos planos axiais de dobras. Algumas dessas superfícies medidas são correlacionáveis ao dobramento principal observado em estereograma (D_2), principalmente as que apresentam orientações próximas às concentrações máximas dos polos da foliação princi-

pal ($S_0 // S_1$). Essas superfícies são interpretadas como planos axiais do dobramento principal (D_2). A dispersão dos polos de clivagens e dos planos axiais de dobras é indicativa de sobreposição de eventos deformacionais, que é também evidenciada pelos padrões dispersos de distribuição dos polos da foliação principal ($S_0 // S_1$) ao longo das guirlandas de círculo máximo representativas do plano AC. Não há nos estereogramas desse domínio um padrão claro que delimite outra guirlanda de círculo máximo relativa a dobramento do tipo cilíndrico. No entanto, nos estereogramas dos subdomínios 2 e 3 há sugestão de dispersão ao longo de um círculo máximo de direção NE-SW e eixo orientado SW-NE que pode ser

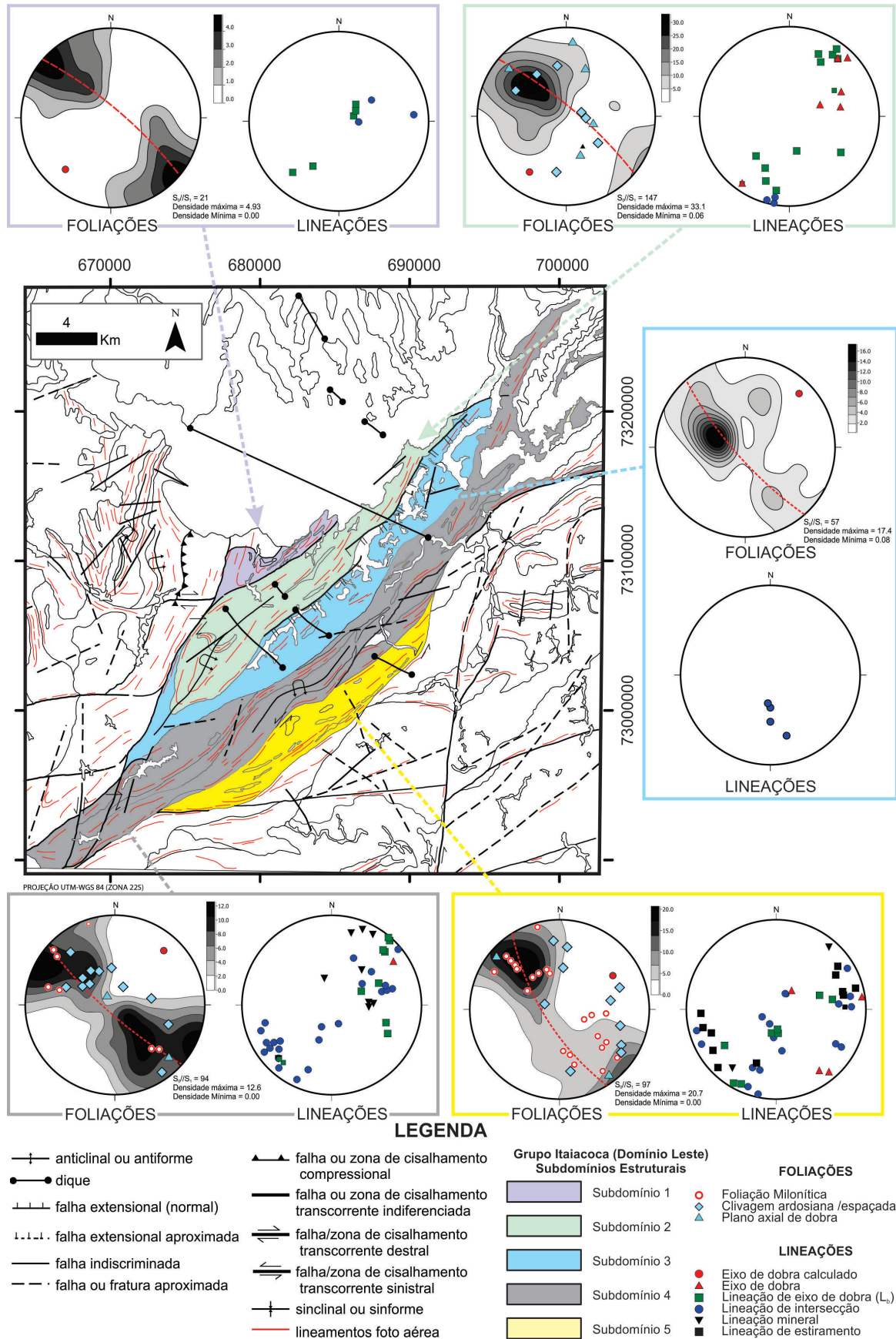


Figura 5.4 – Estereogramas em semiesfera inferior das foliações e lineações do domínio Leste do grupo Itaiacoca. Nos estereogramas de foliações são apresentadas as isofrequências de contagem de polos da foliação principal (S_0/S_1), projeções polares dos outros elementos planares (clivagens, foliações miloníticas e planos axiais de dobras) e guirlandas de círculo máximo representativas do plano AC.

correlacionado a um dobramento tardio. As lineações observadas no Domínio Leste orientam-se na direção NE-SW e apresentam caimentos variados com predomínio de valores baixos a médios. Predominam lineações de intersecção e de eixo de dobra/crenulação (Figuras 5.5A, 5.5B). Nas zonas de cisalhamento, principalmente nos termos miloníticos, são observadas lineações mineiras e de estiramento. A dispersão dessas lineações pode ser atribuída a uma sobreposição de eventos deformacionais.

Os eventos deformacionais posteriores à fase D_2 , no geral, no Domínio Leste, são associados às zonas de cisalhamento de orientações NE-SW e NNE-SSW. Essas zonas apresentam, no geral, caráter transcorrente, com o desenvolvimento de foliação com mergulhos moderados a altos e lineações de estiramento direcionais sub-horizontais (orientadas na direção NE-SW e com caimento entre 10 e 30°). Essas zonas de cisalhamento são descritas como faixas de espessura irregular, da ordem de metros a dezenas de metros, onde ocorrem termos miloníticos e cataclásiticos (Figura 5.5C). Os indicadores cinemáticos

em escala de afloramento são escassos; no entanto, ao microscópio óptico, nas rochas com textura milonítica, ocorrem pares de foliações SC e porfiroclastos assimétricos, que indicam cinemática sinistral. Alguns locais próximos das zonas de cisalhamento possuem dobramentos e flexuras com formas complexas resultantes da ação dos esforços associados à deformação cisalhante.

Próximo à área urbana de Bom Sucesso de Itararé, junto às escarpas do contato do Grupo Itaiacoca com a Formação Furnas, as zonas de cisalhamento NE-SE apresentam caráter normal, com o desenvolvimento de pequenos rejeitos observados em afloramento. Souza e Souza (2002) associam esse falhamento normal ao período terciário e ao desenvolvimento das belíssimas escarpas encontradas na região da Folha Itararé, assim como os depósitos de tálus identificados nas proximidades dessas escarpas.

Os lineamentos estruturais obtidos a partir dos mapas de relevos sombreados do Domínio Estrutural Leste do Grupo Itaiacoca são apresentados na Figura 5.6, juntamente com diagramas de rosáceas, de frequência acumulada e comprimento acumulado. Destacam-se

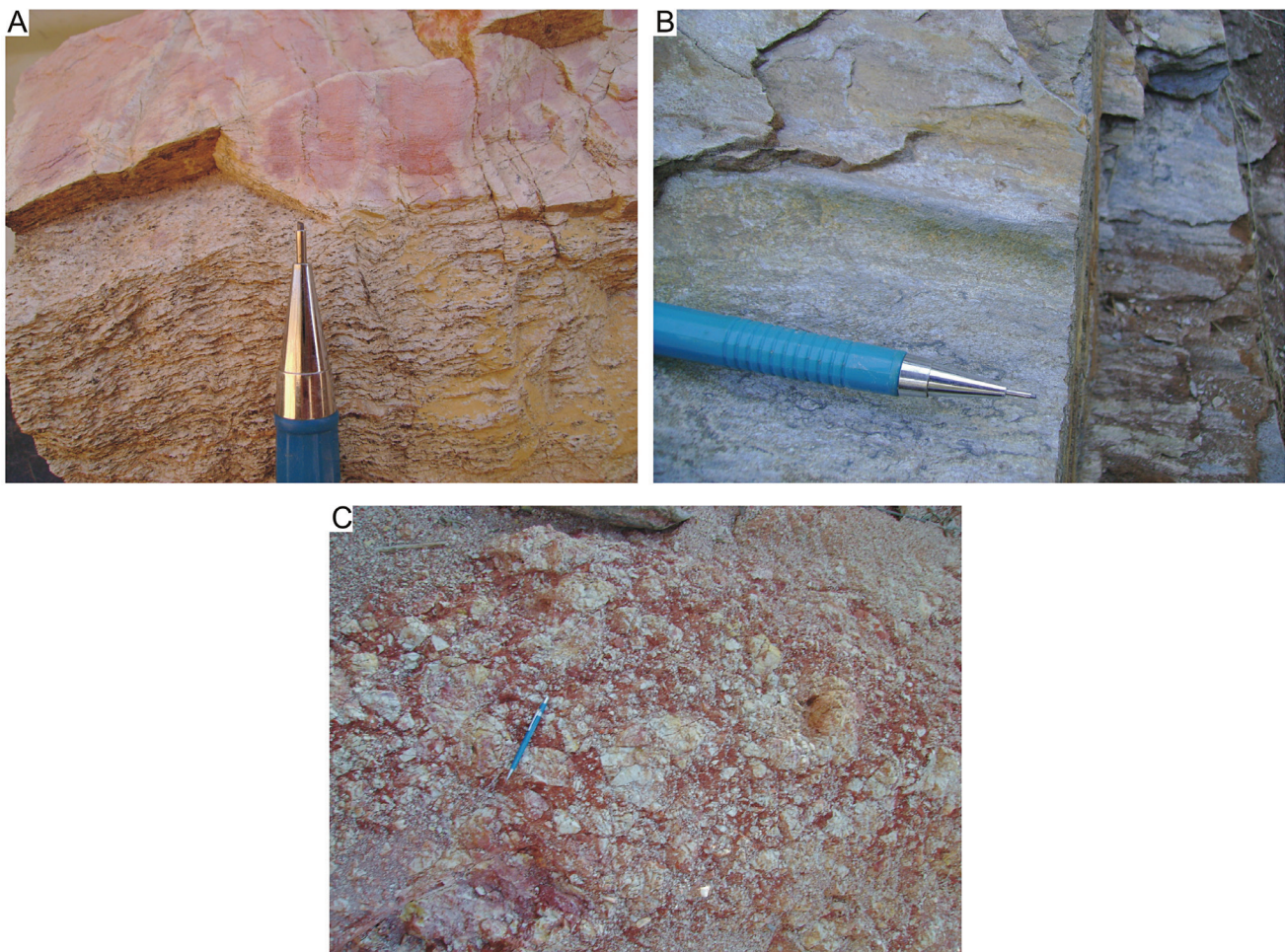


Figura 5.5 – Estruturas do domínio Leste: A) clivagem disjuntiva (clivagem de fratura) com o desenvolvimento de lineação de intersecção em filitos da formação Água Nova (afloramento SW-36, serra de Itapirapuã, Itapirapuã Paulista, SP); B) lineação de crenulação (microdobramento) em filito da formação Água Nova (afloramento SW-15, SP-258, 2,5 km a norte de Bom Sucesso de Itararé, SP); C) brecha de falha associada à zona de cisalhamento no contato norte da formação Bairro dos Campos e formação Água Nova (afloramento SW-21, 2 km a sul de Bom Sucesso de Itararé, SP).

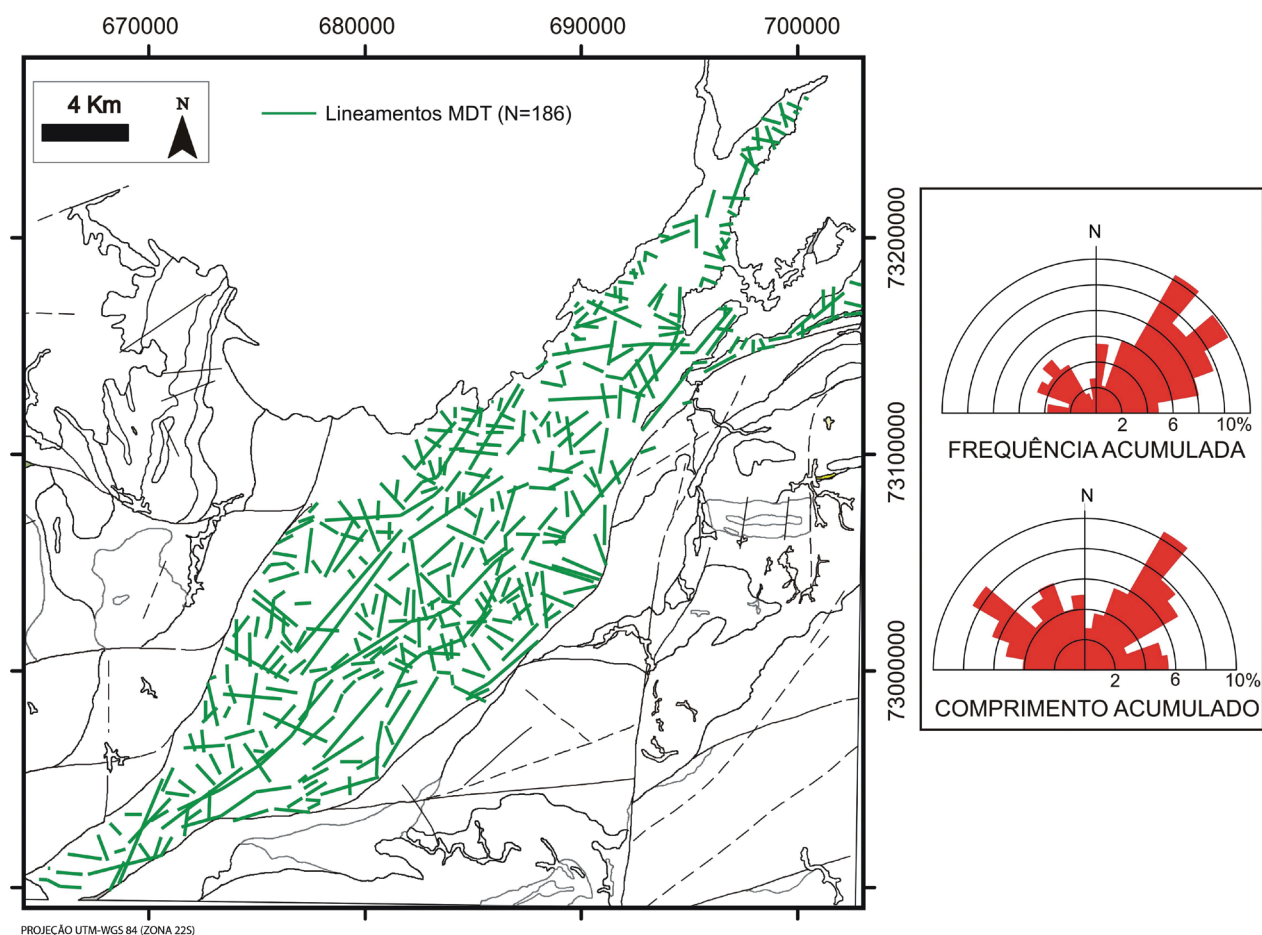


Figura 5.6 – Lineamentos estruturais do domínio estrutural Leste do grupo Itaiacoca, obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado da folha Itararé, com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulados, agrupados em classes de intervalos de 10°.

em comprimento os lineamentos com direções N40°E a N60°E (NE-SW) e N60°W. Em frequência acumulada predominam os lineamentos com direções N40°E, N10°E e N90°W.

Os lineamentos com direções N40°E a N60°E podem ser caracterizados como fraturas extensionais do tipo AB (MCCLAY, 1987) associadas a séries de anticlinais e sinclinais com traços axiais de direção NE-SW. Também podem ser associados a zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis de mesma direção.

Os lineamentos N10°E e N90°W são compatíveis com fraturas de cisalhamento de Riedel (R e R') associadas a esforços compressivos de direção NW-SE, compatíveis com o desenvolvimento das dobras NE-SW. Os lineamentos N60°W também podem ser associados a esses esforços, sendo caracterizados como fraturas extensionais do tipo AC (MCCLAY, 1987).

5.2.1.2 Domínio Oeste

O Domínio Estrutural Oeste do Grupo Itaiacoca na Folha Itararé é representado por uma faixa alongada de direção NNE-SSW, onde ocorrem os corpos da Suíte Granítica Cunhaporanga (granitos Patrimônio de Santo Antônio, Ouro Verde, São Domingos e Santa Rita). Agre-

ga tanto as unidades litoestratigráficas antigas do Grupo Itaiacoca (tonianas) – formações Água Nova, Serra dos Macacos e Bairro dos Campos – como as mais jovens associadas à Formação Abapã.

Nesse domínio é observada, no mapa, uma série de anticlinais e sinclinais com traços axiais de direções N-S a NNE-SSW, assim como zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis de direções ENE-WSW e NNE-SSW. Destaca-se, nesse domínio, o controle das intrusões graníticas afetando as foliações nas rochas metassedimentares do Grupo Itaiacoca, sendo que, localmente, há presença de *hornfels* (escarnitos).

Esse domínio foi dividido em cinco subdomínios, caracterizados por diferentes aspectos litoestratigráficos e estruturais (Figura 5.7).

Os subdomínios delimitados apresentam forte contraste nos estereogramas em relação à distribuição dos polos da foliação principal ($S_0 // S_1$) e das lineações.

O subdomínio 1 apresenta características muito semelhantes às observadas no Domínio Leste, em relação à distribuição dos polos da foliação principal ($S_0 // S_1$). No entanto, apresenta lineações distribuídas mais uniformemente com predomínio de lineações NE-SW de alto a médio caimento. Já no estereograma das foliações desse domínio ocorre dispersão dos polos ao longo de duas

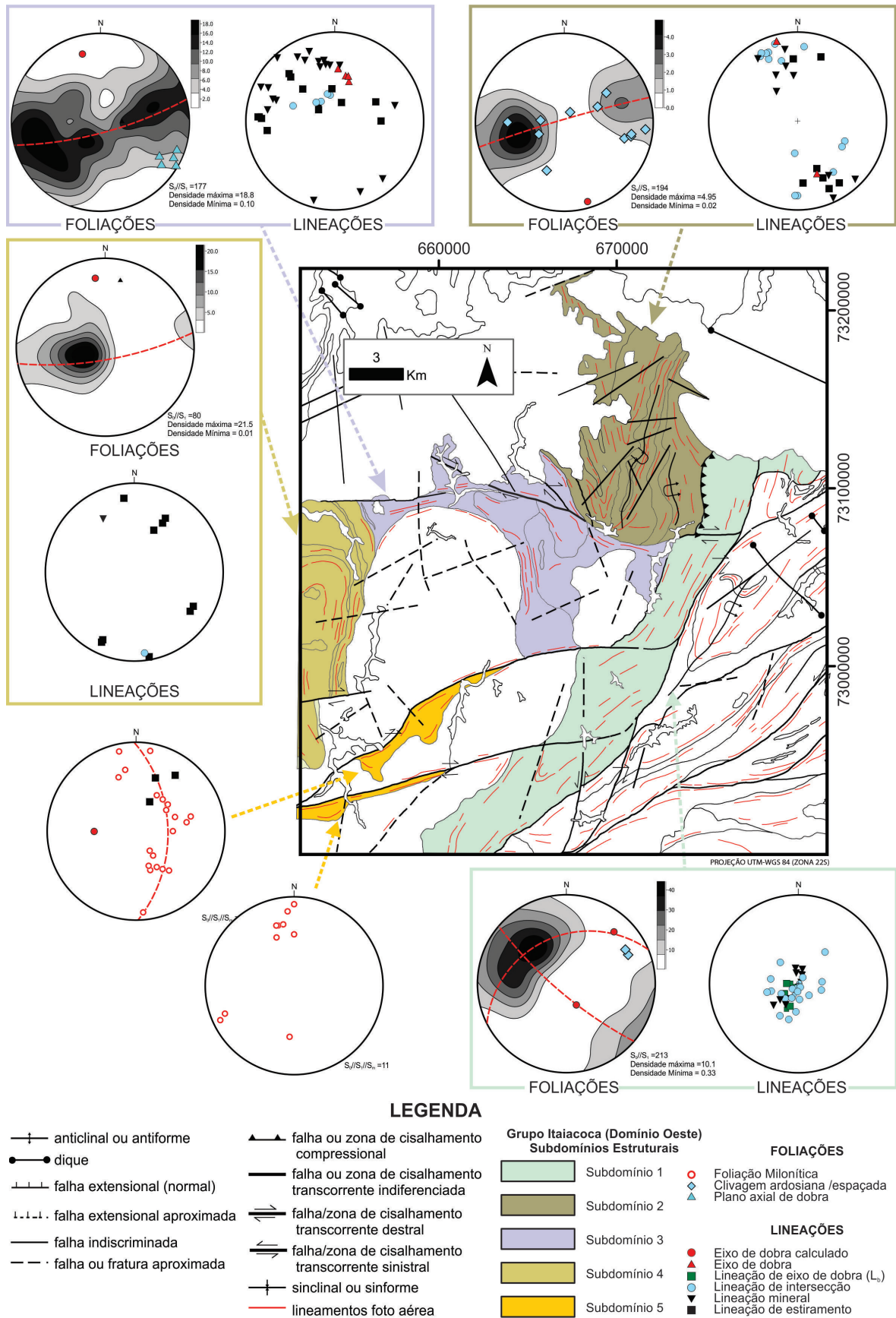


Figura 5.7 – Estereogramas em semiesfera inferior das foliações e lineações do domínio Oeste do grupo Itaicoa; nos estereogramas de foliações são apresentadas as isofrequências de contagem de polos da foliação principal (S₀//S₁), projeções polares dos outros elementos planares (clivagens, foliações miloníticas e planos axiais de dobras) e guirlandas de círculo máximo representativas do plano AC.

guirlandas de círculo máximo (plano AC), com valores respectivos: N49°W/77°SW (guirlanda inferida, com eixo N40°E/12°) e N64°E/30°NW (guirlanda calculada, com eixo S64°E/59°). A primeira dessas guirlandas é correlata às dobras D₂ observadas no Domínio Leste, enquanto a guirlanda calculada pode ser correlacionada a um dobramento D₃.

Os subdomínios 2, 3 e 4 apresentam um padrão comum entre si, como a forte concentração de polos relacionada à direção principal NNE-SSW e a distribuição ao longo de guirlandas de círculo máximo (plano AC) com orientação aproximada E-W e com mergulhos de alto ângulo para S ou N. Essa relação indica um provável dobramento cilíndrico com eixos distribuídos na direção N-S, principalmente no subdomínio 2.

Outra característica interessante no subdomínio 2 é a frequência de foliações secundárias como dobras parasitas (Figura 5.8A) e clivagens ardósianas/disjuntivas (Figura 5.8B).

Por sua vez, o subdomínio 3 apresenta forte dispersão dos polos da foliação principal (S₀//S₁) e das lineações (eixos de dobras, lineações de intersecção, line-

ações minerais etc.). Essa dispersão, provavelmente, é associada à interferência causada pelas intrusões graníticas da Suíte Granítica Cunhaporanga (Figura 5.8C).

O subdomínio 5 é caracterizado como lentes de rochas metassedimentares localizadas em zonas de cisalhamento ENE-WSW a E-W. Em um dos estereogramas das foliações desse domínio, ocorre dispersão dos polos ao longo de uma guirlanda de círculo máximo (plano AC) com orientação N02°W/50°NE associado a dobramento cilíndrico com eixo S88°W/38°.

As zonas de cisalhamentos associadas ao subdomínio 5 apresentam, no geral, caráter transcorrente dextral e também afetam os granitos da Suíte Granítica Cunhaporanga.

As zonas de cisalhamento do Domínio Oeste caracterizam-se como faixas de espessura irregular, com poucos metros de espessura, onde ocorrem termos miloníticos e cataclásicos (Figura 5.8D). Destaca-se a Zona de Cisalhamento da Estiva, que limita esse domínio com o Domínio Leste e apresenta cinemática sinistral. Essa zona aparenta ser uma terminação, ou um ramo, associado à Zona de Cisalhamento Itapirapuã.



Figura 5.8 – Estruturas do domínio Oeste: A) dobras parasitas em camadas de metacalcários da formação Bairro dos Campos (afloramento SW-426, Palmeirinha de Baixo, Sengés, PR); B) lineação de crenulação (microdobramento) em camada de filito carbonático da formação Bairro dos Campos (afloramento SW-426, Palmeirinha de Baixo, Sengés, PR); C) diques graníticos associados ao magmatismo da suíte granítica Cunhaporanga, intrudindo a formação Abapã (unidade de metarenitos/metarcóseos) e paralelizados à foliação principal (afloramento SW-114, distrito de Ouro Verde, Sengés, PR); D) zona de falha em quartzitos (afloramento SW-322, Palmeirinha de Cima, Sengés, PR), com intensa catáclase e camadas truncadas.

Os lineamentos estruturais obtidos a partir dos mapas de relevos sombreados do Domínio Estrutural Oeste do Grupo Itaiacoca são apresentados na Figura 5.9, juntamente com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado.

Nos lineamentos observados nesse domínio destacam-se, em comprimento, os lineamentos com direções N20°-30°E, N70°E e N90°W e, em frequência acumulada, os lineamentos com direções N70°E, N90°W e N10°W.

Os lineamentos com direção entre N10°W e N30°E refletem os traços axiais dos anticlinais e sinclinais observados nesse domínio e também podem ser associados a fraturas extensionais do tipo AB (MCCLAY, 1987), sendo que os lineamentos N90°W seriam correlatos a fraturas extensionais do tipo AC (MCCLAY, 1987).

Os lineamentos com direção N70°E são, provavelmente, associados às zonas de cilhamento rúpteis/dúcteis de mesma direção.

5.2.2 Rochas graníticas (suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga e stocks graníticos)

As rochas graníticas cartografadas na Folha Itararé (Figura 5.10) constituem importantes marcos tectonoestratigráficos representados por vários corpos com dimensões e formas variadas, principalmente por diversos tipos de granitoides. Apresentam idades geocronológicas distribuídas entre 650 a 590 Ma (GIMENEZ FILHO, 1993; GIMENEZ FILHO et al., 2000; PRAZERES FILHO, 2000, 2005), indicativas de diferentes episódios magmáticos associados ao Ediacarano.

No geral, são rochas pouco afetadas por eventos deformacionais dúcteis, sendo que, localmente, são observadas foliações primárias (acamamento ígneo). Entretanto, são frequentemente afetadas por zonas de cisalhamento que controlam as principais estruturas/lineamentos observadas. Nessas localidades são observa-

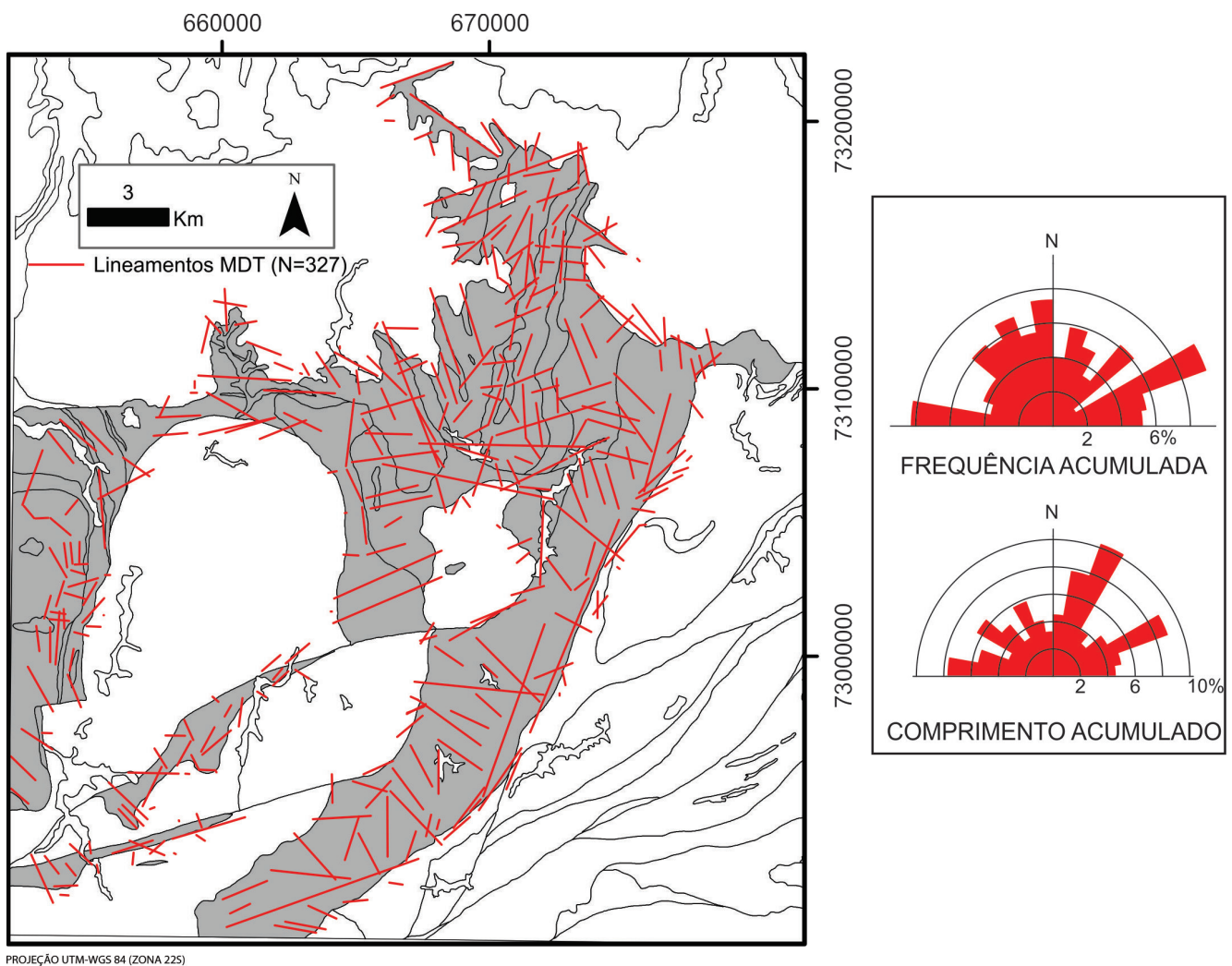
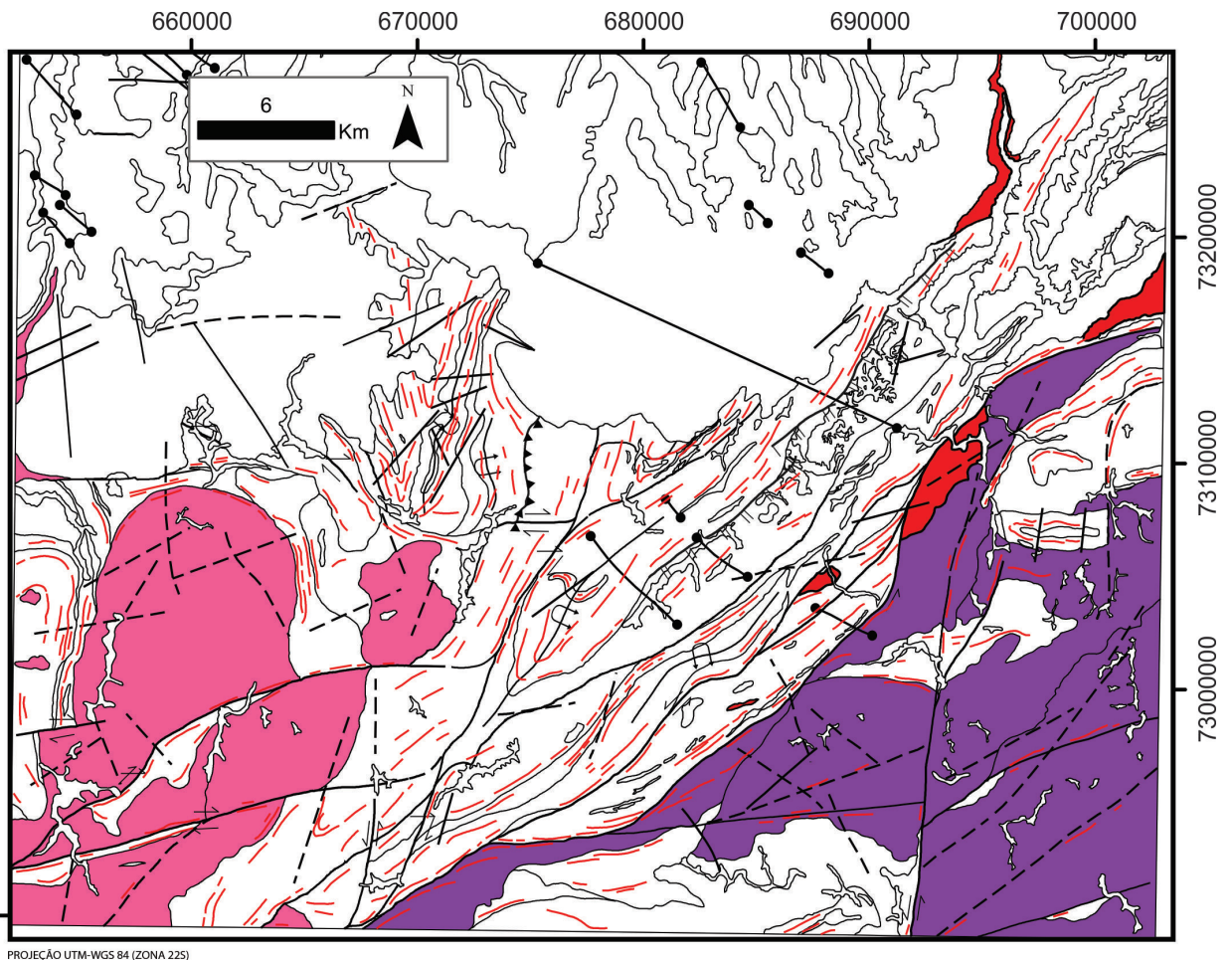


Figura 5.9 – Lineamentos estruturais do domínio estrutural Oeste do grupo Itaiacoca, obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado da folha Itararé, com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado, agrupados em classes de intervalos de 10°.



PROJEÇÃO UTM-WGS 84 (ZONA 22S)

LEGENDA




—+— anticlinal ou antifórme	▲— falha ou zona de cisalhamento compressional	 Stocks Graníticos
●— dique	— falha ou zona de cisalhamento transcorrente indiferenciada	 Suíte Granítica Cunhaporanga
—+— falha extensional (normal)	↔ falha/zona de cisalhamento transcorrente destal	 Suíte Granítica Três Córregos
—+— falha extensional aproximada	↔ falha/zona de cisalhamento transcorrente sinistral	
— falha indiscriminada	+— sinclinal ou sinforme	
— · — falha ou fratura aproximada	— lineamentos foto aérea	

Figura 5.10 – Distribuição, na folha Itararé, das suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga e dos stocks graníticos.

das rochas desde milonitos a cataclastos, evidenciando o caráter dúctil/rúptil das zonas de cisalhamento que as constituem.

Na Suíte Granítica Três Córregos, observam-se desde foliações primárias, associadas ao acamamento ígneo, a foliações de natureza milonítica (Figura 5.11).

A foliação primária é caracterizada, principalmente, pela isorientação dos megacristais de k-feldspato e, provavelmente, reflete o acamamento ígneo. Apresenta, em geral, direção NE-SW, com baixos ângulos de mergulho.

Já as foliações miloníticas são comuns em todas as unidades associadas à Suíte Granítica Três Córregos, constituindo zonas mapeáveis delimitadas por essa caracte-

terística. Ocorrem associadas às zonas de cisalhamento com diferentes orientações: N-S (Zona de Cisalhamento Morro Agudo), NNE-SSW (Zona de Cisalhamento Itapirapuã) e NW-SE. Conforme observado no estereograma (Figura 5.11), as foliações miloníticas exibem um padrão geométrico disperso, provavelmente atribuído às diferentes direções e gerações de cisalhamento.

A Suíte Granítica Cunhaporanga apresenta, em geral, granitos mais isotropos, não sendo observadas claramente foliações primárias (acamamento ígneo etc.) e foliações miloníticas. Nas zonas de cisalhamento observadas predominam termos cataclásticos e brechas tectônicas. A colocação dos plútons graníticos dessa suíte afeta a distribuição das foliações nas rochas metassedimentares.

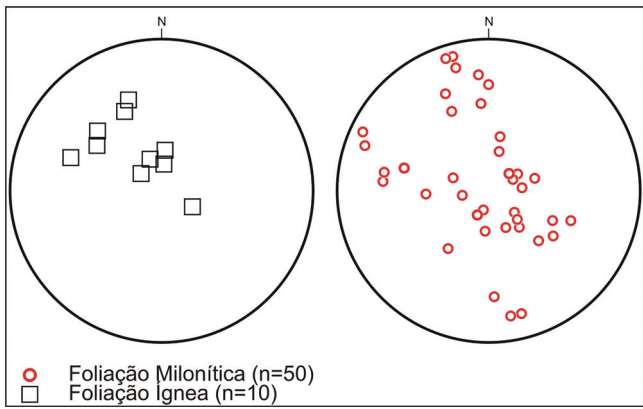


Figura 5.11 – Estereogramas em semiesfera inferior das foliações observadas na suíte granítica Três Córregos.

mentares, sugerindo a colocação forçada dos corpos graníticos a partir de mecanismos como *balloning* (BEST e CHRISTIANSEN, 2001), no qual as paredes da encaixante são forçadas e empurradas para os lados pelo magma.

Nos *stocks* graníticos, como o Granito Bairro da Serrinha, predominam foliações miloníticas devido à proximidade da Zona de Cisalhamento Itapirapuã, enquanto no Granito Rio Piripituba predominam termos isotropos.

Os lineamentos estruturais obtidos a partir dos mapas de relevos sombreados das suítes graníticas Três Córregos e Cunhaporanga são apresentados, respectivamente, nas Figuras 5.12 e 5.13, juntamente com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado.

Na Suíte Granítica Três Córregos destacam-se, em comprimento, os lineamentos com direção N70°E e, subordinadamente, os de direções N40°E, N50°W e N70°W. Em frequência acumulada, predominam os lineamentos com direções N60°-70°E, N10°W e N40°W, N60°W e N80°W.

Os lineamentos com direções N10°W, N40°E e N60°-70°E são, respectivamente, associados às zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis de direção N-S (Zona de Cisalhamento Morro Agudo), NNE-SSW (Zona de Cisalhamento Itapirapuã) e ENE-WSW (Zona de Cisalhamento Conceição do Herval).

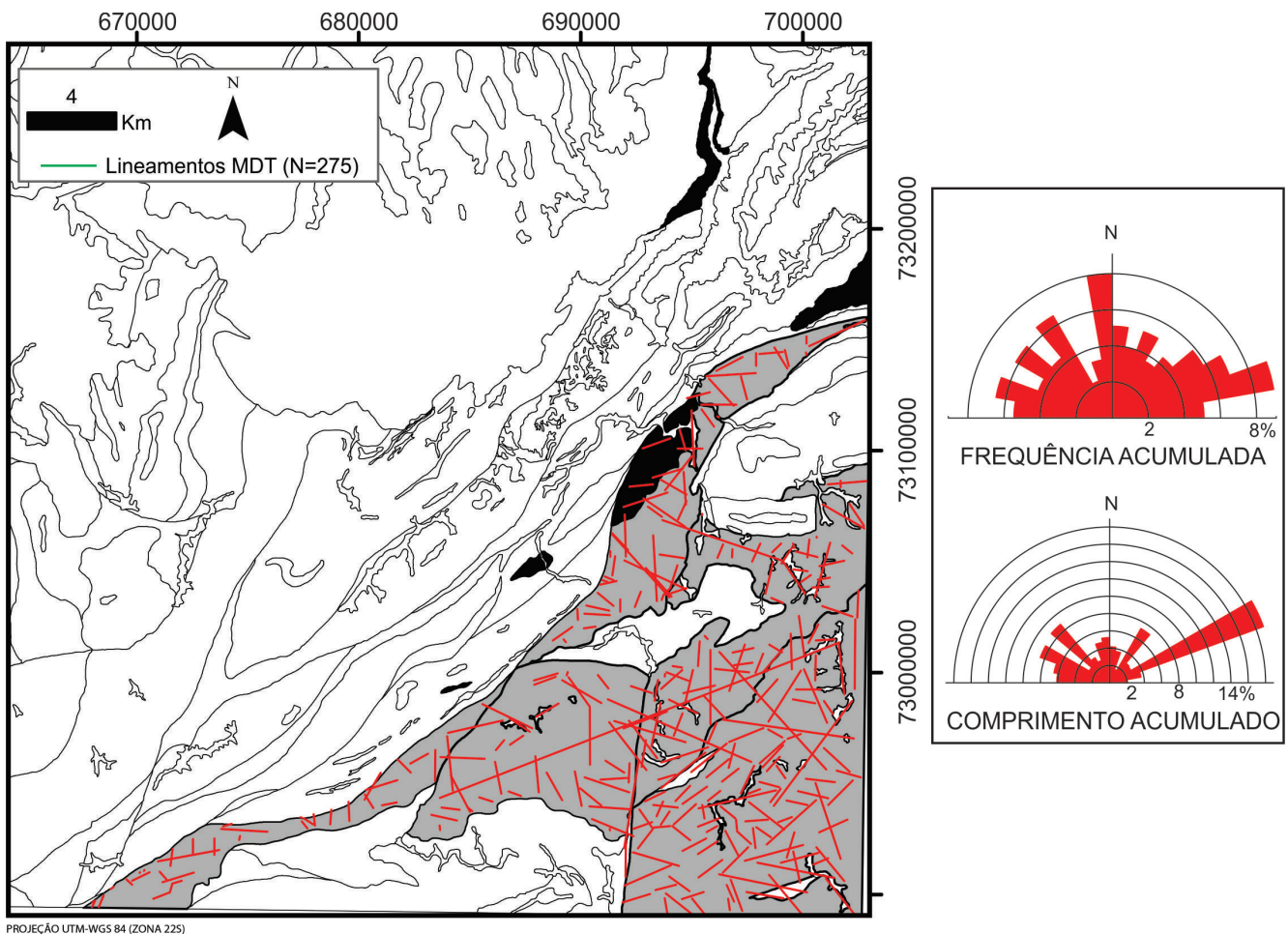


Figura 5.12 – Lineamentos estruturais da suíte granítica Três Córregos, obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado da folha Itararé, com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado, agrupados em classes de intervalos de 10°.

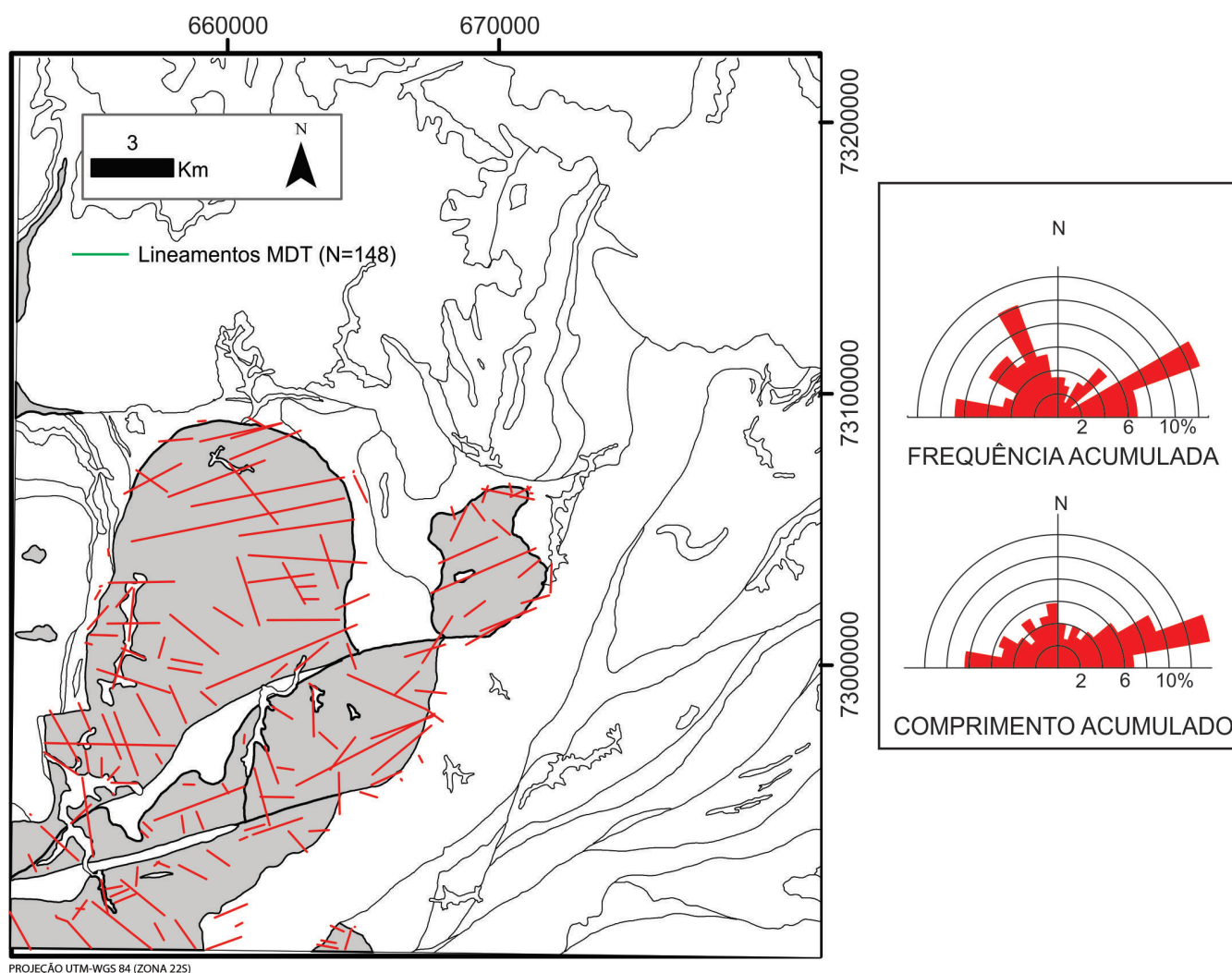


Figura 5.13 – Lineamentos estruturais da suíte granítica Cunhaporanga, obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado da folha Itararé, com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado, agrupados em classes de intervalos de 10° .

As zonas de cisalhamento, como a de Conceição do Herval, associadas aos lineamentos $N60^\circ-70^\circ E$, são bem expressivas, porém com escassos indicadores cinemáticos. Em campo, constituem importantes zonas de alteração hidrotermal, caracterizadas por forte epidotização das rochas graníticas a elas associadas.

Os lineamentos de direção $N50^\circ W$ podem ser correlacionados a fraturas extensionais do tipo "T" geradas nos mesmos esforços compressivos dos associados à Zona de Cisalhamento Morro Agudo (direção N-S).

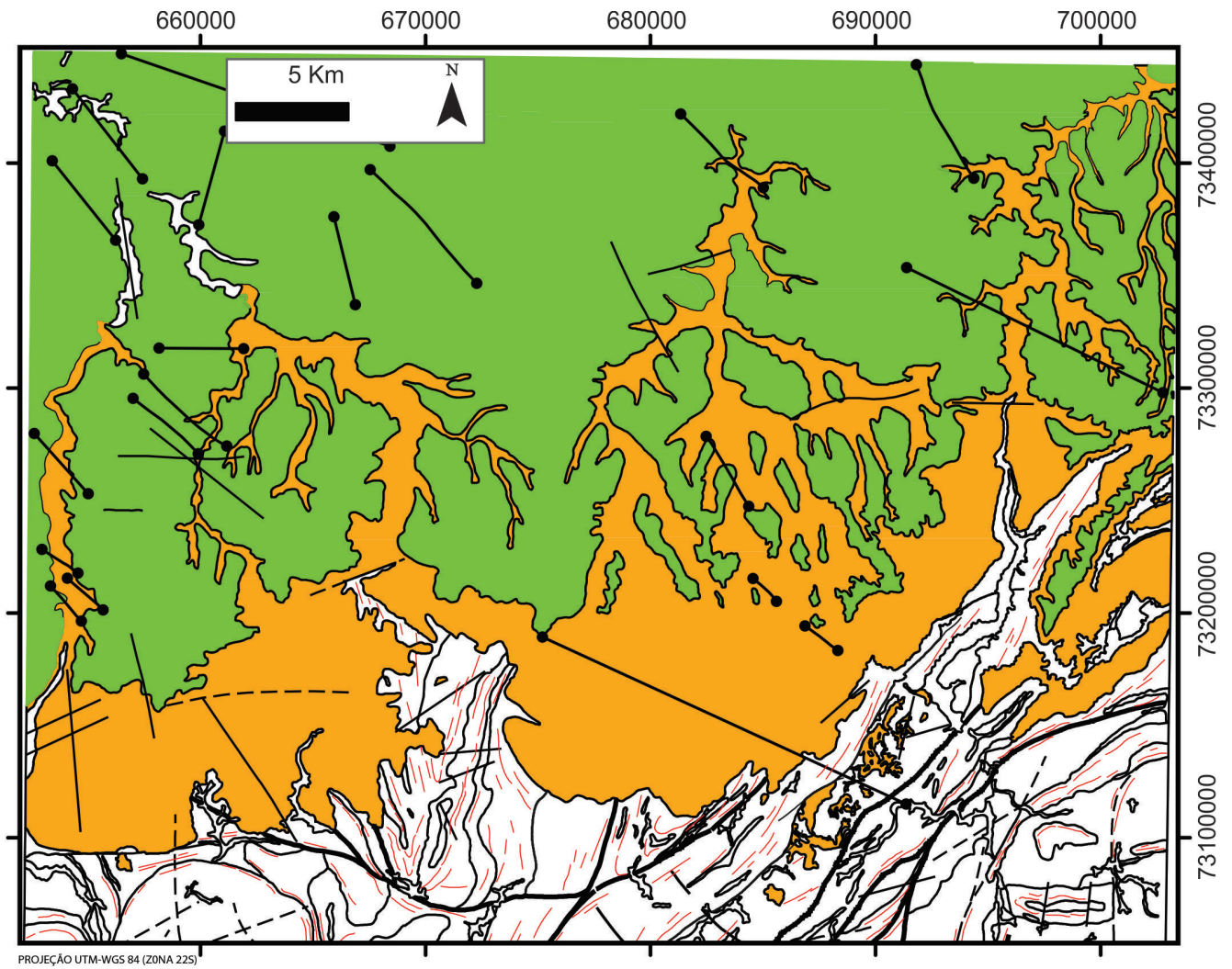
5.3 UNIDADES FANEROZOICAS

Na Folha Itararé as unidades fanerozoicas correspondem, principalmente, aos sedimentos da Bacia do Paraná. Esses sedimentos são associados a unidades devonianas (Grupo Paraná) e carbonífero-permianas (Grupo Itararé), ocorrendo também uma série de diques

e soleiras básicas que pertencem ao magmatismo Serra Geral (Jurocretáceo). São delimitados dois grandes domínios estruturais (Figura 5.14), atribuídos às unidades fanerozoicas, correspondendo às áreas de exposição da Formação Furnas e do Grupo Itararé (formações Campo Mourão e Lagoa Azul).

Nessas unidades é observada uma série de estruturas primárias, como acamamento sedimentar e estratificações, sendo que, localmente, são afetadas por pequenas falhas (Figuras 5.15A, 5.15B), que podem ser de origem sinsedimentar, e também por falhas maiores, com o desenvolvimento de cataclitos e de brechas de falhas (Figura 5.15C).

As falhas maiores afetam, principalmente, as rochas associadas à Formação Furnas, sendo frequente o basculamento das camadas (Figura 5.16). Nessa unidade, as falhas ocorrem, predominantemente, nas direções E-W e NE-SW e junto às escarpas, no contato com as rochas pré-cambrianas.



LEGENDA



- | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|--|---|------------------------|
| — † — | anticlinal ou antiforme | ▲ —▲ | falha ou zona de cisalhamento compressional |  | Grupo Itararé |
| ● —● | dique | — — | falha ou zona de cisalhamento transcorrente indiferenciada |  | Formação Furnas |
| — † — † — † | falha extensional (normal) | ↔ | falha/zona de cisalhamento transcorrente destal | — † — | sinclinal ou sinforme |
| — · · · — | falha extensional aproximada | ↔ | falha/zona de cisalhamento transcorrente sinistral | — — | lineamentos foto aérea |
| — — — | falha indiscriminada | | | | |
| — · · — | falha ou fratura aproximada | | | | |

Figura 5.14 – Domínios estruturais associados às unidades fanerozoicas da folha Itararé (escala 1:100.000).

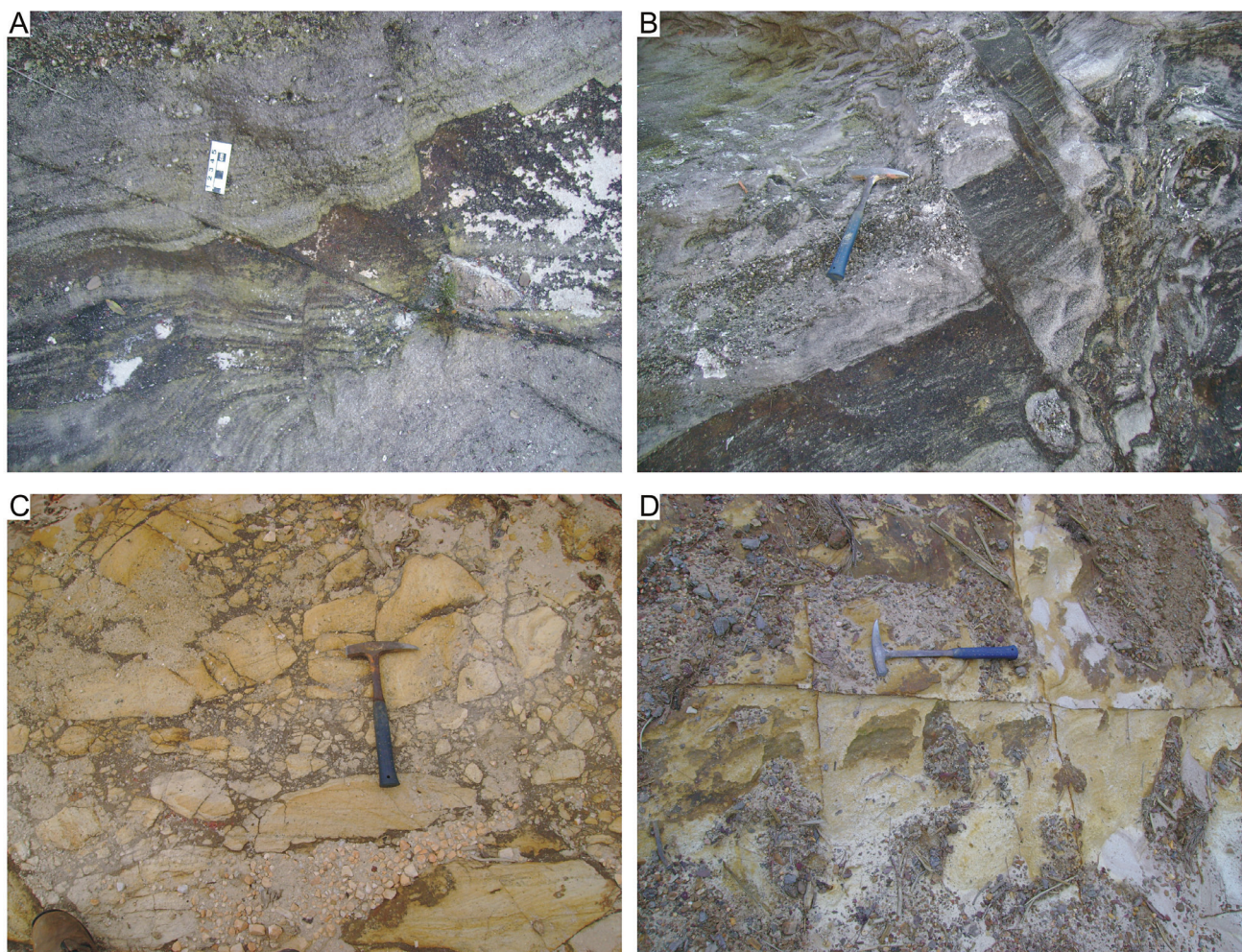


Figura 5.15 – Estruturas secundárias observadas nas rochas fanerozoicas da folha Itararé. A) falhas lísticas em arenitos da formação Campo Mourão do grupo Itararé (afioramento SW-124, SP-281, Itararé, SP); B) falhas transcorrentes sinistras em arenitos da formação Campo Mourão do grupo Itararé (afioramento SW-124, SP-281, Itararé, SP); C) brecha de falha em arenitos da formação Furnas (afioramento SW-425, Palmeirinha de Cima, Sengés, PR); D) juntas de cisalhamento conjugadas em arenito da formação Lagoa Azul do grupo Itararé (afioramento SW-788, Fazenda São José, Sengés, PR).

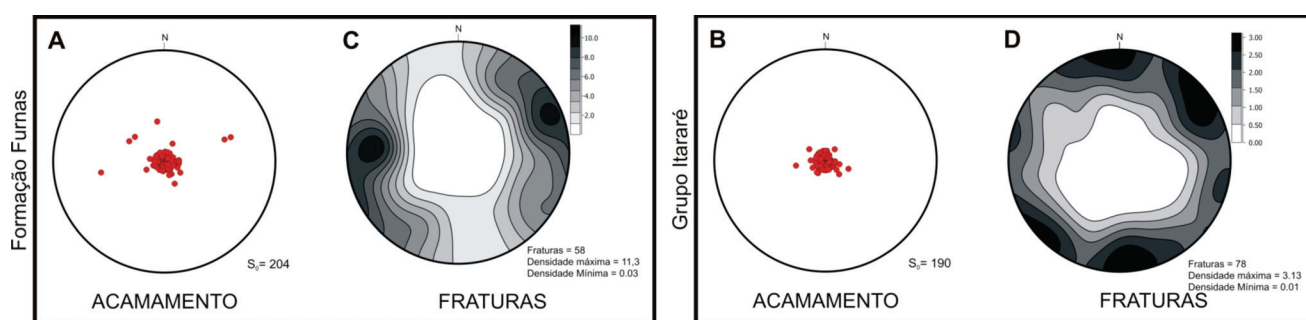


Figura 5.16 – Estereogramas em semiesfera inferior das projeções polares do acamamento observado na formação Furnas (A) e no grupo Itararé (B); curvas de isofrequência de contagem de polos das fraturas observadas na formação Furnas (C) e no grupo Itararé (D).

Também são observadas, em campo, estruturas como juntas de cisalhamento conjugadas (Figura 5.15D) e diques clásticos (Grupo Itararé).

Na Formação Furnas há uma população de fraturas bem definida, com orientação NNW-SSE, que pode ser correlacionada aos lineamentos estruturais de direção N90°-70°W observados no domínio. Tais lineamentos estruturais, juntamente com os diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado, são apresentados na Figura 5.17.

Na Formação Furnas destacam-se, em comprimento, os lineamentos com direções N70°-50°W e N50°E. Em frequência acumulada, predominam os lineamentos com direções N90°W, N30°W e N10°W.

Os lineamentos N50°E e N10°W são, respectivamente, relacionados às zonas de cisalhamento NE-SW e E-W presentes na Formação Furnas.

O padrão de fraturas observado no Grupo Itararé delimita duas populações com direções E-W e NW-SE. Essas direções são, frequentemente, encontradas nos lineamentos estruturais em toda a Folha Itararé.

Os lineamentos estruturais obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado do Grupo Itararé são apresentados na Figura 5.18, juntamente com os diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado.

No Grupo Itararé destacam-se, em comprimento, os lineamentos com direções N80°W e N50°W; em frequência, os lineamentos com direções N10°E, N80°E e N50°W.

Os lineamentos com direção NW-SE podem ser correlacionados a diques tanto na Formação Furnas como no Grupo Itararé.

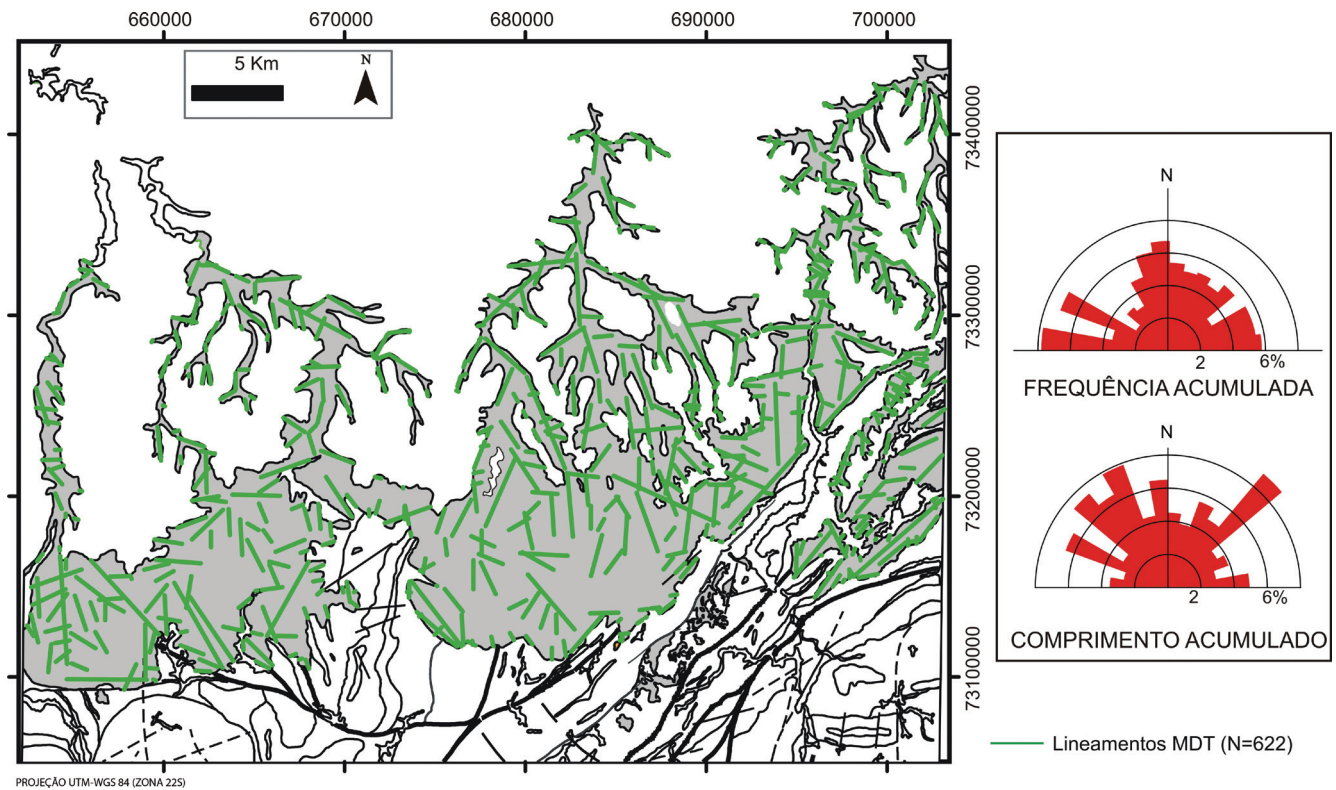


Figura 5.17 – Lineamentos estruturais da formação Furnas, obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado da folha Itararé, com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado, agrupados em classes de intervalos de 10°.

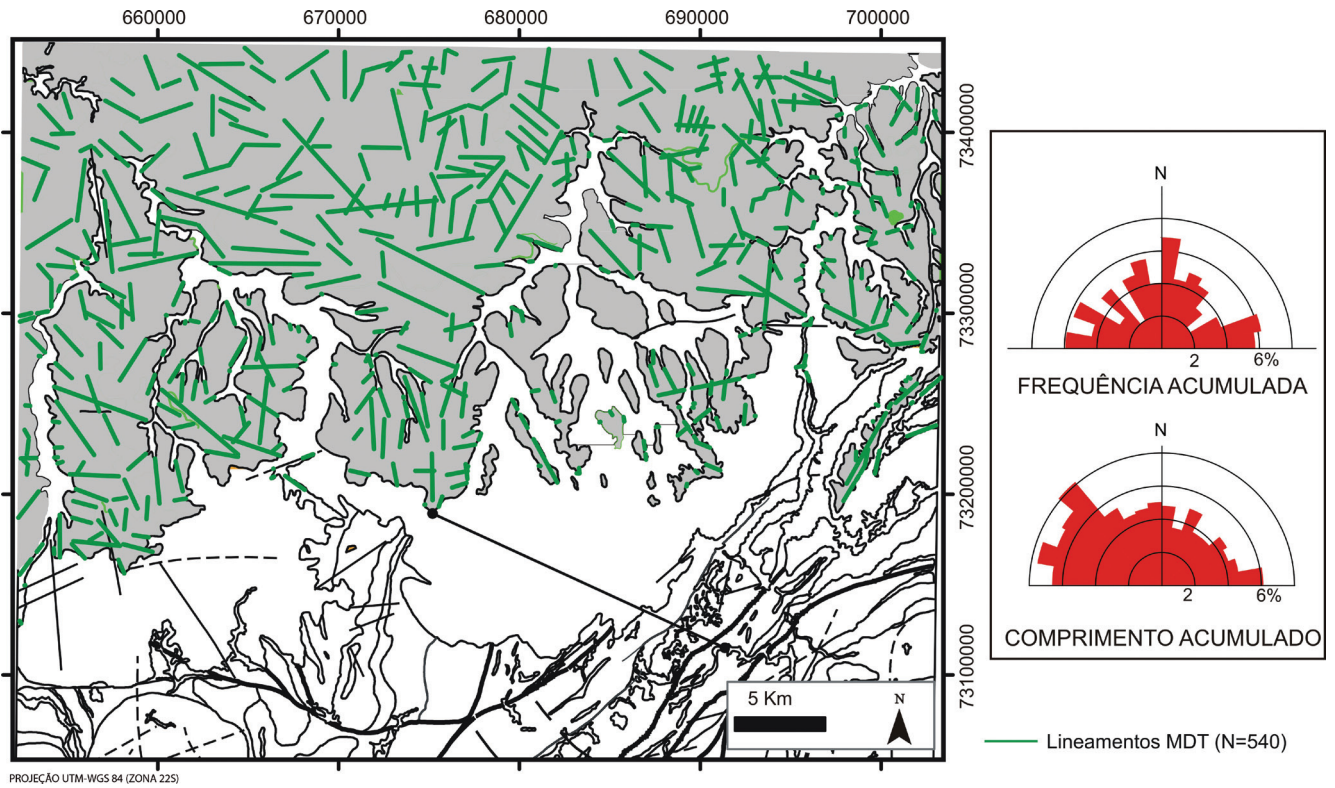


Figura 5.18 – Lineamentos estruturais do grupo Itararé, obtidos a partir dos mapas de relevo sombreado da folha Itararé, com diagramas de rosáceas de frequência acumulada e comprimento acumulado, agrupados em classes de intervalos de 10°.

6. RECURSOS MINERAIS

Na Folha Itararé foram cadastradas 45 ocorrências minerais (Quadro 6.1), dentre as quais estão afloramentos visitados e dados extraídos da literatura. A maioria está associada a zonas de cisalhamento e a regiões de contato do Grupo Itaiacoca com as suítes graníticas Cunhaporanga e Três Córregos. As ocorrências cadastradas foram agrupadas em duas classes utilitárias: metais não ferrosos e rochas e minerais industriais.

6.1 METAIS NÃO FERROSOS

6.1.1 Cobre

Foi registrada apenas uma mina desativada, localizada a SSE de Palmeirinha de Baixo (Sengés, PR), na qual o minério era extraído de metacalcários da Formação Bairro dos Campos (Grupo Itaiacoca).

A ocorrência de Cu de Palmeirinha de Baixo foi primeiramente descrita por Muratori et al. (1970). Segundo Soares et al. (1987) e Stevanato et al. (1991), o cobre ocorre principalmente na forma de malaquita hospedada em metacalcários.

Associadas a esse depósito e em suas proximidades há ocorrências de galena e calcopirita (mineralizações de Pb e Zn) (STEVANATO et al., 1991; ROSTIROLLA, 1997; ROSTIROLLA et al., 1998). Esses autores associam a origem de tais mineralizações a depósitos do tipo Missisipi Valley ou alternativamente do tipo Irlandês (*Irish-Type*), ambos epigenéticos com modificação tectonometamórfica.

6.2 ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

6.2.1 Areia

Registram-se na área quatro ocorrências de areia, sendo três atualmente explotadas: duas minas (adjacências do município de Itararé (SP) e do bairro São Domingos em Sengés (PR)) e um garimpo (Fazenda Vitória, Sengés (PR)). Essas areias são extraídas de arenitos das formações Campo Mourão (Figuras 6.1A, 6.1B) e Lagoa Azul (Grupo Itararé) e de depósitos aluvionares.

6.2.2 Argila

Foi cadastrada uma mina ativa localizada a NW do município de Itararé (SP), denominada Mina Barreiro (Figura 6.1C). A substância é extraída de diamictitos da Formação Campo Mourão e utilizada na construção civil como matéria-prima para produção de tijolos (Cerrado Tijolos).

6.2.3 Calcário

Calcário é a substância com maior número de ocorrências na Folha Itararé: nove minas ativas e uma inativa. Elas se concentram na região central da folha, próximas à sede do município de Bom Sucesso de Itararé (SP) e nos bairros das Almas (Bom Sucesso de Itararé, SP), Patrimônio de Santo Antônio (Sengés, PR), Cerrado da Roseira (Jaguariaíva, PR) e São Domingos (Sengés, PR). Constitui o principal bem mineral extraído dentro dos limites da Folha Itararé. Sua exploração teve início em 1949, na região de Bom Sucesso de Itararé (SP).

Atualmente, há diversas empresas que atuam intensamente na extração e no beneficiamento do calcário. Destacam-se, dentre elas: Mineração São Judas Ltda., Mineração Jundu Ltda. e SP-Beton Produtos e Serviços Ltda.

O minério é extraído principalmente de metacalcários e metacalcários dolomíticos (Figura 6.1D) da Formação Bairro dos Campos e, subordinadamente, da Formação Água Nova.

Seu principal uso é para a produção de cal e, secundariamente, corretivo de solo, cimento e indústria cerâmica.

6.2.4 Caulim

Duas minas de caulim ativas ocorrem próximas a Pinhalzinho, porção centro-sul da Folha Itararé, em um corpo quartzítico da Formação Serra dos Macacos (Grupo Itaiacoca). A substância é extraída de porções micáceas e intemperizadas.

Quadro 6.1 – Relação e classificação das ocorrências minerais cadastradas na folha Itararé.

Ponto	Substância	Classe Utilitária	Importância	Status	Situação	Latitude	Longitude
SW-124*	Areia	Material de uso na construção civil	Principal	Não explotado	Sem Informação	-24,084	-49,338
SW-824	Areia	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Ativo	-24,148	-49,437
SW881*	Areia	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,102	-49,329
FC-192*	Areia	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,312	-49,358
SW-883*	Argila	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,074	-49,371
FC-179*	Calcário	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,300	-49,151
FC-188*	Calcário	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,278	-49,109
SW-376*	Calcário	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,342	-49,479
SW-303	Calcário	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,312	-49,393
SW-324	Calcário	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Inativa	-24,316	-49,356
FC-195*	Calcário	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,302	-49,138
	Calcário	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Inativa	-24,294	-49,144
SW-137	Calcário	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativo	-24,323	-49,221
FC-182*	Calcário		Secundário 1	Mina	Ativo	-24,303	-49,203
FC-183*	Calcário	Rochas e minerais industriais	Secundário 1	Mina	Ativo	-24,300	-49,200
FC-184*	Calcário	Rochas e minerais industriais	Secundário 1	Mina	Ativa	-24,296	-49,196
FC-186*	Calcário dolomítico	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Ativa	-24,325	-49,166
FC-189*	Calcário dolomítico	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,279	-49,115
SW-037	Caulim	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Ativa	-24,419	-49,186
SW-224*	Caulim	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Ativa	-24,412	-49,176
SW-421*	Cobre	Metais Ferrosos	Principal	Mina	Inativa	-24,294	-49,294
SW-901	Diabásio	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,026	-49,377
FC-196*	Diabásio	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,105	-49,491
FC-197*	Diabásio	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,109	-49,487
SW-807	Diabásio	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,169	-49,482
SW-125	Diabásio	Material de uso na construção civil	Principal	Não explotado	Sem Informação	-24,011	-49,332
SW-387	Diopsídio	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,371	-49,471
SW-440	Dolomito	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Inativa	-24,252	-49,112
FC-180*	Dolomito	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Ativa	-24,305	-49,149
FC-181*	Dolomito	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Ativa	-24,308	-49,152
FC-185*	Dolomito	Insumos para agricultura	Principal	Mina	Ativa	-24,314	-49,216
SW-324*	Dolomito	Insumos para agricultura	Principal	Ocorrência	Sem Informação	-24,315	-49,363
SW-118*	Fluorita	Rochas e minerais industriais	Principal	Ocorrência	Sem Informação	-24,464	-49,431
SW-252	Pirita	Rochas e minerais industriais	Principal	Ocorrência	Sem Informação	-24,418	-49,213
SW-322*	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Inativa	-24,316	-49,349
SW-117*	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,464	-49,429
SW-603	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Inativa	-24,475	-49,448
SW-544	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Ativa	-24,398	-49,344
SW-316*	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Inativa	-24,343	-49,348
SW-114	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Inativo	-24,410	-49,395
SW-197*	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Ativo	-24,499	-49,152
SW-626	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Mina	Inativa	-24,457	-49,406
SW-404*	Saibro	Material de uso na construção civil	Principal	Garimpo	Ativo	-24,398	-49,480
FC-182*	Talco	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,303	-49,203
FC-183*	Talco	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,300	-49,200
FC-184*	Talco	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,296	-49,196
FC-187*	Talco	Rochas e minerais industriais	Principal	Mina	Ativa	-24,332	-49,137

* Pontos extraídos da literatura e referenciados de acordo com os afloramentos observados neste trabalho.



Figura 6.1 – A) frente de lavra abandonada de extração de areia na formação Campo Mourão (afloramento SW-124, SP-281, Itararé, SP); B) frente de extração de areia em arenitos da formação Campo Mourão (afloramento SW-824, Fazenda Vitória, Sengés, PR); C) frente de lavra de extração de argila (mina Barreiro) em siltitos e diamictitos da formação Campo Mourão, utilizada como matéria-prima para a indústria cerâmica (Cerrado Tijolos) (afloramento SW-883, mina Barreiro); D) bancadas da pedreira Santo Antônio (Mineração São Judas Ltda.) em metacalcários e metacalcários dolomíticos da formação Bairro dos Campos, utilizados como insumos para a agricultura e como minerais industriais (matéria-prima para cal).

6.2.5 Diabásio

Quatro depósitos em minas ativas e uma ocorrência foram registrados nos arredores dos municípios de Itararé (SP) e Sengés (PR), na porção NW da Folha Itararé.

As minas estão localizadas em soleiras de diabásio da Formação Serra Geral (Figura 6.2A). A substância é extraída para uso em construção civil como brita e cascalho.

6.2.6 Diopsídio

Foi registrada uma ocorrência de diopsídio, localizada no município de Jaguariaíva, na Mina Cerrado da Roseira (Figura 6.2B), pertencente à Mineração São Judas Ltda. De acordo com a MINEROPAR (2001), esta é a única jazida desse mineral no país.

O diopsídio ocorre em metadolomitos da Formação Bairro dos Campos e é produto do metamorfismo

de contato e hidrotermalismo resultantes da intrusão de rochas da Suíte Granítica Cunhaporanga (SZABÓ et al., 2006). Segundo esses autores, o mineral está presente em veios e bolsões descontínuos, associados a forsterita, tremolita, quartzo e calcita.

O minério é utilizado na indústria de cerâmicas, com a função de evitar manchas causadas por água e em esmaltes matizantes, e na indústria siderúrgica, para aumentar a qualidade em aços especiais (MINEROPAR, 2001).

6.2.7 Dolomito

Foram cadastradas quatro minas ativas de dolomito nas proximidades do município de Bom Sucesso de Itararé e uma ocorrência a NW do bairro São Domingos.

Similarmente ao calcário, os dolomitos ocorrem principalmente na Formação Bairro dos Campos e, subor-



Figura 6.2 – A) frente de lavra de diabásio utilizado como brita (aflorentamento SW-807, Pedreira Barra Mansa, Sengés, PR); B) frente de extração da mina Cerrado da Roseira, onde é lavrado diopsídio em metadolomitos da formação Bairro dos Campos (aflorentamento SW-387, mina Cerrado da Roseira, Jaguariáiva, PR); C) cristais centimétricos de pirita encontrados disseminados em filitos da formação Água Nova (aflorentamento SW-252, Fazenda São Roque, Bom Sucesso de Itararé, SP); D) extração de saibro em quartzitos da formação Serra dos Macacos (aflorentamento SW-322, Fazenda São Domingos, Sengés, PR).

dinadamente, na Formação Água Nova, sendo utilizados como corretivo de solo.

6.2.8 Fluorita

Foi cadastrada uma ocorrência de fluorita a NW de Caçador (Doutor Ulysses, PR). O mineral ocorre em pequenas vênulas e disseminado em biotita-monzogranito do Granito Santa Rita (Suíte Granítica Cunhaporanga), localizado próximo à zona de cisalhamento de direção ENE-WSW.

6.2.9 Pirita

Uma ocorrência foi cadastrada, localizada a oeste de Bom Sucesso de Itararé (SP) na Fazenda São Roque. A pirita caracteriza-se como cristais centimétricos (Figura 6.2C), com até 6 cm de diâmetro. Ocorre disseminada em filitos da Formação Água Nova.

6.2.10 Saibro

Há nove cadastros de minas e garimpos (ativos e inativos) localizados, principalmente, na porção SW da Folha Itararé. A substância, utilizada principalmente na construção civil, é extraída de diversas litologias, sendo em sua maioria quartzitos do Grupo Itaiacoca (Figura 6.2D) e das formações Abapã e Água Clara.

6.2.11 Talco

Quatro ocorrências minerais foram cadastradas no bairro das Almas, em Bom Sucesso de Itararé (SP), constituindo-se em importantes lavras pertencentes à Mineração São Judas Ltda. As ocorrências localizam-se em corpos de metacalcários dolomíticos intercalados em filitos da Formação Água Nova. O talco ocorre em faixas espessas associadas a zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis.

7. GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

A região da Folha Itararé já havia sido objeto de levantamentos geoquímicos pela CPRM (Figura 7.1), com amostragem de sedimento de corrente, concentrado de bateia, solo, rocha e minério em três projetos: SUDELPA (MORGENTAL et al., 1975), Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira/ (MORGENTAL et al., 1978) e Projeto Integração e Detalhe Geológico no Vale do Ribeira (SILVA et al., 1981).

Entretanto, não foi possível aproveitar as análises químicas efetuadas nos projetos anteriores, pois a sistemática de coleta e a metodologia analítica adotadas na época diferem das empregadas atualmente. Muitas das coletas foram realizadas com finalidades específicas (principalmente para prospecção de metais-base) e em escalas de detalhes diferentes. As análises aplicadas apre-

sentam baixa sensibilidade, com poucos elementos químicos analisados (30 elementos). Atualmente, é possível analisar, simultaneamente, 53 elementos com limites de detecção mais baixos.

- A interpretação dos dados obtidos e considerados neste trabalho obedeceu a dois critérios principais:
- Ordenamento das informações (dados analíticos), por meio de tratamento simples (cálculo dos estimadores da população, estatística univariada e multivariada básica).
- Interpretação dos dados tratados sobre uma base geológica simplificada, com ênfase na litologia e no arcabouço estrutural e relacionada às ocorrências minerais pertinentes.

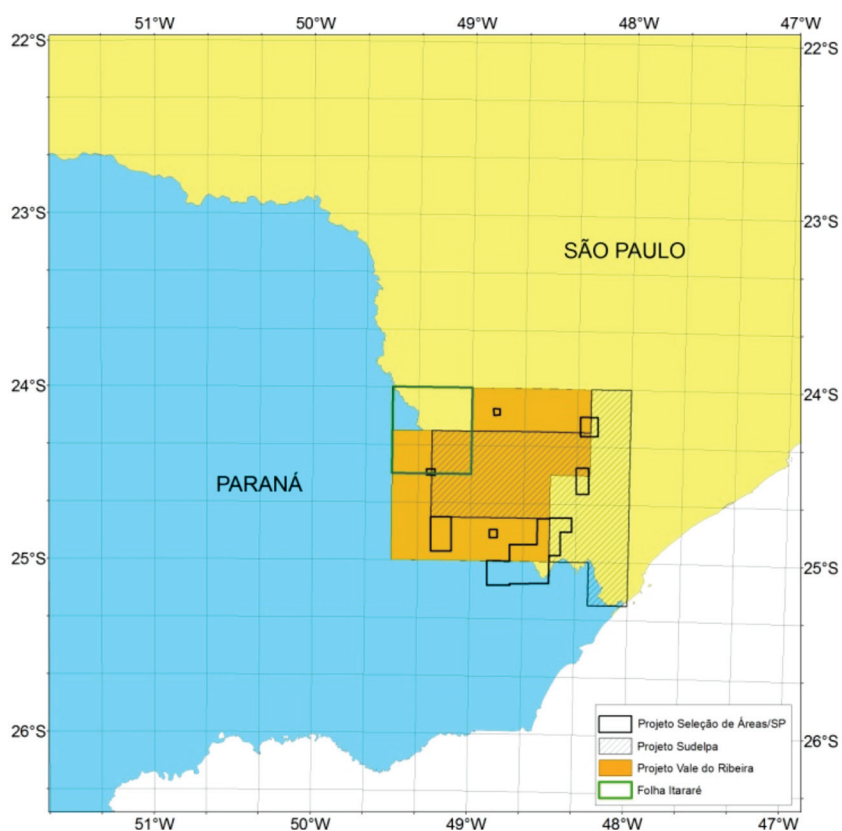


Figura 7.1 – Levantamentos geoquímicos anteriores na folha Itararé.

Todos os dados estão disponibilizados neste relatório, de forma a serem retomados e reinterpretados mais detalhadamente.

7.1 MÉTODOS

7.1.1 Generalidades

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 km²).

Foram programadas 180 estações de coleta de amostras de sedimento de corrente e concentrado de bateia, sendo que em 17 estações foram também coletadas duplicatas das amostras de sedimento de corrente, para testar a confiabilidade dos resultados analíticos. Portanto, no total foram coletadas 197 amostras de sedimento de corrente e 180 amostras de concentrado de bateia. A distribuição das estações obedeceu, no caso presente, a um padrão regular, de forma a abranger a maior quantidade de território possível, isto tanto para as amostras de sedimento de corrente como para as de concentrado de bateia. A amostragem foi adensada na área dos terrenos pré-cambrianos.

7.1.2 Metodologia de campo

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

As amostras de concentrados de bateia foram coletadas também de forma composta, porém diferentemente dos sedimentos de corrente, nos trechos da drenagem com concentradores naturais (curvas, corredeiras etc.).

Em 17 estações aleatoriamente distribuídas foram coletadas duplicatas de campo das amostras de sedimento de corrente para teste de variância.

Todas as informações de campo das amostras de sedimento ativo de corrente e de concentrados de bateia foram registradas em formulário próprio (caderneta de campo geoquímica) para posterior arquivamento, junto com os resultados analíticos, na base de dados geoquímicos da CPRM/SGB no GEOBANK.

7.1.3 Metodologia analítica

7.1.3.1 Sedimentos de corrente

As amostras de sedimentos foram analisadas pelo ACME – Analítica Laboratórios Ltda. e obedeceu ao seguinte processo analítico:

- Secadas a 60°C e peneiradas a 80 mesh.
- Pulverizadas e digeridas com água-régia (0,5 g com 3 ml 2-2-2 HCl-HNO₃-H₂O a 95°C por uma hora, diluída para 10 ml).

- Analisadas para 53 elementos traços por ICP-MS e ICP-AES: Au, Ag, Al*, As, B*, Ba*, Be*, Bi, Ca*, Cd, Ce*, Co, Cr*, Cs*, Cu, Fe*, Ga, Ge*, Hf*, Hg, In, K*, La*, Li*, Mg*, Mn*, Mo, Na*, Nb*, Ni*, P*, Pd*, Pt*, Pb, Rb*, Re, S*, Sb, Sc*, Se, Sn*, Sr*, Ta*, Te, Th*, Ti*, Tl, U*, V*, W*, Y*, Zn, Zr*.
- A solubilidade dos elementos assinalados (*) foi limitada pelas espécies minerais presentes (geralmente resistatos).

7.1.3.2 Concentrados de bateia

As amostras foram inicialmente secadas e tiveram suas frações magnéticas identificadas em um separador Frantz. O restante do material foi passado por meio de líquido denso (bromofórmio) e as alíquotas formadas pelos minerais de densidade abaixo de 2,97 foram descartadas. As frações pesadas obtidas seguiram para o estudo analítico através de lupa binocular e microscópio. A análise mineralógica foi reportada de forma semiquantitativa 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

As amostras de concentrado de bateia foram analisadas no laboratório da Superintendência Regional de Porto Alegre da CPRM/SGB, pelo geólogo João Henrique Wustrow Castro.

7.2 TRATAMENTO DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

7.2.1 Sedimentos de corrente

Os dados analíticos de sedimento de corrente da Folha Itararé obedeceram 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 53 elementos foi discriminado inicialmente em grupos que levaram em consideração suas características geoquímicas, importância metalogenética e grau de detecção.

Não foram detectados ou tiveram baixa detecção os elementos B (0); Ta (0); S (1); Ge (10); Pt (10); W (12); Re (13); Pd (16); In (24). Destes, foram selecionados Pd, Pt, Re e S por sua importância metalogenética. Os demais foram descartados da interpretação, reduzindo-se o número de elementos para 48. A detecção de platina (Pt) e de paládio (Pd) nas amostras de sedimento será inves-

tigada por serem metais preciosos e a de rênio (Re), por representar um possível farejador de molibdênio (Mo) e cobre (Cu) em determinados ambientes geológicos. O enxofre (S) terá tratamento especial naquelas estações onde ocorrer associado a anomalias de metálicos como Cu, Pb, Zn, Ni etc., o que pode indicar presença de sulfetos. Os demais elementos foram agrupados por suas similaridades geoquímicas e metalogenéticas (Quadro 7.1).

A separação em agrupamentos dessa forma é importante na delimitação de zonas anômalas. Alguns elementos, como S, Ba, Mn, Li, Cs, P e outros associados à formação de rochas podem ter importância metalogenética em determinados ambientes e, assim, foram considerados. Elementos de metais preciosos, geralmente com baixo grau de detecção, como a platina, ou com problemas de dispersão e distribuição nos sedimentos de corrente, como ouro, receberam tratamento especial.

7.2.1.1 Estudo da variância

Utilizando as amostras duplicatas, 17 pares de amostras, elaborou-se uma matriz de trabalho para o cálculo da variância.

Adotou-se o teste *t-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 para as populações originais e réplicas serem iguais foi aceita a um nível de significância de 95% para a quase totalidade dos elementos.

Alguns elementos foram detectados em poucas amostras duplicatas, o que invalidou seu teste: B, W, S, Ge, Ta, In, Re, Pd, Pt. Para os demais 44 elementos, o teste não foi aceito para dois elementos (Na, Te), o que foi considerado satisfatório para o conjunto dos elementos analisados e testados (44), ou seja, 95%.

Quadro 7.1 – Elementos químicos e suas características geoquímicas.

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 traços associados
Ag, Au, Pt, Pd	3	Metais preciosos
Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Ni, Cr, V, Nb, In, Sn, Be, As, Sb, Se, Te, Hg, Mo, Re, Bi, Tl, U, Th, La, Sc, Y, Ce	27	Elementos mineralizantes, associados e farejadores (alguns de importância ambiental)
B, Ge, Ta e W	5	Descartados

Quadro 7.2 – Resultados obtidos para o teste *t-student* nas amostras duplicatas.

ELEMENTO	T _{0,95} < 1,75	HIPÓTESE NULA	ELEMENTO	T _{0,95} < 1,75	HIPÓTESE NULA
Mo - ppm	0,22	ACEITO	Mg - %	0,23	ACEITO
Cu - ppm	0,01	ACEITO	Ba - ppm	0,29	ACEITO
Pb - ppm	0,05	ACEITO	Ti - %	0,06	ACEITO
Zn - ppm	0,19	ACEITO	Al - %	0,19	ACEITO
Ag - ppb	1,06	ACEITO	Na - %	2,73	NÃO
Ni - ppm	0,01	ACEITO	K - %	0,31	ACEITO
Co - ppm	0,06	ACEITO	Sc - ppm	0,03	ACEITO
Mn - ppm	0,05	ACEITO	Ti - ppm	0,40	ACEITO
Fe - %	0,20	ACEITO	Hg - ppb	0,47	ACEITO
As - ppm	0,21	ACEITO	Se - ppm	1,06	ACEITO
U - ppm	0,51	ACEITO	Te - ppm	2,89	NÃO
Au - ppb	0,43	ACEITO	Ga - ppm	0,35	ACEITO
Th - ppm	0,32	ACEITO	Cs - ppm	0,31	ACEITO
Sr - ppm	0,14	ACEITO	Hf - ppm	0,36	ACEITO
Cd - ppm	0,76	ACEITO	Nb - ppm	0,29	ACEITO
Sb - ppm	0,10	ACEITO	Rb - ppm	0,48	ACEITO
Bi - ppm	0,32	ACEITO	Sn - ppm	0,02	ACEITO
V - ppm	0,11	ACEITO	Zr - ppm	0,13	ACEITO
Ca - %	0,58	ACEITO	Y - ppm	0,63	ACEITO
P - %	0,17	ACEITO	Ce - ppm	0,09	ACEITO
La - ppm	0,15	ACEITO	Be - ppm	0,39	ACEITO
Cr - ppm	0,29	ACEITO	Li - ppm	0,23	ACEITO

7.2.1.2 Sumário dos estimadores

Para o cálculo dos estimadores foram selecionados 48 elementos, agrupados por características geoquímicas e metalogenéticas. Para os elementos maiores e associados (18), foram definidos os estimadores da população. Porém, o cálculo do limiar e das anomalias é um recurso meramente estatístico, que poderá auxiliar na interpretação das anomalias dos elementos mineralizantes e associados (Quadro 7.3).

Para os demais elementos (30), mineralizantes e associados (incluindo os metais preciosos), foram calculados os limiares e o número de anomalias (Quadro 7.4).

7.2.1.3 Histogramas e tipos de distribuição

Foram elaborados histogramas para todos os 30 elementos traços mineralizantes e associados e para todos os elementos maiores e associados (18) (Apêndice A).

Para a maioria dos elementos traços, entre mineralizantes e aqueles associados aos elementos maiores na formação dos minerais constituintes das rochas, nota-se a tendência lognormal da distribuição esperada para esses elementos.

7.2.1.4 Correlações e análise de agrupamentos

Utilizou-se a correlação linear com o índice de Pearson para estudar as relações entre os diversos elementos analisados, considerando-se os seguintes limiares de valores: elevado ($> 0,8$); bom ($> 0,7$) e regular ($> 0,5$).

Na elaboração da matriz, eliminaram-se os elementos B, Ta, W e S, pela falta de número significativo de dados não qualificados, e os elementos Pd, Pt, Re, Te, Ge e In, por não apresentarem correlação acima de 0,5 com nenhum outro elemento. Assim, a matriz foi elaborada com os demais 43 elementos (Figura 7.2), a qual se mostrou importante para o estudo da análise de agrupamentos (*Cluster Analysis*).

Quadro 7.3 – Sumário estatístico dos estimadores dos elementos maiores e associados analisados.

ELEMENTO	GRAU DETECÇÃO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO ARIT.	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOM.	VALOR LIMIAR	ANOMALIAS
Al - %	110/110	0,03	2,27	0,50	0,27	0,44	1,69	1,28	1
Ca - %	104/110	0,01	0,78	0,07	0,11	0,05	2,55	0,29	3
Fe - %	110/110	0,1	7,7	1,23	1,05	0,95	2,07	4,06	1
K - %	108/110	0,01	0,47	0,05	0,06	0,04	1,95	0,14	3
Mg - %	108//110	0,01	0,81	0,11	0,13	0,07	2,31	0,39	5
Na - %	50/110	0,001	0,007	0,00	0,00				0
P - %	109/110	0,004	0,194	0,02	0,02	0,02	1,86	0,06	4
Ti - %	109/110	0,001	0,212	0,02	0,03	0,02	2,59	0,11	2
Mn - ppm	110/110	13	1182	157,64	153,34	117,64	2,13	534,13	3
Ba - ppm	110/110	0,9	404,6	50,68	44,04	39,91	2,09	173,72	1
Cs - ppm	110/110	0,03	1,46	0,49	0,25	0,43	1,71	1,26	2
Ga - ppm	109/110	0,6	12,1	2,56	1,54	2,20	1,75	6,72	1
Hf - ppm	23/110	0,02	0,08	0,03	0,02				0
Li - ppm	110/110	0,2	17,9	3,78	2,52	3,20	1,79	10,29	3
Rb - ppm	110/110	0,2	47	8,07	7,11	6,09	2,17	28,56	3
Sr - ppm	108/110	0,5	44,1	5,98	6,80	3,75	2,61	25,51	2
Sr - ppm	110/110	0,1	2,9	0,71	0,49	0,58	1,87	2,04	2

Quadro 7.4 – Sumário estatístico dos estimadores dos demais elementos mineralizantes e associados (incluindo os metais preciosos).

ELEMENTO	GRAU DE TECCÃO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO ARIT.	MÉDIA GEOMÉTRICA	DESVIO GEOM.	VALOR LIMIAR	ANOMALIAS
Ag - ppb	188/197	2	40	8,41	5,45	7,24	1,70	20,89	7
As - ppm	169/197	0,1	16,1	1,59	2,23	0,79	3,24	8,31	4
Au - ppb	116/197	0,2	71,5	1,31	6,59	0,61	2,12	2,72	1
Be - ppm	183/197	0,1	2	0,37	0,26	0,31	1,80	1,02	4
Bi - ppm	196/197	0,02	2,94	0,10	0,21	0,07	1,89	0,24	8
Cd - ppm	155/197	0,01	0,17	0,03	0,02	0,02	1,77	0,07	4
Ce - ppm	197/197	0,6	300,3	38,03	38,63	27,12	2,27	140,02	7
Co - ppm	196/197	0,1	40,8	4,13	5,09	2,68	2,55	17,44	5
Cr - ppm	197/197	0,6	74,7	12,07	11,22	8,29	2,44	49,14	2
Cu - ppm	197/197	0,27	99,43	5,95	8,98	3,76	2,43	22,28	10
Hg - ppb	156/197	5	41	12,48	6,00	11,31	1,55	27,19	3
In - ppm	24/197	0,02	0,1	0,04	0,02	0,03	1,67	0,09	1
La - ppm	196/197	1,4	165,4	19,39	21,78	13,13	2,34	72,17	7
Mo - ppm	197/197	0,03	1,14	0,16	0,18	0,11	2,17	0,53	10
Nb - ppm	196/197	0,03	0,66	0,16	0,10	0,13	1,74	0,40	4
Ni - ppm	197/197	0,2	29,1	4,15	4,53	2,73	2,47	16,73	7
Pb - ppm	197/197	0,68	18,08	7,37	3,81	6,41	1,75	19,53	0
Pt - ppm	10/197	2	10	3,90	2,38	3,44	1,65	9,38	10 ^b
Re - ppb	13/197	1	2	1,08	0,28	1,05	1,21	1,55	13 ^b
Sb - ppm	145/197	0,02	0,81	0,11	0,11	0,07	2,41	0,42	4
Sc - ppm	197/197	0,2	20,2	1,63	1,96	1,24	1,95	4,69	7
Se - ppm	84/197	0,1	0,5	0,18	0,08	0,17	1,55	0,40	3
Sn - ppm	188/197	0,1	2,9	0,50	0,44	0,38	2,12	1,69	6
Te - ppm	41/197	0,02	0,66	0,05	0,10	0,04	1,82	0,12	1
Th - ppm	197/197	0,1	102,4	8,01	11,13	4,99	2,56	32,72	8
Ti - ppm	177/197	0,02	0,28	0,07	0,05	0,06	1,83	0,21	4
U - ppm	195/197	0,1	7,8	0,90	0,93	0,64	2,26	3,26	5
V - ppm	196/197	2	724	24,10	54,32	15,42	2,20	74,52	6
Y - ppm	197/197	0,13	26,41	3,95	3,68	2,98	2,08	12,93	9
Zn - ppm	197/197	0,4	139,1	18,29	16,36	13,71	2,23	68,01	4

	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	P	Ti	Mn	Ba	Cs	Ga	Hf	Li	Rb	Sr	Zr	Ag	Au	As	Be	Bi	
Al	1.00	0.90	0.58	-0.20	0.63	-0.17	0.31	-0.32	-0.27	-0.05	0.83	0.98	-0.33	0.14	-0.05	0.18	0.01	0.10	0.07	0.44	-0.30	0.26	Al
Ca		1.00	0.47	-0.35	0.70	-0.44	0.33	-0.40	-0.20	-0.11	0.72	0.86	-0.16	-0.11	-0.23	-0.02	0.04	0.44	0.20	0.55	-0.20	-0.07	Ca
Fe			1.00	-0.37	0.65	0.42	0.23	0.29	-0.06	-0.10	0.23	0.56	-0.06	0.20	-0.24	0.29	0.31	0.09	0.21	0.09	-0.03	0.36	Fe
K				1.00	-0.19	-0.24	0.04	-0.40	0.60	0.01	0.22	-0.11	-0.13	0.41	0.45	-0.18	0.09	-0.22	-0.37	-0.16	0.08	K	
Mg					1.00	-0.27	0.06	-0.23	0.14	-0.50	0.36	0.55	-0.05	0.34	-0.55	-0.38	0.04	0.25	0.40	0.41	-0.39	-0.04	Mg
Na						1.00	-0.03	0.79	-0.31	0.30	-0.32	-0.15	-0.14	0.05	0.19	0.64	-0.02	-0.54	-0.24	-0.27	0.11	0.50	Na
P							1.00	-0.38	-0.30	0.07	0.23	0.34	-0.22	-0.27	0.03	0.16	-0.15	0.13	-0.48	-0.17	-0.07	-0.02	P
Ti								1.00	-0.04	0.30	-0.40	-0.30	0.12	-0.19	0.12	0.47	0.25	-0.16	0.19	0.05	0.23	0.08	Ti
Mn									1.00	0.00	0.04	-0.19	0.38	0.28	0.21	-0.27	0.63	0.24	0.34	-0.22	0.24	-0.24	Mn
Ba										1.00	0.25	0.09	0.16	-0.18	0.87	0.83	0.07	-0.21	-0.58	-0.40	0.65	0.17	Ba
Cs											1.00	0.88	-0.35	0.12	0.40	0.27	0.07	-0.02	-0.11	0.31	-0.21	0.19	Cs
Ga												1.00	-0.25	0.15	0.11	0.29	0.11	0.11	0.01	0.34	-0.19	0.24	Ga
Hf													1.00	0.21	0.01	-0.12	0.41	0.48	0.23	-0.35	0.70	-0.52	Hf
Li														1.00	0.04	-0.17	-0.07	-0.44	-0.04	-0.36	-0.10	0.30	Li
Rb															1.00	0.70	0.15	-0.36	-0.54	-0.41	0.43	0.22	Rb
Sr																1.00	0.13	-0.32	-0.48	-0.29	0.46	0.52	Sr
Zr																	1.00	0.57	0.58	-0.03	0.45	-0.12	Zr
Ag																		1.00	0.59	0.31	0.29	-0.64	Ag
Au																			1.00	0.59	-0.17	-0.38	Au
As																				1.00	-0.61	-0.34	As
Be																					1.00	-0.03	Be
																						1.00	Bi

		Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Hg	La	Mo	Nb	Ni	Pb	Sb	Sc	Se	Sn	Th	Tl	U	V	Y	Zn		
Al		0.10	-0.13	-0.24	0.80	0.33	0.59	-0.30	0.73	0.22	-0.43	0.70	0.31	0.85	0.35	0.94	-0.20	-0.52	0.30	0.62	-0.41	-0.26	Al	
Ca		0.34	-0.29	-0.28	0.66	0.64	0.61	-0.40	0.78	0.02	-0.38	0.76	0.37	0.69	0.53	0.84	-0.39	-0.31	0.12	0.39	-0.43	-0.08	Ca	
Fe		0.37	0.03	0.53	0.69	0.44	0.35	0.11	0.50	0.42	0.22	0.04	-0.04	0.85	-0.03	0.59	0.09	-0.35	0.21	0.92	0.31	0.11	Fe	
K		-0.38	0.37	-0.09	0.09	-0.67	-0.13	0.23	-0.39	0.32	0.18	-0.13	-0.29	-0.22	-0.27	-0.24	0.24	0.01	0.11	-0.26	-0.03	-0.18	K	
Mg		0.50	-0.36	0.32	0.66	0.58	0.45	-0.38	0.58	0.46	0.32	0.13	0.00	0.73	0.00	0.45	-0.54	0.02	-0.34	0.50	-0.22	0.06	Mg	
Na		-0.31	0.48	0.45	-0.02	-0.32	-0.34	0.59	-0.13	0.01	0.09	-0.47	-0.10	0.11	-0.36	-0.04	0.62	-0.19	0.36	0.45	0.52	-0.02	Na	
P		-0.01	0.35	-0.33	0.49	0.05	0.35	0.42	0.58	-0.18	-0.41	0.26	-0.20	0.09	0.11	0.43	0.47	-0.15	0.60	0.13	0.10	-0.19	P	
Ti		-0.05	0.28	0.51	-0.25	-0.01	-0.56	0.39	-0.23	-0.11	0.28	-0.37	0.27	-0.02	-0.06	-0.23	0.39	0.10	0.12	0.28	0.40	0.19	Ti	
Mn		0.27	0.09	0.43	-0.04	-0.02	-0.09	0.07	-0.46	0.37	0.66	-0.13	-0.14	-0.06	-0.05	-0.31	-0.04	0.13	-0.19	-0.09	0.24	0.41	Mn	
Ba		-0.31	0.72	-0.03	-0.30	-0.31	0.06	0.58	-0.35	-0.51	-0.44	0.28	0.05	-0.19	0.13	0.17	0.59	-0.59	0.65	-0.10	0.31	0.40	Ba	
Cs		-0.18	0.19	-0.39	0.64	0.01	0.43	-0.09	0.43	0.06	-0.50	0.79	0.37	0.57	0.42	0.82	-0.02	-0.55	0.44	0.30	-0.44	-0.23	Cs	
Ga		0.09	0.00	-0.24	0.78	0.26	0.62	-0.20	0.65	0.22	-0.45	0.75	0.31	0.83	0.35	0.95	-0.07	-0.61	0.44	0.62	-0.36	-0.19	Ga	
Hf		0.74	-0.22	0.42	-0.48	0.23	0.33	-0.18	-0.46	0.22	0.40	-0.07	-0.25	-0.19	-0.25	-0.37	-0.12	-0.05	-0.16	-0.08	0.20	0.85	Hf	
Li		0.10	-0.06	0.46	0.14	-0.38	0.40	-0.21	-0.32	0.78	0.40	-0.29	-0.52	0.34	-0.76	-0.06	-0.21	-0.31	-0.23	0.29	-0.05	0.20	Li	
Rb		-0.50	0.76	-0.15	-0.17	-0.62	-0.04	0.54	-0.44	-0.25	-0.37	0.27	0.05	-0.19	0.06	0.12	0.64	-0.55	0.68	-0.12	0.15	0.15	Rb	
Sr		-0.37	0.66	0.03	0.03	-0.24	0.03	0.60	-0.07	-0.33	-0.47	0.24	0.12	0.18	0.15	0.43	0.69	-0.71	0.78	0.35	0.40	0.11	Sr	
Zr		0.48	-0.09	0.32	0.15	0.33	0.00	-0.02	-0.14	0.36	0.38	0.21	0.21	0.28	0.34	0.08	0.13	-0.14	0.18	0.41	0.35	0.30	Zr	
Ag		0.78	-0.51	-0.08	0.05	0.81	0.25	-0.39	0.29	-0.02	0.11	0.44	0.29	0.08	0.57	0.11	-0.32	0.20	-0.12	0.02	-0.05	0.31	Ag	
Au		0.57	-0.70	0.20	0.14	0.58	-0.18	-0.62	0.14	0.45	0.51	0.07	0.47	0.31	0.30	-0.08	-0.54	0.42	-0.48	0.27	-0.22	-0.02	Au	
As		0.06	-0.44	-0.37	0.34	0.47	-0.23	-0.50	0.62	-0.08	-0.16	0.43	0.84	0.30	0.59	0.31	-0.45	0.40	-0.22	0.10	-0.70	-0.48	As	
Be		0.35	0.18	0.31	-0.51	0.11	0.28	0.24	-0.53	-0.20	0.02	0.06	-0.27	-0.21	0.02	-0.12	0.26	-0.46	0.25	-0.05	0.61	0.80	Be	
Bi		-0.49	0.27	0.19	0.27	-0.32	0.08	0.26	-0.06	0.12	-0.16	-0.16	-0.30	0.40	-0.19	0.36	0.21	-0.59	0.22	0.45	0.40	-0.25	Bi	
Cd			1.00	-0.57	0.40	0.04	0.74	0.49	-0.44	0.13	0.38	0.45	0.10	-0.11	0.28	0.02	0.01	-0.42	0.06	-0.31	0.27	0.09	0.60	Cd
Ce				1.00	0.07	0.04	-0.58	-0.20	0.92	-0.18	-0.32	-0.19	-0.09	-0.14	-0.18	-0.14	0.07	0.86	-0.29	0.69	-0.02	0.38	0.06	Ce
Co					1.00	-0.06	0.13	0.02	0.20	-0.35	0.44	0.80	-0.62	-0.46	0.24	-0.54	-0.27	0.01	-0.03	-0.28	0.40	0.63	0.61	Co
Cr						1.00	0.22	0.31	-0.01	0.77	0.41	-0.09	0.36	0.16	0.81	0.21	0.76	0.04	-0.22	0.32	0.70	-0.17	-0.44	Cr
Cu							1.00	0.29	-0.42	0.52	-0.05	0.13	0.31	0.27	0.38	0.52	0.31	-0.51	0.13	-0.29	0.27	0.01	0.25	Cu
Hg								1.00	-0.30	0.25	0.28	-0.22	0.44	-0.37	0.49	-0.10	0.55	-0.26	-0.64	0.13	0.32	-0.06	0.38	Hg
La									1.00	-0.15	-0.36	-0.04	-0.29	-0.25	-0.25	-0.15	-0.06	0.89	-0.13	0.61	0.00	0.62	0.09	La
Mo										1.00	-0.04	-0.36	0.47	0.38	0.56	0.44	0.70	-0.12	0.04	0.20	0.42	-0.37	-0.47	Mo
Nb											1.00	0.57	-0.19	-0.26	0.54	-0.47	0.02	-0.22	-0.09	-0.21	0.57	-0.05	0.01	Nb
Ni												1.00	-0.68	-0.34	0.02	-0.46	-0.56	-0.20	0.44	-0.57	0.13	0.36	0.37	Ni
Pb													1.00	0.58	0.35	0.73	0.74	-0.10	-0.44	0.45	0.13	-0.49	-0.12	Pb
Sb														1.00	0.15	0.75	0.31	-0.08	0.18	0.16	0.06	-0.55	-0.39	Sb
Sc															1.00	0.12	0.78	-0.19	-0.48	0.15	0.90	-0.08	-0.11	Sc
Se																1.00	0.47	-0.08	0.00	0.24	-0.02	-0.22	-0.25	Se
Sn																	1.00	0.03	-0.64	0.52	0.62	-0.19	-0.23	Sn
Th																		1.00	-0.23	0.83	0.13	0.47	-0.05	Th
Tl																			1.00	-0.56	-0.46	-0.21	-0.24	Tl
U																				1.00	0.31	0.16	-0.12	U
V																					1.00	0.20	-0.06	V
Y																						1.00	0.45	Y
Zn																							1.00	Zn

Figura 7.2 – Matriz de correlação dos elementos químicos dos sedimentos de corrente.

Utilizou-se como metodologia para o estudo dos agrupamentos de elementos a construção sequencial de dendrogramas. Utilizam-se como grupo inicial os elementos que apresentem alguma correlação na matriz de Pearson e, a partir daí, retiram-se aqueles elementos que não se agrupam de forma significativa ou apresentem distância de ligação (*linkage distance*) muito alta.

Nos dendrogramas, utilizou-se o coeficiente de Pearson como medida para o cálculo da distância de ligação.

Para o primeiro dendrograma (Figura 7.3.) construído, utilizaram-se 41 elementos, eliminando-se Au e Sb por apresentarem correlações lineares apenas com poucos elementos.

A partir do dendrograma da Figura 7.3 foram retirados os elementos com menor número de correlações lineares: Li, P, Be, Cd, Mn. Com os elementos restantes (36), foi construído um novo dendrograma (Figura 7.4), do qual foram excluídos cinco elementos com baixa detecção e baixa amplitude de valores – Na, Tl, Hf, Bi, V –, sobrando 31 elementos, que são apresentados no dendrograma da Figura 7.5.

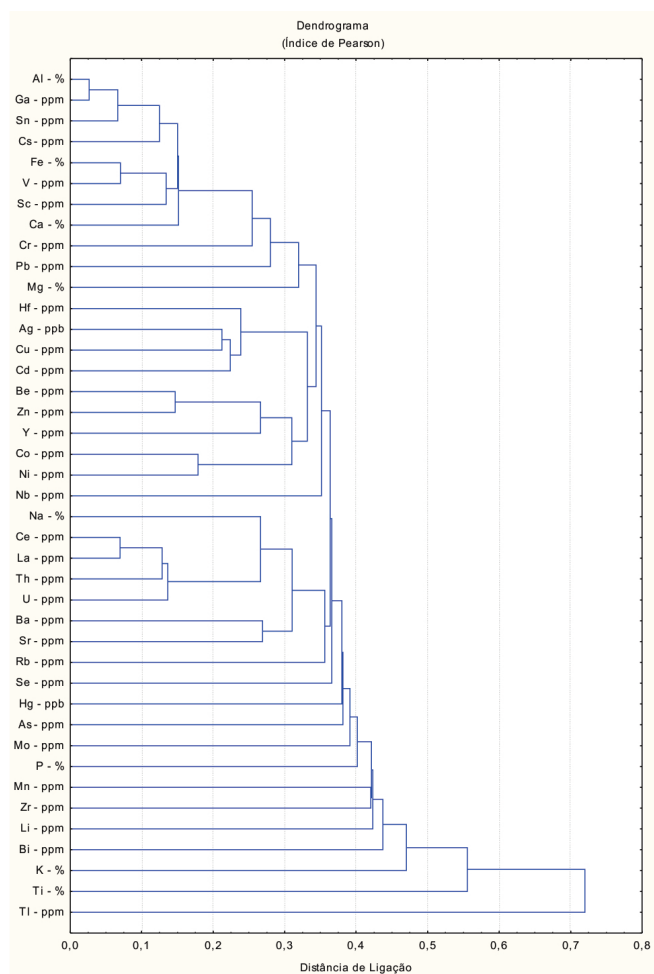


Figura 7.3 – Dendrograma com 41 elementos.

O agrupamento Cu-Zn-Pb observado na Figura 7.5 indica a presença de minérios hidrotermais sulfetados na área. Os agrupamentos Al-Ga-Fe-Cu-Sc e Ce-Th-La-U-Y (rochas graníticas) e Ni-Co (rochas ultramáficas) são típicos das litologias conhecidas da região.

7.2.1.5 Distribuição dos elementos e cálculo das anomalias

O estabelecimento dos valores limiares foi baseado em análise estatística simples: a média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico ao quadrado. A média geométrica representa melhor os elementos traços, que, normalmente, possuem distribuição log-normal.

Esse tipo de cálculo de limiar pode não ser a melhor maneira para determinado elemento. Porém, o elevado número de elementos e a exiguidade de tempo para disponibilizar as informações o tornam adequado às circunstâncias. Assim, o retrabalhamento dos dados, para alguns elementos, não deve ser descartado.

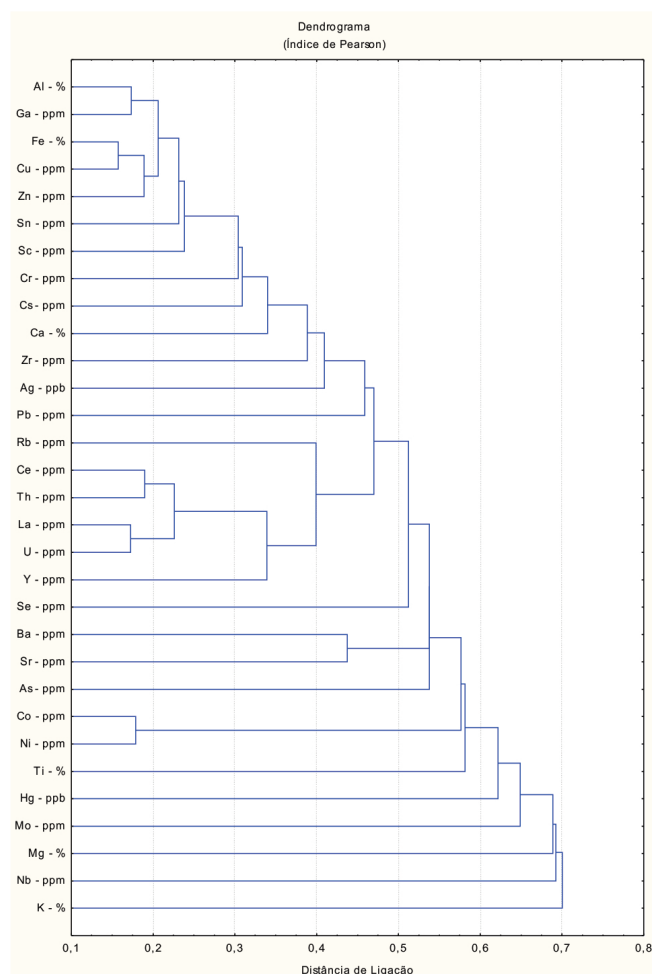


Figura 7.4 – Dendrograma com 36 elementos.

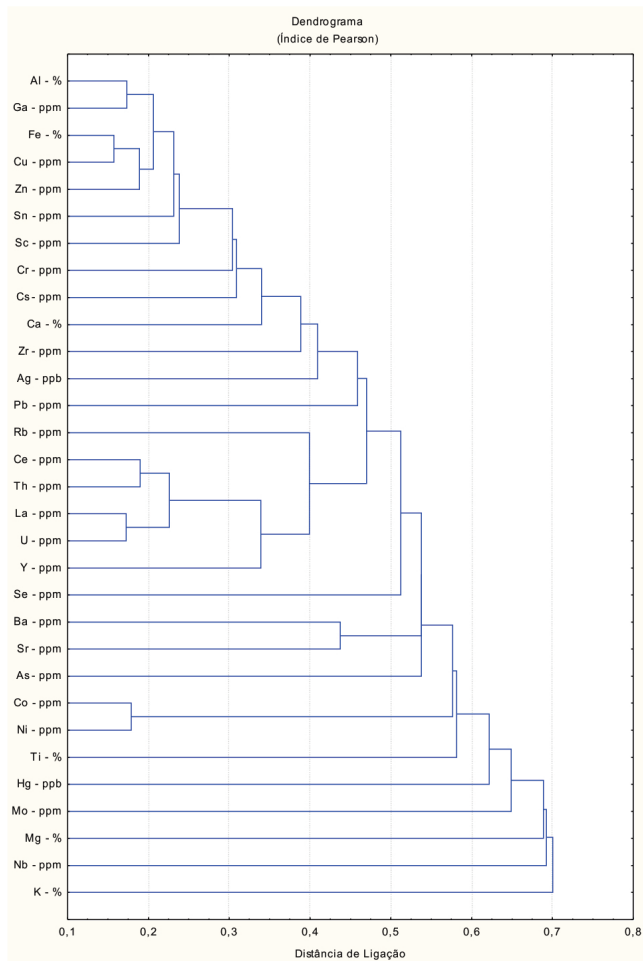


Figura 7.5 – Dendrograma com 31 elementos.

Foram considerados os elementos mineralizantes (aqueles que possam gerar depósitos minerais) e seus elementos associados, baseados na expectativa metalogenética para a área e agrupados em três tipos de associação:

- Hidrotermalismo – Cu, Au, Pb – (Hg, As, Sb, Tl, Mo, Bi, Ni, Co).
- Corpos máfico-ultramáficos – Cr, Ni (Co, Cu).
- Corpos especializados em terras-raras, uraníferos e alcalinos – U – Th – P (La, Y, Sc).

Foram representados em zonas anômalas (duas ou mais drenagens contíguas) e anomalias pontuais disponíveis no mapa geoquímico.

7.2.2 Concentrados de bateia

Os dados analíticos de concentrados de bateia tiveram tratamento específico, diferente dos de sedimentos de corrente.

Para efeito de interpretação, consideramos apenas os minerais-minério e associados mais importantes.

A análise mineralógica dos concentrados de bateia possibilitou a identificação de indícios de mineralização de ouro. Outros minerais-minério não foram encontrados nas amostras analisadas.

Os dados analíticos mineralógicos tiveram o seguinte tratamento:

- Para as amostras de ouro, todas as estações foram consideradas indícios mineralógicos, colocando-se junto ao símbolo do elemento o número de pintas detectadas.
- Os indícios mineralógicos de ouro foram plotados no Mapa de Destaques Mineralógicos, sendo que foram individualizados 14 indícios para ouro isolados.

7.3 MAPA GEOQUÍMICO

O mapa geoquímico (Figura 7.6) é consequência da compatibilização dos dados geoquímicos e mineralógicos com a base geológica e a perspectiva metalogenética da área.

Em sua elaboração foram consideradas, sobre uma base geológica simplificada, as anomalias geoquímicas dos sedimentos de corrente e os destaques mineralógicos da fração pesada dos concentrados de bateia.

O mapa geoquímico é constituído por zonas anômalas de elementos em sedimentos de corrente, zonas de destaques mineralógicos em concentrados de bateia e anomalias pontuais e destaques mineralógicos pontuais. Todas essas informações geoquímicas estão plotadas sobre uma base planimétrica e geológica simplificada.

Cartogramas com a distribuição dos elementos mais importantes para avaliação metalogenética da área foram colocados associados ao mapa geoquímico. Entre os selecionados, estão os elementos Cu, Pb, Cr e Sn, devido à amplitude de seus valores e à perspectiva metalogenética para a área. O elemento As foi selecionado por sua importância como farejador de mineralizações associadas a hidrotermalismo de baixa temperatura (epitermais).

Para análise da distribuição dos elementos dos cartogramas, utilizou-se uma representação de valores graduados de cada elemento sobre um mapa de distribuição contínua com os mesmos intervalos. Muito embora os conteúdos dos elementos traços em drenagens representem variáveis discretas, suas representações em isovalores permitem melhor compreensão dos *trends* de suas distribuições. Esse tipo de representação é sugerido no Atlas Geoquímico da Europa, desenvolvido pelo Forum of European Geological Surveys (FOREGS), atendendo às recomendações do IUGS/IAGC Global Geochemical Baselines Programme. e exemplificado no sítio desenvolvido, mantido e atualizado no Serviço Geológico da Finlândia (<http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas/maps/StreamSed/s_aricpaes_as_edit.pdf>). Essa sugestão visa a uniformizar a informação geoquímica no mundo, objetivo principal do International Geochemical Mapping Project (IGCP 259), origem de todo o processo global de uniformização dos dados geoquímicos no mundo (DARNLEY et al., 1995).

7.4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir da análise do mapa geoquímico e dos cartogramas de distribuição, algumas conclusões podem ser admitidas:

- Anomalias pontuais e zonas anômalas de Mo-Zr-Pt-Pd-Au estão associadas a sequências paleozoicas (Formação Furnas e Grupo Itararé).
- Na parte central da área, destacam-se zonas anômalas de Cu-Ni-Pd-Pt em drenagens que cortam sequências carbonáticas neoproterozoicas (Formação Bairro dos Campos) e metabasitos. Nessas áreas, na localidade de Palmeirinha de Cima (Sengés, PR), há registros de mineralizações de Cu, Pb e Zn (STEVANATO et al., 1991; ROSTIROLLA, 1997; ROSTIROLLA et al., 1998).
- Sobre o Neoproterozoico da parte central da folha, ocorre ouro entre os pesados da bateia que devem

estar associados a sequências fanerozoicas e sulfetos das sequências carbonáticas neoproterozoicas.

- Anomalias de Th, U, La e Ce sugerem a presença de granitoides especializados em terras-raras.
- Anomalias de P estão associadas a sequências metassedimentares neoproterozoicas do Grupo Itaia-coca.

Principais recomendações para futuros trabalhos geoquímicos na área:

- Estudo da especialização dos principais litotipos responsáveis pela presença de ouro nas frações pesadas dos concentrados de bateia.
- Detalhamento das principais regiões com concentrações de zonas anômalas de P, Au e Cu-Ni, com adensamento da amostragem de sedimentos de corrente, concentrados de bateia e solos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O levantamento geológico efetuado na escala 1:100.000, incluindo novos dados petrográficos e litogeoquímicos e informações disponíveis na literatura recente, permitiu melhor compreensão das relações tectonoestratigráficas entre as unidades presentes na Folha Itararé.

Nesta folha são mapeadas sequências litoestratigráficas da Bacia do Paraná e de rochas pré-cambrianas associadas ao Terreno Apiaí (segmento do Cinturão Ribeira Meridional da Província Mantiqueira).

As rochas pré-cambrianas são representadas por sequências metassedimentares mesoproterozoicas e neoproterozoicas (Grupo Itaiacoca, Formação Abapã e Formação Água Clara), suítes graníticas intrusivas neoproterozoicas (batólitos Três Córregos e Cunhaporanga) e possíveis relictos de embasamento paleoproterozoico (Complexo Apiaí-Mirim).

Os relictos de embasamento paleoproterozoico associados ao Complexo Apiaí-Mirim são representados por migmatitos de composição granítica a granodiorítica e ocorrem geralmente relacionados às rochas da Suíte Granítica Três Córregos. Essa unidade ainda carece de estudos petrológicos e geocronológicos mais refinados que definam melhor a sua relação litoestratigráfica.

A Formação Água Clara é composta por mármore, rochas calcissilicáticas, quartzitos e metacherts associados a anfíbio-xistos, granada-clorita-biotita-xistos e anfíbolitos. Na Folha Itararé é extensivamente invadida pelas rochas da Suíte Granítica Três Córregos, geralmente ocorrendo como corpos de teto pendentes ou megaenclaves.

O Grupo Itaiacoca atualmente passa por uma redefinição em seu empilhamento litoestratigráfico, devido aos novos dados geocronológicos disponíveis na literatura (SIGA JÚNIOR et al., 2003, 2009). Neste trabalho, o grupo é dividido em cinco unidades/formações litoestratigráficas, sendo utilizadas as denominações apresentadas nos trabalhos de Souza (1990) e Reis Neto (1994) e considerados os dados geocronológicos atuais para compor o empilhamento estratigráfico. Na base ocorrem unidades de idades do final do Mesoproterozoico e início do Neoproterozoico: Formação Água Nova, Unidade de

Metabásicas, Formação Serra dos Macacos e Formação Bairro dos Campos. No topo, com idade ediacarana, está a Formação Abapã (subdividida em Unidade de Metarenitos/Metarcóseos, Unidade Terrígena e Unidade de Xistos).

A Formação Água Nova é caracterizada pela presença predominante de metassedimentos de natureza terrígena, localmente ocorrendo intercalações de rochas com associações carbonáticas (metamargas).

A Unidade de Metabásicas é constituída por pequenos corpos mapeáveis de rochas metabásicas intercalados na Formação Água Nova.

A Formação Serra dos Macacos apresenta ampla distribuição na Folha Itararé. É constituída por corpos estreitos e alongados de quartzitos que sustentam diversas serras (dos Macacos e de Bom Sucesso) e estão intercalados nas formações Água Nova e Bairro dos Campos.

Na Formação Bairro dos Campos predominam mármore (essencialmente dolomíticos), com intercalações de níveis de metamargas (filitos carbonáticos e calcifilitos). Nessa unidade ocorrem importantes lavras de mármore (dolomíticos e calcíticos), extraídos em diversas pedreiras ao longo de sua exposição e que constituem o principal bem mineral explorado dentro dos limites da Folha Itararé. O material se destina principalmente à fabricação de cal e, subordinadamente, a outras finalidades, tais como corretivos de solos e insumos para a indústria de vidro. Ocorrem, também, mineralizações de talco e dióxido de silício associadas aos mármore.

A Formação Abapã é caracterizada pela intercalação de rochas metassedimentares com metavulcânicas e metavulcanoclásticas, predominando metarenitos arcoseanos. Neste trabalho ela é subdividida em três unidades: Unidade de Xistos, Unidade de Metarenitos/Metarcóseos e Unidade Terrígena.

A Folha Itararé apresenta ainda um grande volume de corpos graníticos essencialmente ediacaranos, com dimensões e formas variadas (diques, *stocks* e batólitos). Predominam duas suítes graníticas de tipologia I e linhagem calcialcalina de médio a alto-K, denominadas Cunhaporanga e Três Córregos. O mapeamento sistemático permitiu reconhecer diversas fácies petrográficas

correlacionadas a essas intrusões, que se diferenciam por aspectos composicionais, texturais e estruturais.

A Suíte Granítica Três Córregos é dividida em quatro unidades, sendo que três delas constituem corpos graníticos, individualizados em trabalhos de mapeamentos anteriores: Granito Barra do Chapéu, Granito Córrego do Butiá e Granito Arrieiros. A última unidade é relacionada a porções gnaissificadas e milonitizadas, mapeadas como porções indiferenciadas.

A Suíte Granítica Cunhaporanga é dividida em cinco unidades: Granito Santa Rita, Granito Ouro Verde, Granito Patrimônio de Santo Antônio, Granito São Domingos e Corpos Graníticos Indiferenciados.

Na porção leste da Folha Itararé ocorrem corpos graníticos posteriores ao magmatismo associado às suítes graníticas, constituídos por rochas de tipologia A (granitos anorogênicos) associadas a ambientes tardi- a pós-orogênico. São individualizados dois corpos principais, o Granito Rio Pirituba e o Granito Bairro da Serrinha, além de corpos menores caracterizados como indiferenciados.

As unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná que estão presentes na folha são, da base para o topo: Formação Furnas (Grupo Paraná, Devoniano), Formação Lagoa Azul (Grupo Itararé, Carbonífero Superior), Formação Campo Mourão (Grupo Itararé, Permiano) e diques e soleiras de diabásios associados à Formação Serra Geral (Cretáceo Inferior).

As sequências mais jovens são relacionadas a depósitos recentes aluvionares e coluvionares. Entre os depósitos coluvionares, destacam-se os associados às escarpas íngremes no contato entre os sedimentos fanerozoicos da Bacia do Paraná e as rochas pré-cambrianas, os quais podem ser relacionados a zonas de falhas.

O padrão estrutural desta folha é destacado pelo forte controle associado às zonas de cisalhamento rúpteis/dúcteis, à presença de grandes dobras (anticlinais e sinclinais) nas rochas metassedimentares do Grupo Itaïa-coca, ao volumoso magmatismo brasileiro (ediacarano),

além de uma vasta área ocupada pela Bacia do Paraná. Essas características definem domínios estruturais bastante diversificados e com histórias evolutivas distintas.

A evolução estrutural das unidades pré-cambrianas está associada à Orogenia Brasileiro-Pan-Africana (Neoproterozoico ao início do Paleozoico), que consiste em um complexo orógeno relacionado às colisões oblíquas entre os crátons Parapanema, São Francisco e Congo e consequente consolidação do continente Gondwana Ocidental (BRITO NEVES et al., 1999; CAMPANHA e BRITO NEVES, 2004; FUCK et al., 2008).

É importante ressaltar o forte tectonismo observado nas unidades fanerozoicas da Bacia do Paraná (Formação Furnas e Grupo Itararé), evidenciado por uma série de falhas que as afetam.

Em relação aos recursos minerais, a Folha Itararé apresenta um vasto potencial para rochas e minerais industriais (calcário, dolomita, talco e filito), atualmente aproveitado por diversas minerações e que pode ser diversificado com aumento da infraestrutura e apoio à atividade extrativa.

Destacam-se as mineralizações de diopsídio no bairro Cerrado da Roseira (Jaguariaíva, PR), de Cu-Pb-Zn na região de Palmeirinha de Baixo (Sengés, PR) e de fluorita nas proximidades de Caçador (Doutor Ulysses, PR).

Como sugestões para trabalhos a serem desenvolvidos no âmbito da Folha Itararé, recomendam-se:

- Avaliação técnica do potencial das rochas para fins ornamentais, principalmente as relacionadas às suítes graníticas Cunhaporanga e Três Córregos.
- Detalhamento geocronológico do Complexo Apiaí-Mirim e maior investigação de suas relações com a Suíte Granítica Três Córregos.
- Trabalhos detalhados para verificar a potencialidade das mineralizações de Cu-Pb-Zn, já documentadas nos trabalhos de Stevanato et al. (1991), Rostirolla (1997) e Rostirolla et al. (1998).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. v. 1, p. 65-69.
- ALGARTE, J.P. et al. **Projeto sudeste do estado de São Paulo: folha Itararé (SG.22-X-B)**. Mapa geológico. São Paulo: DNPM/CPRM, 1972.
- ALGARTE, J.P. et al. **Projeto sudeste do estado de São Paulo**. Relatório final. São Paulo: Convênio DNPM/CPRM, 1974.
- ALMEIDA, F.F.M. *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. Novas ocorrências de fósseis no pré-cambriano brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 29, p. 63-72, 1957.
- ALMEIDA, F.F.M. et al. The Precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazonas river. In: NAIRN, A.E.M.; STILLE, F.G. (Eds.). **The ocean basin and margins**. New York: Plenum, 1973. p. 411-446. v.1.
- ALMEIDA, F.F.M.; 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. il. (Boletim do Núcleo Nordeste da SBG, 6). p. 363-391.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth Science Review**, Amsterdã, v. 17, n. 1, p. 1-29, 1981.
- ALMEIDA, M.A. **Geologia da formação Água Clara na região de Araçáiba, SP**. 1989. 184 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- ALMEIDA, M.A.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P. A formação Água Clara na região de Araçáiba, estado de São Paulo: litotipos, metamorfismo e deformação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1986, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBG, 1986. v. 2, p. 905-918.
- ANDRADE, S.M.; CAMARÇO, P.E.N. Estratigrafia dos sedimentos devonianos do flanco nordeste da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú. **Anais...** Camboriú: SBG, 1980. v. 5, p. 2828-2836.
- ANDRADE, S.M.; SOARES, P.C. **Geologia de semidetalhe do centro-leste do Paraná**. Relatório PETROBRAS/DESUL-SEGES. (Relatório 400), 1971.
- ARRUDA, M.R. **Mineralogia da mina de cobre de Santa Blandina, em Itapeva, estado de São Paulo**. 1971. 180 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1971.
- ASSINE, M.L. **Aspectos da estratigrafia das sequências pré-carboníferas da bacia do Paraná no Brasil**. 1996. 207 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- ASSINE, M.L. Fácies, icnofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da formação Furnas no flanco sudeste da bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 29, p. 357-370, 1999.
- ASSINE, M.L.; SOARES, P.C.; MILANI, E.J. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozoicas da bacia do Paraná, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 24, p. 77-89, 1994.
- BARBARIN, B. Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. **Geological Journal**, v. 25, p. 227-238, 1990.
- BARBOSA, O. **Geologia e petrologia na região de Apiaí, estado de São Paulo**. Tese (Concurso para a cadeira de Geologia, Petrografia e Mineralogia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1941.
- BARBOSA, O. A chamada série Ribeira. **Min. e Met.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 79, p. 187-189, 1948.
- BASEI, M.A.S. et al. Evolução tectônica dos terrenos entre os cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR-SC). **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 22, p. 216-221, 1992.
- BASEI, M.A.S. et al. Geochronology and isotope geochemistry of Votuverava and Perau mesoproterozoic basins, Southern Ribeira Belt, Brazil. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4. **Short Papers**, 2003. p. 501-504.
- BATOLLLA JÚNIOR et al. **Projeto leste do Paraná, folha Curitiba (SG.22-X-D-1)**. São Paulo. Convênio DNPM/CPRM, 1977. Relatório final, v. 1.
- BERGAMASCHI, S. **Análise sedimentológica da formação Furnas na faixa de afloramentos do flanco norte do arco**

- estrutural de Ponta Grossa, bacia do Paraná, Brasil.** 1992. 172 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- BEST, M.G.; CHRISTIANSEN, E.H. **Igneous petrology.** Oxford: Blackwell Science. 2001.
- BIGARELLA, J.J. Ocorrência de dolomite no município de Cerro Azul, Paraná. **Min. e Met.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 66, p. 323-326, 1947.
- BIGARELLA, J.J. Paleocorrentes e deriva continental (comparação entre África e América do Sul). **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 31, p. 141-224, 1973.
- 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, p. 317-323, 1956a.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na série Açungui. VII. Algumas estruturas sin-genéticas nos dolomitos da formação Capiru. **Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, v. 11, p. 197-205, 1956b.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Contribuição à geologia da região sul da série Açungui (estado do Paraná). **Bol. Paul. Geogr.**, São Paulo, v. 29, p. 1-14, 1958a.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Estudos preliminares na série Açungui. VIII. A formação Votuverava. **Boletim Geologia**, 2, Curitiba, Instituto de História Natural, 1958b.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R. Geologia do pré-devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 23, n. 25, p. 1-347, 1967.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES, P.L.P. Estruturas e texturas da formação Furnas e sua significação paleogeográfica. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 18, p. 1-114, 1966.
- BIONDI, J.C. et al. **Mapa geológico do estado do Paraná, 1:650.000.** Brasília: MME/DNPM/MINEROPAR, 1969.
- BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P. **Geologia das folhas Barra do Chapéu (SG.22-X-B-I-4) e Araçaiaba (SG.22-X-B-II-3), estados de São Paulo e Paraná.** (IPT. Relatório, 22 150) (inédito), 1985.
- BORGHI, L. **Caracterização e análise faciológica da formação Furnas (Pridoli-Devoniano inferior) em afloramentos do bordo leste da bacia sedimentar do Paraná, estado do Paraná, Brasil.** 1993. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.
- 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**, v. 22, p. 155-166, 1999.
- CAMPANHA, G.A.C. **Tectônica proterozoica no alto e médio vale do Ribeira, estados de São Paulo e Paraná.** 1991. 296 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- CAMPANHA G.A.C.; SADOWSKI, G.R. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Apiá domain). **Precambrian Research**, v. 98, p. 31-51, 1999.
- CAMPANHA, G.A.C.; BRITO NEVES, B.B. Frontal and oblique tectonics in the Brazilian shield. **Episodes**, 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. et al. **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: Contrato IPT/Pró-Minério, 1985. Relatório 22 352 (inédito).
- CAMPANHA, G.A.C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da faixa de dobramentos Apiá. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1987. v. 2, p. 725-742.
- CAMPANHA, G.A.C. et al. **Avaliação preliminar da geologia das folhas (em 1:50.000) Taquaral, Mina do Espírito Santo, Ribeirão Itacolomi, Serra do Aboboral, Jacupiranga (Eldorado Paulista), Rio Guaraú (Barra do Azeite), Rio Turvo (Serra do Aleixo) – Vale do Ribeira, SP.** São Paulo, Convênio IPT/SICCT-Pró-Minério. v. 1-4 (IPT. Relatório, 26 863, inédito), 1988.
- CAMPANHA, G.A.C. et al. 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, p. 117-125, 2008a.
- 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, CD-ROM, 2008b.
- CARVALHO, P.I.; PINTO, E.A. Reconhecimento geológico da série Assunguy, Brasil. **Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, n. 71, 1937. 29 p..
- CHIODI FILHO, C. et al. **Projeto Capão Bonito.** São Paulo: CPRM, 1983. Relatório final. v. 1.
- CONEY, P.J.; JONES, D.L.; MONGER, J.W.H. Cordilleran suspect terranes. **Nature**, v. 288, p. 329-333, 1980.
- COX, K.G.; BELL, J.D.; PANKHURST, R.J. **The interpretation of igneous rocks.** London: George Allen & Unwin, 1979. 450 p.
- CURY, L.F. **Geologia do terreno Paranaçu.** Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CURY, L.F. et al. 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.
- DARNLEY, A.G. et al. **A global geochemical database for environmental and resource management**: recommendations for international geochemical mapping. Final Report of IGCP Project 259, UNESCO, 1995. 122 p.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRANDCLAUDE, P.; MARCHAL, M. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses: its relationships with current nomenclature. **Chemical Geology**, 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.
- DINO, R.; RODRIGUES, M.A.C. Palinomorfos eodevonianos da formação Furnas: bacia do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 67, p. 107-116, 1995.
- 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.; CARNERIO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. de. (Orgs.). **Geologia do continente sul-americano**: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p. 177-186.
- FALEIROS, F.M. **Evolução de terrenos tectonometamórficos da Serrania do Ribeira e Planalto Alto Turvo (SP, PR)**. 2008. 306 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- 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) – Instituto de Geociências, 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., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 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) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- FRANÇA, A.B.; POTTER, P.E. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do grupo Itararé (Permocarbonífero), bacia do Paraná (parte 1). **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 147-191, 1988.
- FRANÇA, A.B.; WINTER, W.R.; ASSINE, M.L. Arenitos Lapa-Vila Velha: um modelo de trato de sistemas subaquosos canal-lobos sob influência glacial, grupo Itararé (C-P), bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 26, p. 43-56, 1996.
- FRASCÁ, M.H.B. de O. **Petrografia e geoquímica de rochas carbonáticas pré-cambrianas do estado de São Paulo**. 1992. 168 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- FRASCÁ, M.H.B.O. et al. Petrografia e geoquímica da formação Água Clara, região de Araçáiba, SP. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 21, p. 73-92, 1990.
- FRASCÁ, M.H.B.O. et al. Geoquímica e ambiência tectônica de metabasitos do alto e médio vale do Ribeira, São Paulo e Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 41-48, 1997.
- 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.
- FUCK, R.A.; BRITO NEVES, B.B.; SCHOBENHAUS, C. Rodinia descendants in South America. **Precambrian Research**, v. 160, p. 108-126, 2008.
- GIMENEZ FILHO, A. **Evolução do complexo Três Córregos a noroeste de Apiaí-SP**. 1993. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- GIMENEZ FILHO, A. et al. Geologia, petrografia e litogeoquímica do complexo granítico Três Córregos na região de Barra do Chapéu e Ribeirão Branco, SP. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 25, p. 92-106, 1995.
- GIMENEZ FILHO, A. et al. 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**, Curitiba, v. 30, p. 45-50, 2000.
- GORAIEB, C.L. **Contribuição à gênese do depósito primário polimetálico (Sn, W, ± Zn, Cu, Pb) Córreas, Ribeirão Branco (SP)**. 2001. 215 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- 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) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- GUIMARÃES, G.B. **As rochas granitoides do complexo granítico Cunhaporanga, Paraná**: aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos e mineralógicos. 2000. 230 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- HACKSPACHER, P.C. et al. Evidence for 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**, Curitiba, v. 30, p. 110-114, 2000.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. Estrutura e tectônica do pré-cambriano de São Paulo e Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 52, p. 61-76, 1980.

- HEILBRON, M. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (Orgs.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 203-234.
- HIRUMA, S.T. et al. Mapeamento e caracterização de feições cársticas de superfície na faixa Itaiacoca nas regiões de Nova Campina e Bom Sucesso de Itararé, SP/PR. **Rev. Inst. Geol.**, São Paulo, v. 27-28, n. 1/2, p. 1-12, 2007.
- HOLCOMBE, R. **GeORIENT v. 9.4.5** (freeware). University of Queensland (Australia). 2010. Disponível em: <<http://www.holcombe.net.au/software/>>. Acesso em: 15 set. 2010.
- HOWELL, G.H. **Principles of terranes analysis: new applications for global tectonics**. London: Chapman & Hall, 1995.
- IRVINE, T.N.; BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, v. 8, p. 523-548, 1971.
- JANASI, V.A.; ULBRICH, H.H.G.J. Inventário bibliográfico de granitos do estado de São Paulo. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 11, p. 1-253, 1992.
- 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**, v. 14, p. 363-376, 2001.
- JONES, D.L. et al. Recognition character, and analysis of tectonostratigraphic terranes in western North America. In: HASHIMOTO, M.; UYEDA, S. (Eds.). **Advances in Earth and Planetary Sciences**. Tokyo: Terra Sci. Pub. 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**. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Rio Claro, 1994.
- LANGE, F.W.; PETRI, S. The devonian of the Paraná basin. In: BIGARELLA J.J. (Ed.). Problems in brazilian devonian geology. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 21/22, p. 5-55, 1967.
- LEITE, R.J. et al. The late- to postorogenic transition in the Neoproterozoic Agudos Grandes Granite batholith (Apiaí domain, SE Brazil): constraints from geology, mineralogy, and U-Pb geochronology. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 23, p. 193-212, 2007a.
- LEITE, R.J. et al. The late- to postorogenic transition in the Apiaí domain, SE Brazil: constraints from the petrogenesis of the Neoproterozoic Agudos Grandes Granite batholith. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 23, p. 213-235, 2007b.
- LEONARDOS, O.H. **Nota sobre a geologia do distrito de Iporanga, SP**. DNPM: Rio de Janeiro, 1934. (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 da USP, p. 7-13. (Boletim, 21, Mineralogia, 4), 1941.
- LIU, C.C. **Análise estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao estado do Rio de Janeiro**. 1984. 157 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- MANIAR, P.D.; PICOLLI, P.M. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, v. 101, p. 635-643, 1989.
- MANIESI, V. **Petrologia das rochas anfibolíticas das regiões de Adrianópolis, Campo Largo e Rio Branco do Sul/PR**. 1997. 215 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 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**, Curitiba, v. 30, 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. **Min. e Metal.**, São Paulo, v. 3, p. 13, 1938.
- MCCLAY, K. **The mapping of geological structures**. John Wiley: New York, 1987.
- MCWILLIAMS, M.O.; HOWELL, D.G. Exotic terranes of western California. **Nature**, v. 297, p. 215-217, 1982.
- MELO, J.H.G. The malvinokaffric realm in the Devonian of Brazil. In: MCMILLAN, N.J., EMBRY, A.F.; GLASS, D.J. (Eds.). **Devonian of the world**. Canadian Society of Petroleum Geologists (Memoir 14), 1988. p. 669-703.
- MMAJ/JICA. **Report on Geological Survey of Anta Gorda (Phase 1)**. Brasília: 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: 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: Convênio Departamento Nacional de Produção Mineral/Metal Mining Agency of Japan-Japan International Cooperation Agency, 1983.
- MINEROPAR. **Projeto riquezas minerais: avaliação do potencial mineral e consultoria técnica no município de Jaguariaíva**. Relatório final. Curitiba: MINEROPAR, 2001.
- 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.
- MORETO, A.L.R. **Características química, mineralógica e tecnológica dos filitos da região de Itapeva-SP empregados na indústria de cerâmica**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, 2006.
- MORETO, A.L.R.; VASCONCELLOS, E.M.G.; REIS NETO, J.M. Caracterização faciológica do filito branco da região de Ita-

- peva-SP. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 62-63, p. 7-21, 2008.
- MORGENTAL, A. et al. **Projeto Sudelpa**. Relatório final: geologia. São Paulo: Convênio SUDELPA/CPRM, 1975. 18 v.
- MORGENTAL, A. et al. **Projeto geoquímica no vale do Ribeira**: relatório final. São Paulo: DNPM/CPRM, 1978. 8 v.
- MURATORI, A. et al. **Folha geológica de serra das Antas**. Curitiba: Comissão da Carta Geológica do Paraná, 1970.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A.; MÜHLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná. **Boletim Técnico da Petrobras**, v. 12, n. 3, p. 291-346, 1969.
- 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. **Mapa geológico do estado do Paraná, escala 1:1.000.000**. Rio de Janeiro: Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1925.
- 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).
- PAIVA, I.P.; ALGARTE, J.P.; COLANERI, S.; LOPES JR., L.; RODRIGUES, J.C.; SÁ, L.C.M. de. **Projeto Leste do Paraná**: folha Apiaí (SG.22-X-B-IV), relatório final. São Paulo, DNPM/BADEP/IGUF/CPRM, 1977.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. **Journal of Petrology**, v. 25, p. 956-983, 1984.
- PERROTTA, M.M. et al. **Mapa geológico do estado de São Paulo**: escala 1:750.000. São Paulo: CPRM, 2005. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.
- PETRI, S. Contribuição ao estudo do devoniano paranaense. **Boletim DGM/DNPM**, v. 129, p. 1-125, 1948.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1983.
- 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) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- 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 δ^{180} em zircão. 2005. 207 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PRAZERES FILHO, H.J.; BASEI, M.A. Evolução geológica e a caracterização de distintas fontes na geração do magmatismo granítico Três Córregos e Cunhaporanga, na porção sul do cinturão Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45., 2010, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 2010. 1 CD-ROM.
- PRAZERES FILHO, H.J. et al. Mapa geológico 1:50.000 da porção centro-sul da faixa Itaiacoca, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 36.
- PRAZERES FILHO, H.J. et al. 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, n. 1, p. 51-70, 2003.
- RAMSAY, J.G.; HUBERT, M.I. **The techniques of modern structural geology**. Vol. 1: Strain analysis. New York: Academic Press, 1983.
- RAMSAY, J.G.; HUBERT, M.I. **The techniques of modern structural geology**. Vol. 2: Folds and fractures. New York: Academic Press, 1987.
- REIS NETO, J.M. **Faixa Itaiacoca**: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozoico. 1994. 296 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- RIBAS, S.M. **Reconhecimento geológico do "complexo granítico Cunhaporanga"**. Relatório de pesquisa (inédito). Curitiba: MINEROPAR, 1981.
- RIBEIRO, L.M.A.L. **Estudo geológico e geocronológico dos terrenos granito-gnáissicos e sequências metavulcanos-sedimentares da região do Betara, PR**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- RICCOMINI, C.; CRÓSTA, A.P. Análise preliminar de lineamentos em produtos de sensores remotos aplicada à prospecção mineral na área dos granitoides Mandira, SP. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 19, p. 23-37, 1988.
- RICKWOOD, P.C. Boundary lines within petrologic diagrams, which use oxides of major and minor elements. **Lithos.**, n. 22, p. 247-263, 1989.
- ROSTIROLLA, S.P. Alguns aspectos da avaliação de favorabilidade em geologia exploratória. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 27, p. 327-338, 1997.
- ROSTIROLLA, S.P.; SOARES, P.C.; CHANG, H.K. Bayesian and multivariate methods applied to favorability quantification in Recôncavo basin and Ribeira belt, Brazil. **Natural Resources Research**, v. 7, n. 1, p. 7-24, 1998.
- ROSTIROLLA, S.P. et al. **Mapeamento geológico da folha Ponta Grossa (escala 1:100.000)**. Curitiba: MINEROPAR/UFPR, 2007. Relatório final.
- SALLUN FILHO, W. **Análise dos estromatólitos do grupo Itaiacoca (Proterozoico), ao sul de Itapeva, SP**. 1999. 126 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- SALLUN FILHO, W.; FAIRCHILD, T.R. Estromatólitos do grupo Itaiacoca ao sul de Itapeva, estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira da Paleontologia**, v. 7, n. 3, p. 359-370, 2004.
- SALLUN FILHO, W.; FAIRCHILD, T.R. Estudo comparativo entre estromatólitos do tipo *conophyton* das faixas Ribeira e Brasília. **Rev. Inst. Geol.**, São Paulo, v. 26, p. 1-18, 2005.
- SALLUN FILHO, W.; CAMPANHA, G.A.C.; FAIRCHILD, T.R. Aspectos deformacionais em estromatólitos do grupo Itaiacoca, ao sul de Itapeva (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 333-340, 2005.

- SANFORD, R.M.; LANGE, F.W. Basin study approach to oil evaluation of Paraná miogeosyncline, south Brazil. **Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists**, v. 44, p. 1316-1370, 1960.
- SANTOS, M.S.; FELIPE, R.S. **Reconhecimento geológico da faixa Três Córregos**. Curitiba: MINEROPAR, 1980. Relatório interno.
- SAUNITE, D.M. **Estudo de inclusões fluidas em jazidas e ocorrências de talco em metadolomitos do grupo Itaiacoca, PR**. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- SCHNEIDER, R.L. et al. Revisão estratigráfica da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. v. 1, p. 41-65.
- SCHOBENHAUS, 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: DNPM, 1984. 501 p. il.
- SIGA JÚNIOR, O. **Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina**: geocronologia e evolução crustal. 1995. 212 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- SIGA JÚNIOR, O. et al. 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.
- SIGA JUNIOR, O. et al. Lower and upper neoproterozoic magmatic records in Itaiacoca belt (Paraná-Brazil): zircon ages and lithostratigraphy studies. **Gondwana Research**, v. 15, p. 197-208, 2009.
- 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: Sociedade Brasileira de Geologia, 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., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1981b. v. 1, p. 121-132.
- SILVA, A.T.S.F. et al. **Projeto Santos-Iguape**: relatório final de geologia. São Paulo: DNPM/CPRM, 1977.
- SILVA, A.T.S.F. et al. Geologia integrada das folhas Iguape e Cananéia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...** Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v. 1, p. 222-235.
- 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.
- 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., 1988, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 1988. v. 1, p. 63-79.
- SOARES, P.C.; STEVANATTO, R.; CAMARGO, C.R. Geologia do noroeste da faixa Itaiacoca-Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1987. v. 1, p. 245-262.
- SOUZA, C.R.G.; SOUZA, A.P. O escarpamento estrutural Furnas, SP/PR: raro sítio geomorfológico brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP, 2002. 554 p. p. 299-306.
- 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) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- STEVANATO, R. **Modelo exploratório para Pb e Zn na faixa Itaiacoca – PR/SP**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- STEVANATO, R.; SOARES, P.C.; CAMARGO, C.R. Descoberta de um novo depósito mineral de Pb e Zn no estado do Paraná: formação Itaiacoca. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 1991, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG, 1991. p. 197-200.
- SZABÓ, G.A.J. et al. As jazidas de talco no contexto da história metamórfica dos metadolomitos do grupo Itaiacoca, PR. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 5, p. 13-31, 2006.
- TAKAHASHI, A.T.; FERREIRA, J.C.G.; THEODOROVICZ, A. **Projeto Guapiara**. São Paulo: CPRM, 1984. Relatório final. v. 1.
- THEODOROVICZ, A. et al. **Projeto Engenheiro Maia-Ribeirão Branco**. São Paulo: CPRM, 1986. Relatório final. v. 1.
- TREIN, E. et al. 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.
- VASCONCELOS, C.S. et al. **Projeto Jacupiranga-Rio Guaraú**: mapeamento geológico na escala 1:50.000. São Paulo: Convênio Secretaria de Estado de Energia/CPRM, 1999.
- VESELY, F.F. **Dinâmica sedimentar e arquitetura estratigráfica do grupo Itararé (Carbonífero-Permiano) no centro-leste da bacia do Paraná**. 2006. 226 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- VESELY, F.F.; ASSINE, M.L. Sequências e tratos de sistemas deposicionais do grupo Itararé, norte do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 34, p. 219-230, 2006.
- WEBER, W. et al. A formação Água Clara na região de Araçá-iba-SP: registro U-Pb de uma bacia mesoproterozoica. **Geol. USP, Série cient.**, São Paulo, v. 4, p. 101-110, 2004.
- WERNICK, E.; FERREIRA, C.J. Tipologia de zircão e razão inicial Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ em séries granitoides. **Geociências**, v. 9, p. 107-125, 1990.

WERNICK, E. et al. Os complexos granitoides Cunhaporanga e Três Córregos (PR): zoneamento magmático e implicações geotectônicas. **Geociências**, v. 9, p. 67-85, 1990.

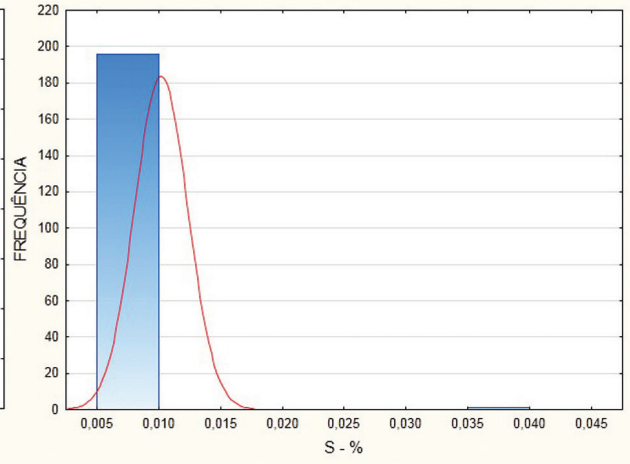
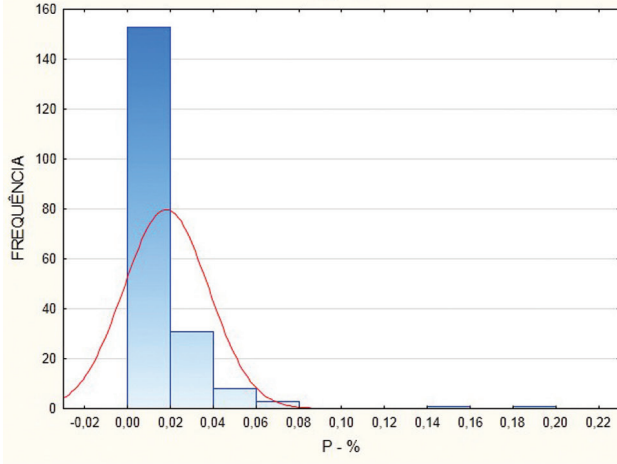
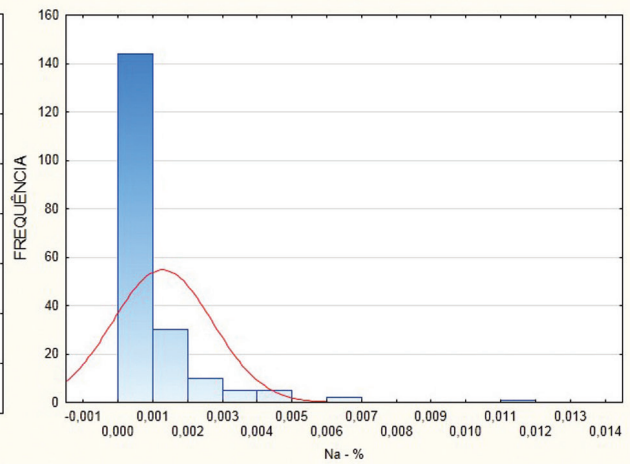
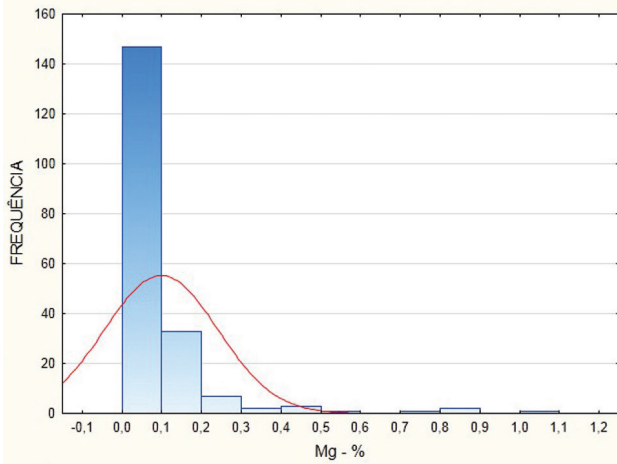
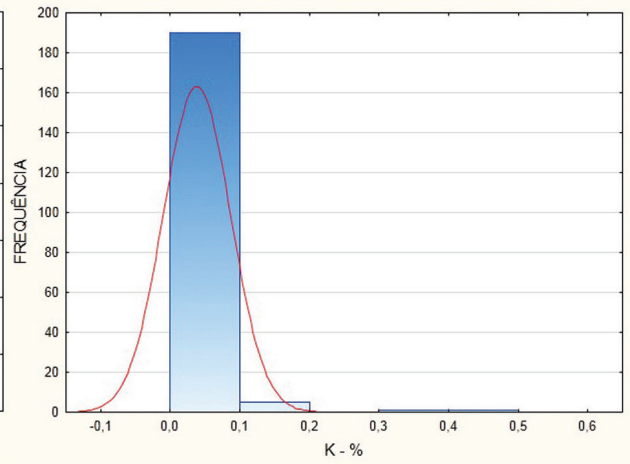
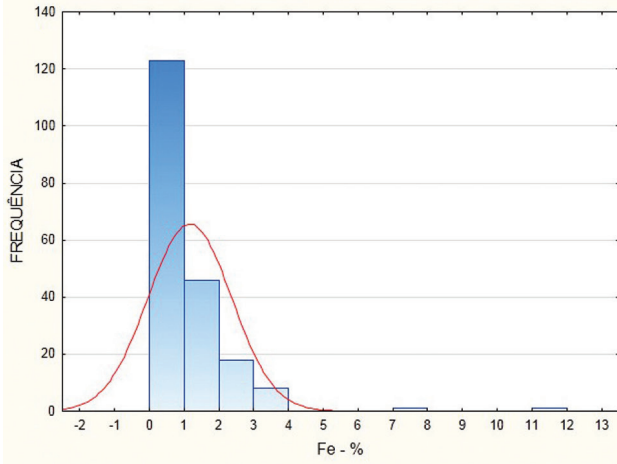
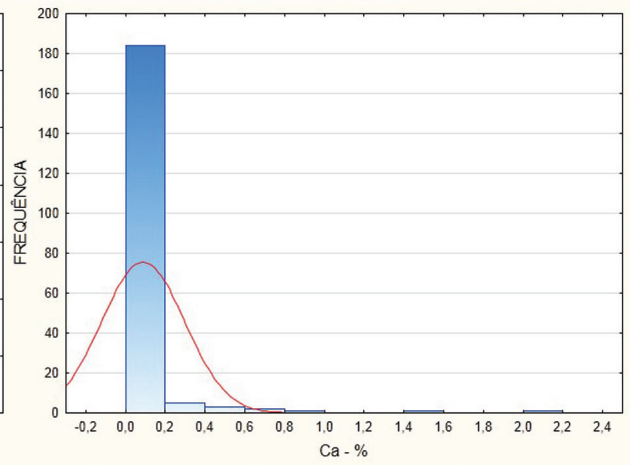
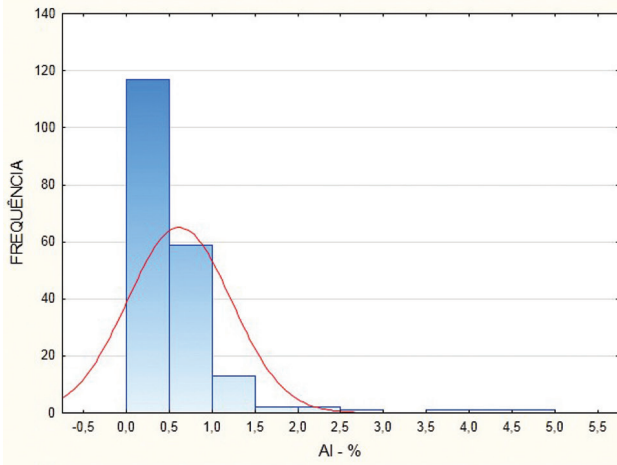
WHITE, A.J.R.; CHAPPEL, B. Granitoid types and their distribution in the Lachand Fold belt, southeastern Australia. **Geological Society of America, Bulletin**, v. 159, p. 21-34, 1983.

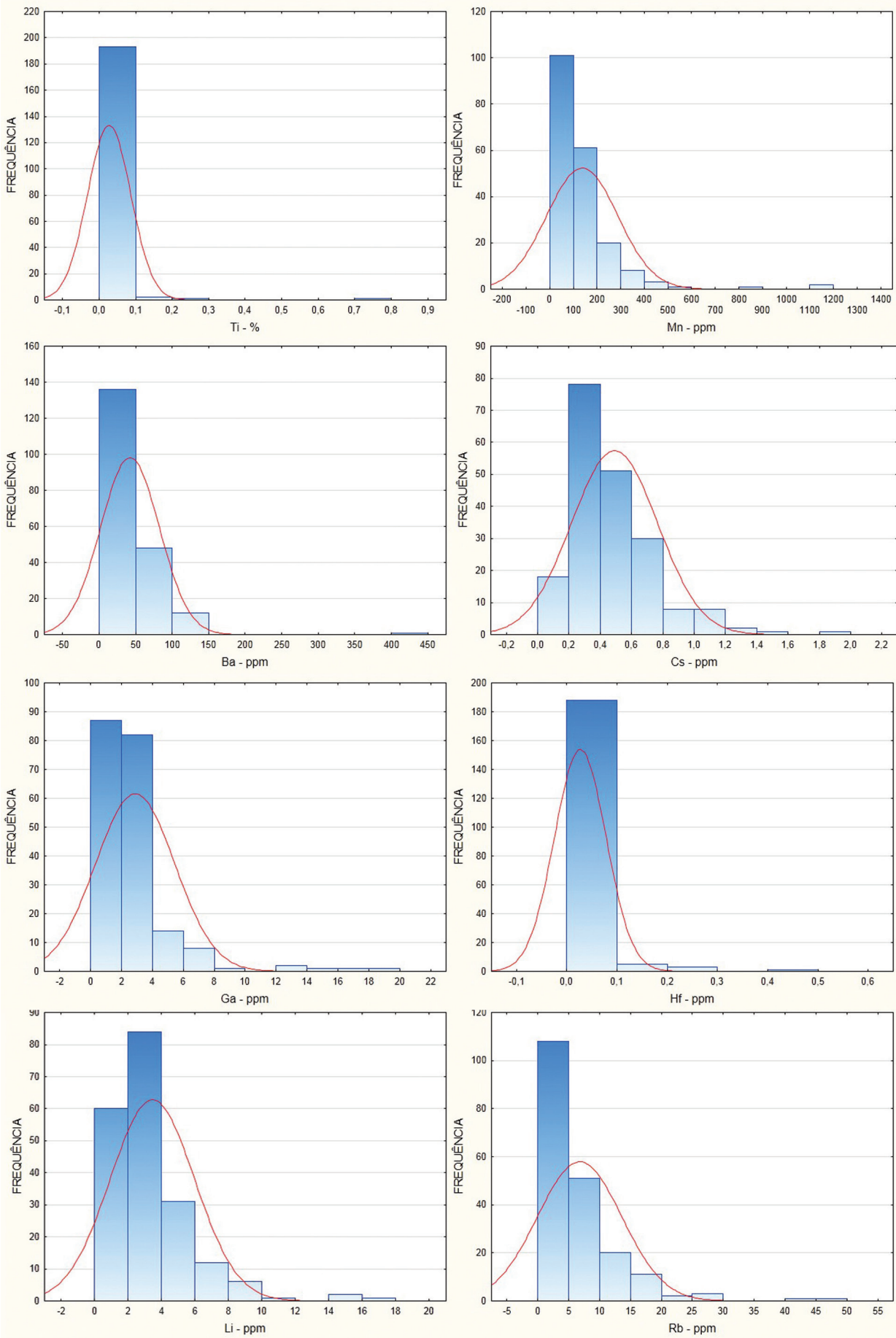
WOOD, D.A.; JORON, J.-L.; TREUIL, M. A re-appraisal of the use of trace elements to classify and discriminate between magma

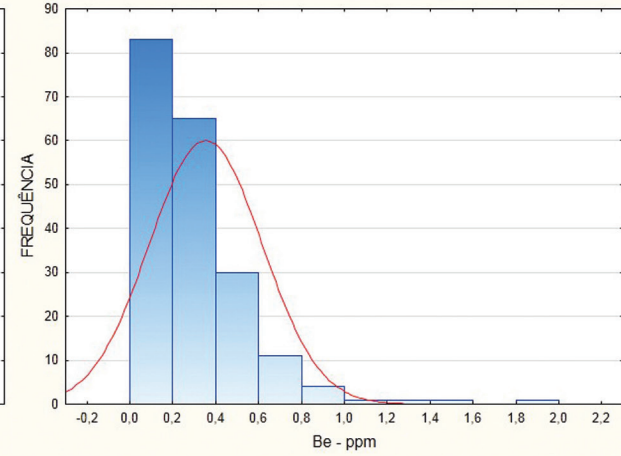
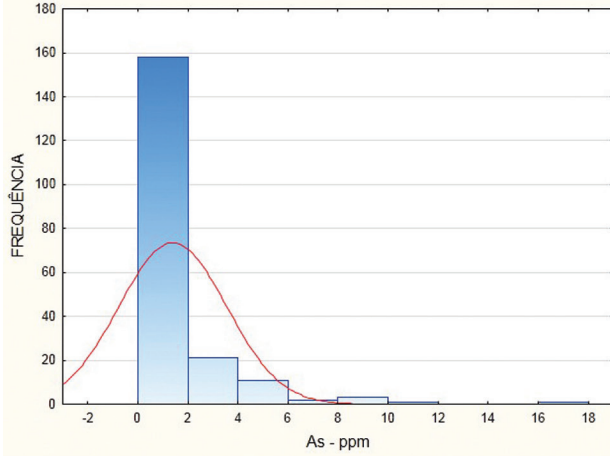
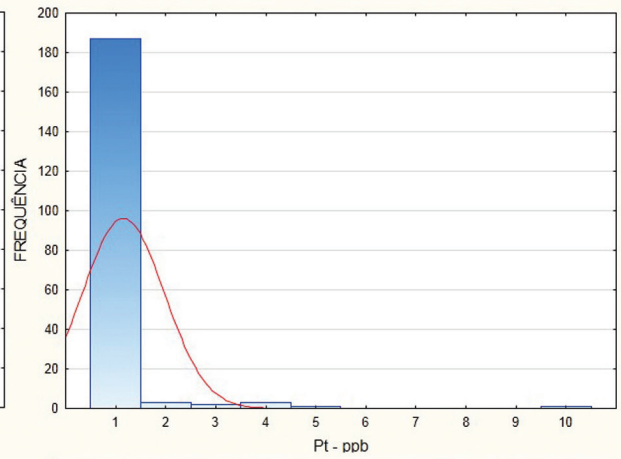
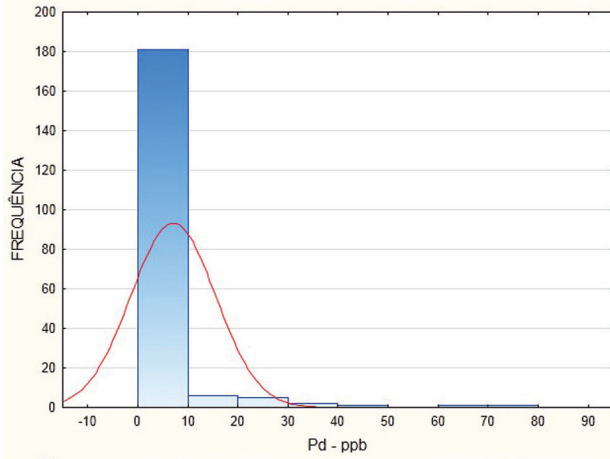
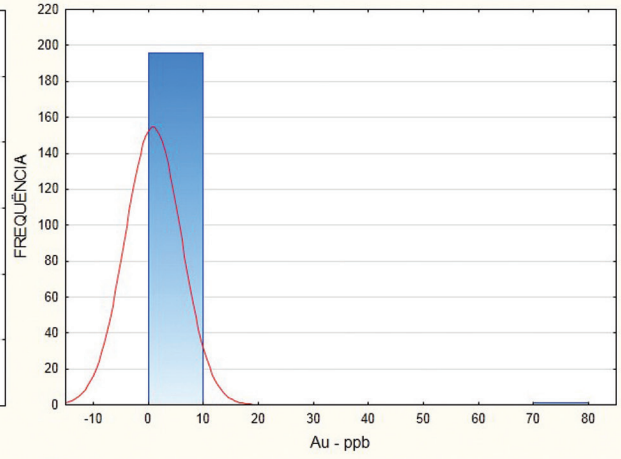
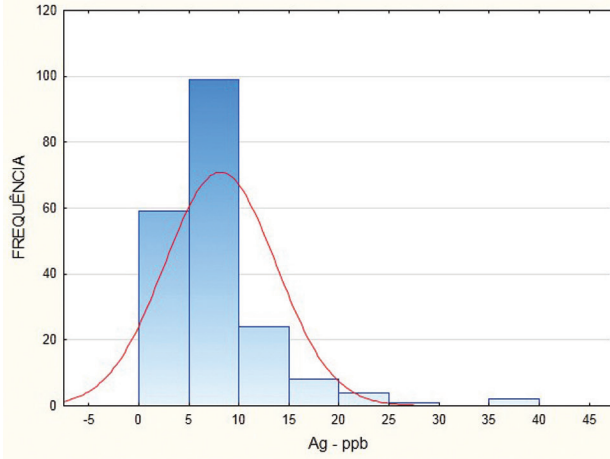
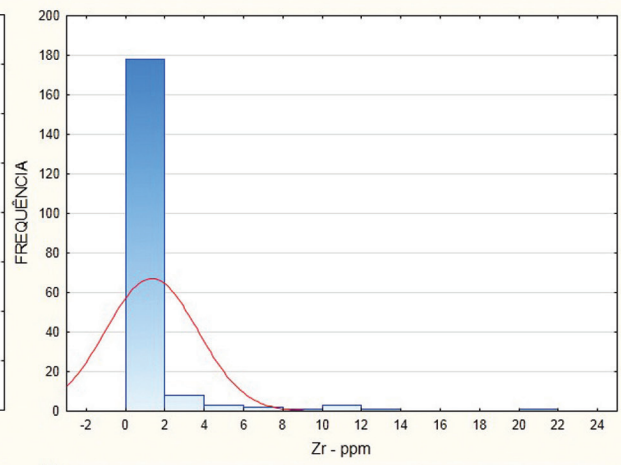
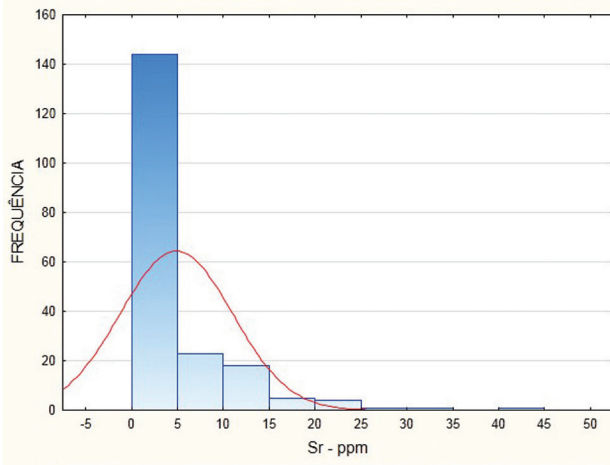
series erupted in different tectonic settings. **Earth Planet. Sci. Letts**, v. 45, p. 326-336, 1979.

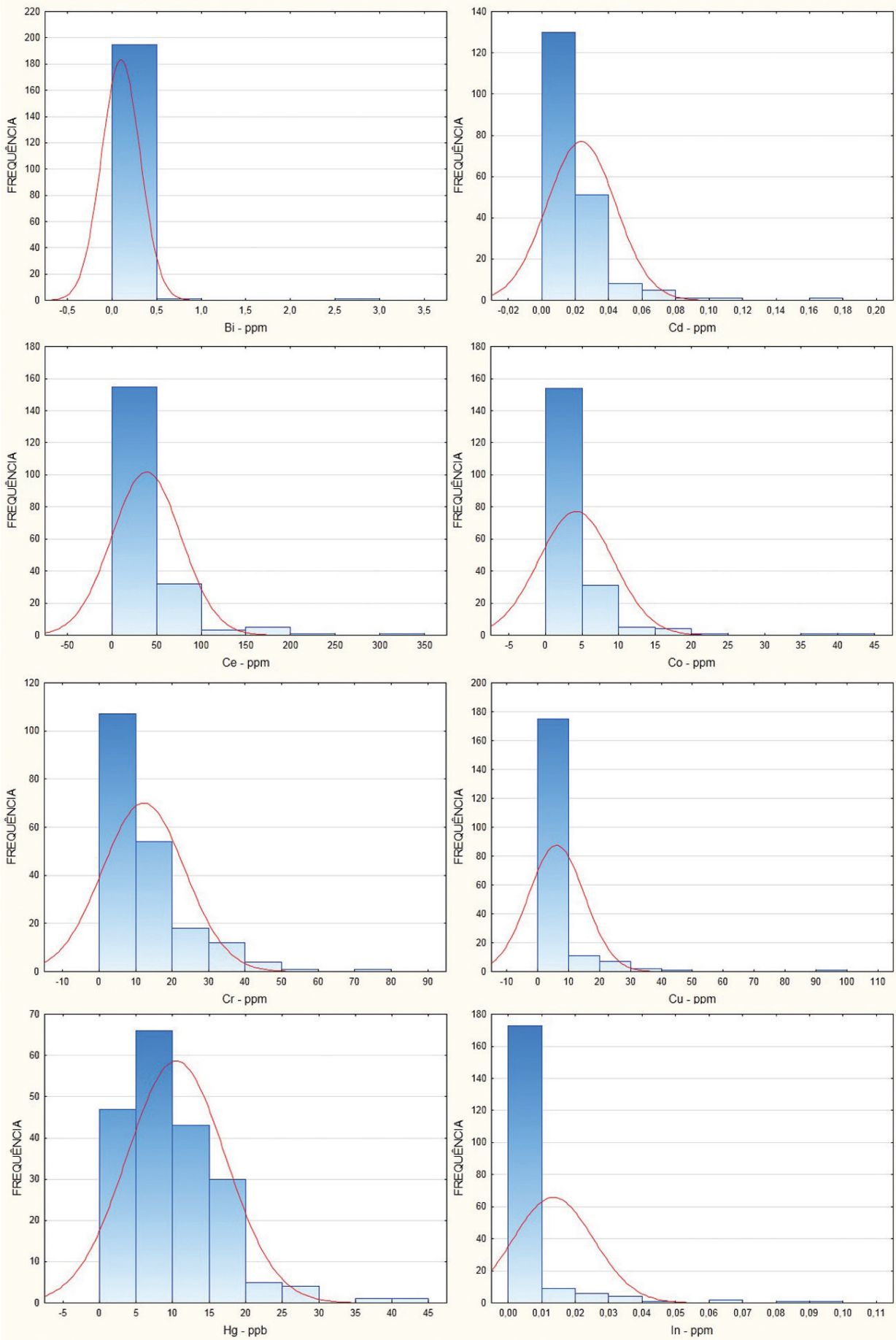
ZALÁN, P.V. et al. A divisão tripartite do Siluriano da bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 17, p. 242-252, 1987.

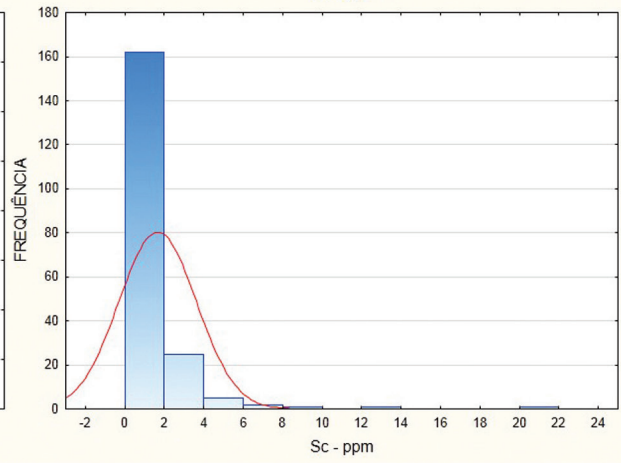
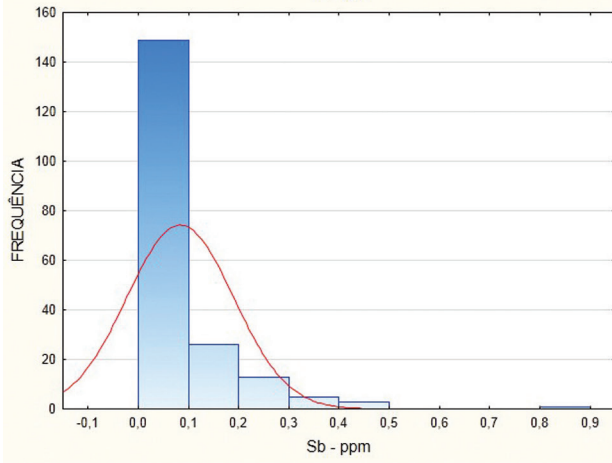
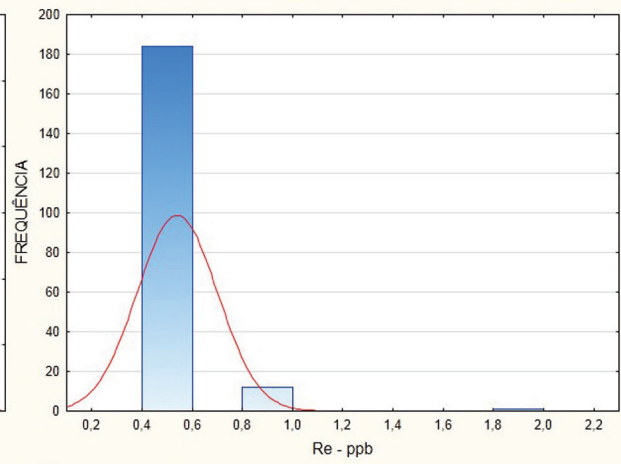
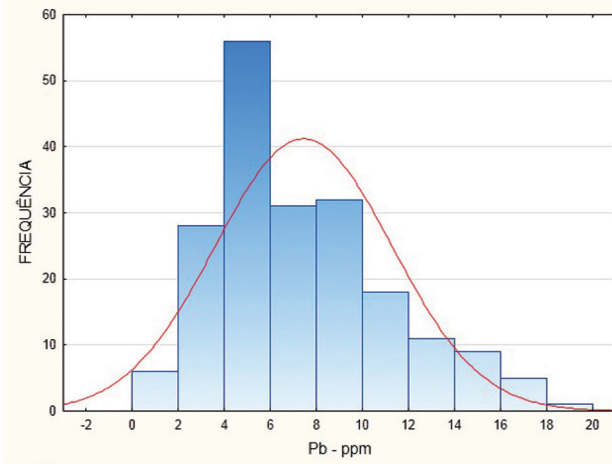
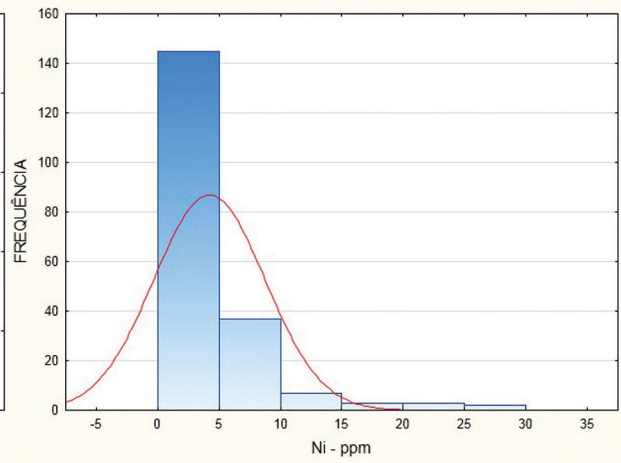
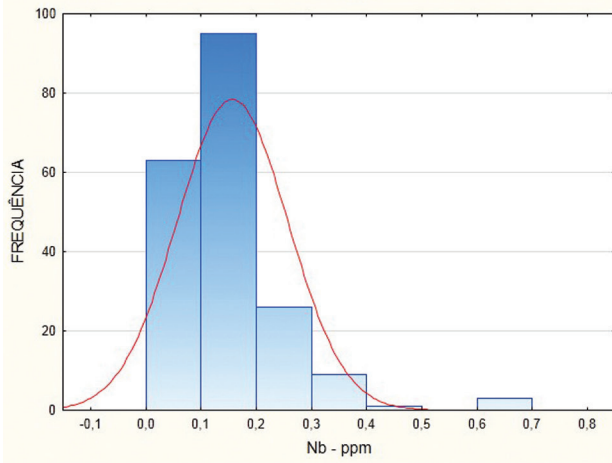
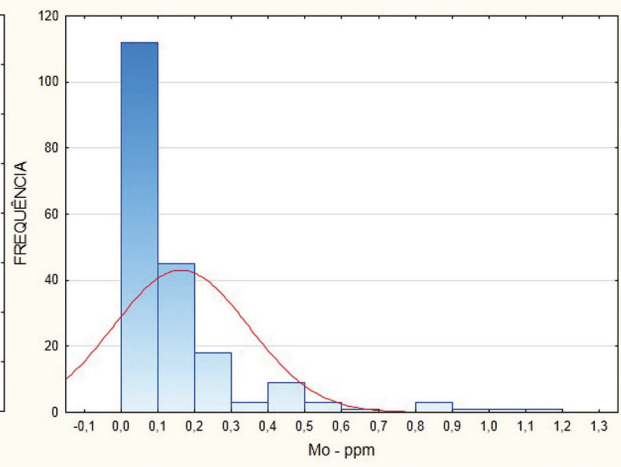
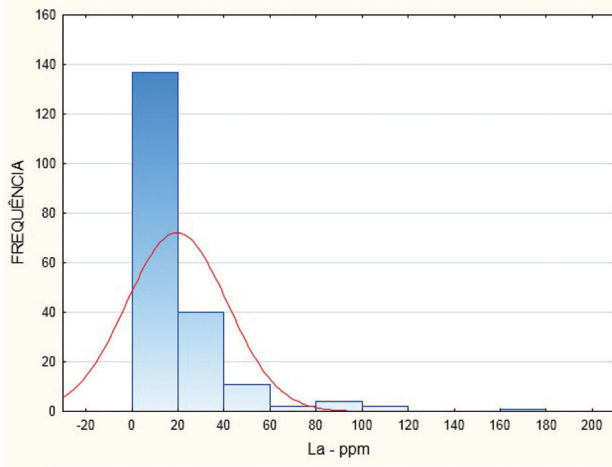
APÊNDICE A – HISTOGRAMAS

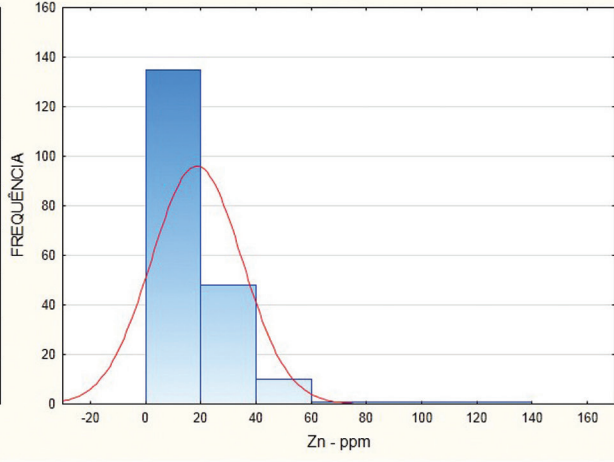
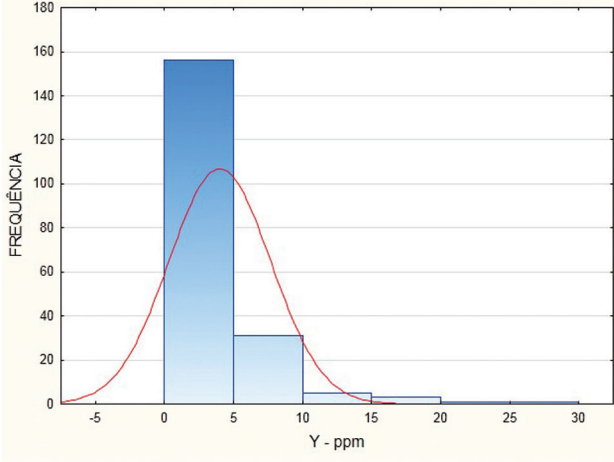
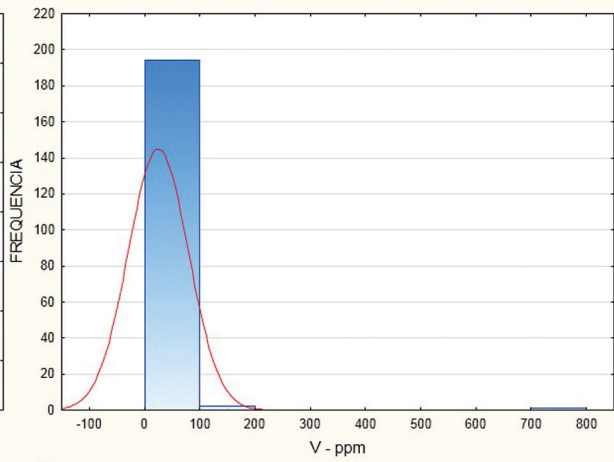
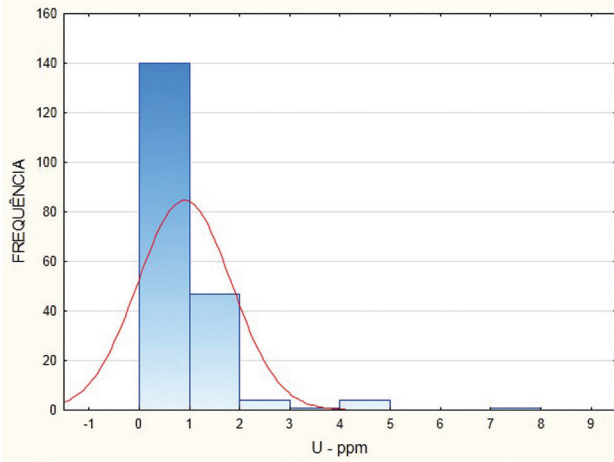
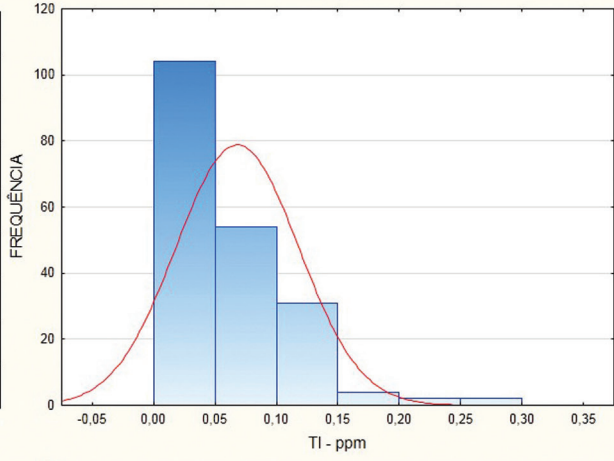
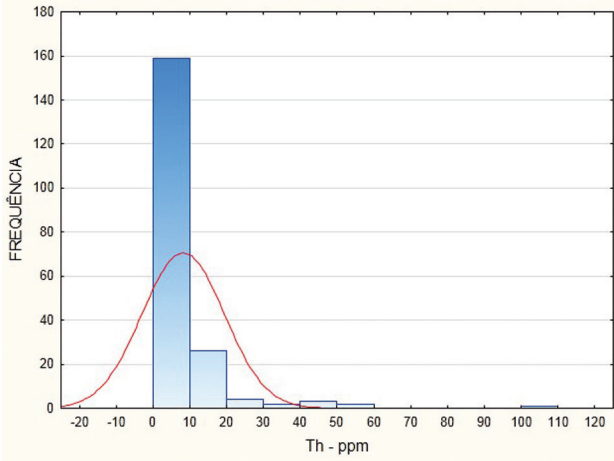
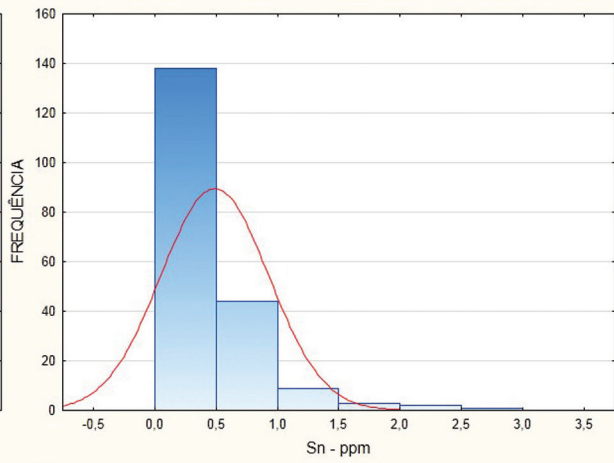
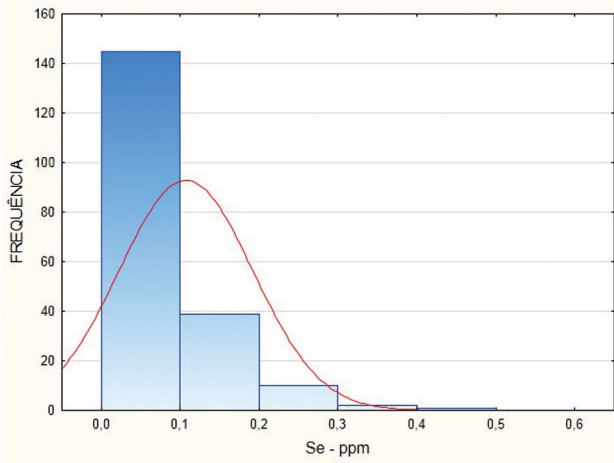


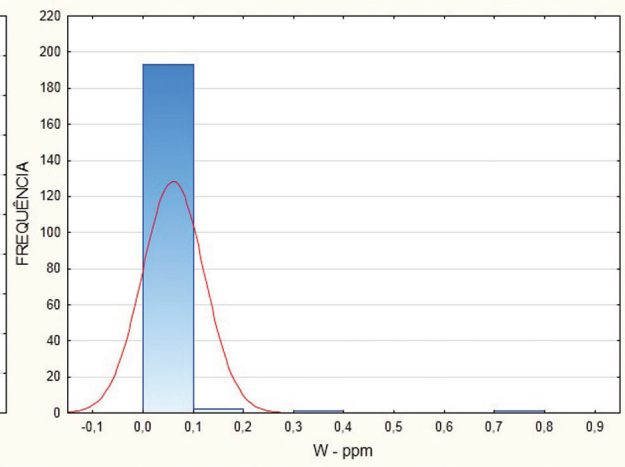
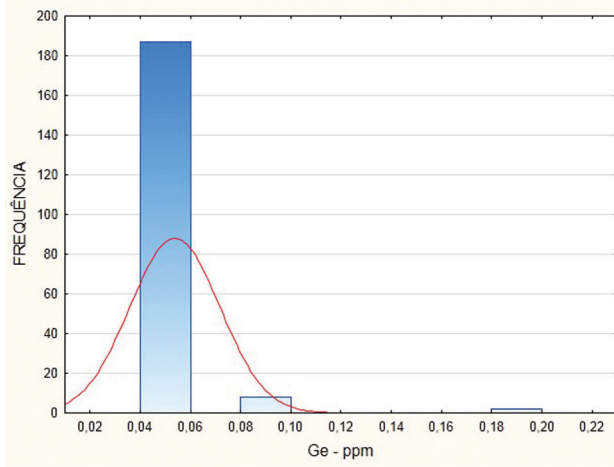














A elaboração do mapa Geológico e de Recursos Minerais da Folha Itararé na escala 1:100.000, resulta de uma ação de governo por intermédio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa pública vinculada à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia.

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 rochas e minerais industriais como calcário, dolomito, talco e filito, além de mineralizações de Cu-Pb-Zn e fluorita, 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.

GELOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA ITARARÉ – SG.22-X-B-I

Escala 1:100.000

ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ



FOLHA ITARARÉ – SG.22-X-B-I
JULHO DE 2012

PAC PROGRAMA DE
ACELERAÇÃO DO
CRESCIMENTO

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