UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS
A NOROESTE DE APIÁ - SP

Antonio Gimenez Filho

Orientador: Prof. Dr. Wilson Teixeira

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

SÃO PAULO
1993

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005000

EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS
A NOROESTE DE APIÁ - SP

Antonio Gimenez Filho

Orientador: Prof. Dr. Wilson Teixeira

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

	nome
Presidente:	<u>Dr. W. Teixeira</u>
Examinadores:	<u>Dr. C.C.G. Tassinari</u>
	<u>Dr. V.A. Janasi</u>

ass.

<u>Wilson Teixeira</u>
<u>[Signature]</u>
<u>Valdeci de Almeida</u>

SÃO PAULO
1993

*A Rosely, esposa e amiga.
A Heloisa e Marina,
nossas filhas.
A meus pais.*

AGRADECIMENTOS

A realização desta Dissertação envolveu, em maior ou menor grau, a colaboração de inúmeros colegas, aos quais o autor deve reconhecido agradecimento.

Ao Prof.Dr. Wilson Teixeira, à efetiva orientação desde as primeiras etapas de elaboração do Plano de Dissertação, do Projeto de Pesquisa e relatórios à FAPESP, até a discussão dos dados, criteriosa leitura e significativas sugestões ao texto final e preparação do *abstract*.

Ao agora colega de profissão Luiz Emílio Trevizoli Jr., estagiário no IPT por quase dois anos e meio, a quem coube o acompanhamento de diversas etapas dos estudos, incluindo parte dos trabalhos de campo, processamento de amostras, análises petrográficas e análises no CPGeo, executando com a mesma dedicação as mais variadas incumbências a ele confiadas.

Ao Prof.Dr. Yociteru Hasui que, embora não tenha participado diretamente na realização desta Dissertação, foi quem primeiro sugeriu ao autor a realização de estudos geocronológicos na porção paulista do Vale do Ribeira.

Ao Prof.Dr. Miguel A.S. Basei e ao Prof. Oswaldo Siga Jr., pelas discussões no campo e sem cuja dedicação e ajuda não seria possível a apresentação de dados U-Pb.

Ao Prof.Dr. Benjamin Bley de Brito Neves, pelas instruções e pelo fornecimento de toda a rotina de separação de zircões.

Ao Prof.Dr. Mário C.H.de Figueiredo, cuja ajuda foi importante na definição de critérios para a escolha de amostras e na orientação sobre a interpretação dos dados litoquímicos.

À colega Maria Heloisa B.de O. Frascá, pela orientação quanto à petrografia, criteriosa leitura e sugestões ao texto de geoquímica, e pela ajuda na elaboração do *abstract*.

Ao colega Carlos Alberto Bistrichi, pelo incentivo e apoio dados durante a realização deste trabalho, como chefe do então Agrupamento de Geologia Regional do IPT.

Aos colegas Naohiko Nagata, Cláudio L.Goraieb, Ginaldo A.da C. Campanha e Edgard Santoro, pela participação em parte dos trabalhos de campo e coleta de amostras.

De modo geral a todos os colegas do antigo Agrupamento de

Geologia Geral do IPT e, em especial, aos colegas Ginaldo A.da C. Campanha, Marcos A.de Almeida e Cláudio L. Goraieb, pelas discussões, em diferentes períodos, acerca da geologia do Vale do Ribeira.

Ao colega Hendrik H. Ens, que forneceu os programas para tratamento e confecção de diagramas com os dados químicos, orientando na sua utilização.

Aos colegas Jairo de S. Tadeu e Maria Cristina de Moraes e ao Prof.Dr. José M.V. Coutinho, pelas sugestões na separação de zircões das amostras.

Aos técnicos do IPT, Nilson de Paula, Eli A. Toledo, Elaine V. dos Santos, Sidney R.de Oliveira, Valentim J.da Silva Fº e Jilson Cardoso, pelo trabalho na preparação de seções delgadas, fatiamento e limpeza de amostras para processamento e orientação nos procedimentos de laboratório. Aos também técnicos do IPT, Jocelino B.de Andrade e Renildo O.dos Santos, pelo trabalho na moagem, peneiramento e concentração de pesados na mesa vibratória do IPT.

À equipe técnica do CPGeo de um modo geral, particularmente a Kei Sato, Lilliane Petronilho, Margarida Martins, Helen Sonoki, Ivone Sonoki, Artur Onoe, Elmano Gouveia de Almeida e Walter Sproesser, pela realização das análises geocronológicas.

Ao fotógrafo Álvaro Camargo Kopezinsky, da Divisão de Geologia do IPT, pelas fotografias das amostras.

Aos desenhistas do IPT, Waldir D. Cortez, Belmiro A. Miranda, Jaime Vergílio e Arturo E.P. Ybars, pelos desenhos e figuras.

Ao colega Lauro Kazumi Dehira, pela voluntariosa e fundamental ajuda na edição final do texto. Também ao colega Carlos A. Bistrichi e ao técnico do IPT Luis Celso C.da Silva, pela ajuda em inúmeros momentos na utilização de programas de microcomputador.

Ao colega Agamenon S. L. Dantas, atual chefe do Agrupamento de Planejamento Mineral da Divisão de Geologia do IPT, pelo apoio nos últimos meses de realização deste trabalho.

Ao setor gráfico do IGcUSP, especialmente aos srs. Dalton Machado da Silva e Claudionor Barbosa, pela confecção da capa, montagem e encadernação final destes volumes.

Ao IPT, pela oportunidade e apoio na realização do curso de pós-graduação e desta Dissertação de Mestrado.

Ao Instituto de Geociências da USP, especialmente ao Departamento de Geologia Geral, pela admissão no curso de Pós-Graduação e oportunidade de realização desta Dissertação.

À FAPESP, cujo auxílio financeiro foi fundamental para a realização dos trabalhos de campo e das análises químicas.

EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS A NOROESTE DE APIAÍ - SP

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	iv
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de Fotografias.....	viii
Lista de Siglas, Convenções e Abreviaturas.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Localização da Área e Acessos.....	1
1.2 Objetivos e Justificativas.....	3
2. MÉTODOS, TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS.....	5
2.1 Pesquisa Bibliográfica.....	5
2.2 Trabalhos de Campo.....	5
2.3 Mapa Geológico.....	6
2.4 Petrografia.....	7
2.5 Geoquímica.....	8
2.6 Geocronologia.....	8
2.6.1 Método Rb-Sr.....	8
2.6.2 Método K-Ar.....	9
2.6.3 Método U-Pb.....	9
3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL E TRABALHOS PRÉVIOS.....	11
3.1 A Faixa Apiaí: Histórico e Contexto Tectônico.....	11
3.2 Unidades Litoestratigráficas.....	13
3.2.1 Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim.....	14
3.2.2 Supergrupo Açungui.....	16
3.2.2.1 Formação Água Clara.....	16
3.2.2.2 Grupo Itaiacoca.....	17
3.2.3 Complexo Granítico Três Córregos.....	18
3.2.4 Suíte Granítica Pós-Tectônica.....	20
3.2.5 Bacia do Paraná.....	21
3.2.6 Magmatismo Mesozóico-Cenozóico.....	22

4. GEOLOGIA DA ÁREA.....	23
4.1 Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim (PIam).....	24
4.2 Augen Gnaisses (PIAGn).....	26
4.3 Formação Água Clara (PMSac).....	29
4.4 Formação Córrego dos Marques.....	31
4.5 Complexo Granítico Três Córregos (PStc).....	31
4.5.1 Granitóides de Anatexia/Migmatitos (PStcGaMg).....	32
4.5.2 Granitóides Orientados (PStcGo).....	33
4.5.3 Suíte Porfiróide (PStcGp).....	37
4.5.4 Granito Lajeado (PStcGL).....	42
4.6 Suíte Granítica Pós-Tectônica (EO).....	42
4.6.1 Granito Squário (EOsg).....	43
4.6.2 Granito Correias (EOco).....	45
4.6.3 Granito Campina do Veado.....	47
5. LITOGEOQUÍMICA.....	49
5.1 Estudos Prévios.....	49
5.2 Litotipos Estudados.....	51
5.2.1 Augen Gnaisses.....	51
5.2.2. Complexo Granítico Três Córregos.....	51
5.2.2.1 Granitóides Orientados e enclaves.....	52
5.2.2.2 Suíte Porfiróide e enclaves.....	52
5.2.2.3 Granito Lajeado.....	52
5.2.3 Suíte Granítica Pós-Tectônica.....	52
5.3 Resultados Obtidos.....	52
5.3.1 Elementos maiores.....	54
5.3.2 Elementos traços e terras raras.....	66
6. GEOCRONOLOGIA.....	75
6.1 Trabalhos Prévios.....	75
6.2 Resultados Obtidos.....	80
6.2.1 Augen gnaisses e seus enclaves.....	82
6.2.1.1. Enclaves nos augen gnaisses.....	82
6.2.1.2 Augen gnaisses.....	84
6.2.1.3 Veios aplíticos.....	86
6.2.2. Complexo Granítico Três Córregos.....	87
6.2.2.1 Granitóides Orientados.....	88
6.2.2.2 Suíte porfiróide.....	89
6.2.2.3 Enclaves no Complexo Três Córregos.....	92

6.2.2.4 Granito Lajeado.....	94
6.2.3 Suíte Granítica Pós-Tectônica.....	95
7. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA.....	98
7.1 Modelos propostos.....	98
7.2 Síntese dos dados obtidos e implicações tectônicas.....	100
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXO A - MAPA GEOLÓGICO	
ANEXO B - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS ANALISADAS	
APÊNDICE 1 - Tabelas de análises químicas.	
APÊNDICE 2 - Conjuntos litológicos processados para obtenção de isócrona Rb-Sr.	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Localização e principais vias de acesso.....	2
Figura 3.1.	Distribuição das unidades litoestratigráficas do SW de SP e leste do PR, a nor-noroeste do Lineamento Ribeira.....	15
Figura 4.1.	Distribuição das unidades da área.....	25
Figura 4.2.	Diagrama QAP para amostras da área dos augen gnaisses e de enclaves nos granitóides Três Córregos.....	28
Figura 4.3.	Diagrama QAP dos granitóides Três Córregos e de veios graníticos neles.....	36
Figura 4.4.	Diagrama QAP dos granitos da Suíte Pós-tectônica.....	46
Figura 5.1.	Diagrama QAP com as amostras analisadas e com os campos de distribuição das séries granitóides.....	55
Figura 5.2.	Diagramas de óxidos versus sílica para as 40 amostras da área.....	57
Figura 5.3.	Diagramas de óxidos versus sílica para amostras da área, com dados de Gomes et al.(1975a)...	58
Figura 5.4.	Diagramas de óxidos versus sílica para amostras da área, com dados de Theodorovicz et al.(1986).....	59
Figura 5.5.	Diagrama $K_2O \times Na_2O$ para as amostras da área, com campos segundo Middlemost (1975).....	61
Figura 5.6.	Diagrama AFM com as amostras da área, com a linha divisória entre as suítes toleítica e cálcio-alcalina e os limites aproximados dos campos das suítes compressionais e extensionais.....	61
Figura 5.7.	Diagrama AFM com dados de Gomes et al.(1975a), com a linha divisória entre as suítes toleítica e cálcio-alcalina e os limites aproximados dos campos das suítes compressionais e extensionais.....	62
Figura 5.8.	Diagrama AFM (dados de Theodorovicz et al., 1986), com a linha divisória entre as suítes toleítica e cálcio-alcalina e os limites dos	

	campos das suítes compressionais e extensionais.....	62
Figura 5.9.	Diagrama $K_2O \times SiO_2$ para as amostras da área, com campos das séries vulcânicas de arcos modernos.....	63
Figura 5.10.	Diagrama $(K_2O+Na_2O) \times SiO_2$ para as amostras da área, com a linha divisória dos campos alcalino/sub-alcalino segundo Miyashiro (1978).....	63
Figura 5.11.	Diagrama $\log (CaO/(K_2O+Na_2O)) \times SiO_2$, com campo dos andesitos cálcio-alcalinos normais de Brown (1982).....	65
Figura 5.12.	Diagrama R1-R2 para as 40 amostras analisadas, com campos segundo Batchelor & Bowden (1985).....	65
Figura 5.13.	Diagrama Nb $\times SiO_2$ para as amostras da área.....	71
Figura 5.14.	Diagrama Yb $\times SiO_2$ para as 10 amostras com análises de elementos terras raras.....	71
Figura 5.15.	Diagrama Rb $\times (Y+Nb)$ para as amostras da área....	71
Figura 5.16.	Diagrama Ba-Rb-Sr para as amostras da área.....	72
Figura 5.17.	Diagrama Ba-Rb-Sr para amostras da área, com dados de Gomes et al. (1975b).....	72
Figura 5.18.	Diagrama Ba-Rb-Sr para amostras da área, com dados de Theodorovicz et al.(1986).....	72
Figura 5.19.	Aranhogramas para amostras dos augen gnaisses e dos enclaves nos granitóides Três Córregos.....	73
Figura 5.20.	Aranhogramas para amostras dos granitóides Três Córregos.....	73
Figura 5.21.	Aranhogramas para amostras da Suíte Pós-Tectônica.....	73
Figura 5.22.	Padrões de ETR para as 10 amostras analisadas....	74
Figura 5.23.	Padrões de terras raras para amostras de augen gnaisses e de enclaves nos granitóides Três Córregos.....	74
Figura 5.24.	Padrões de terras raras para granitóides do Complexo Três Córregos.....	74
Figura 6.1.	Diagrama isocrônico Rb-Sr com amostras de enclaves nos augen gnaisses.....	83
Figura 6.2.	Diagrama isocrônico Rb-Sr com 6 amostras da Figura 6.1.....	83

Figura 6.3.	Diagrama isocrônico Rb-Sr com 3 amostras da Figura 6.1.....	83
Figura 6.4.	Diagrama de evolução do Sr para enclaves nos augen gnaisses, granitóides Três Córregos e granitos da Suíte Pós-Tectônica.....	85
Figura 6.5.	Diagrama concórdia esquemático em amostra de augen gnaisses.....	86
Figura 6.6.	Errócronas para amostras de veios aplíticos nos augen gnaisses.....	86
Figura 6.7.	Diagrama isocrônico Rb-Sr com 6 amostras dos Granitóides Orientados.....	88
Figura 6.8.	Diagrama isocrônico Rb-Sr com 8 amostras do Granito Córrego do Butiá.....	90
Figura 6.9.	Diagrama concórdia em amostra do Granito Sai- val.....	92
Figura 6.10.	Errócrona para amostras de enclaves nos Gra- nitóides Orientados e no Granito Barra do Chapéu.....	94
Figura 6.11.	Errócrona com pontos selecionados da Fi- gura 6.10.....	94
Figura 6.12.	Isócronas Rb-Sr para amostras da Suíte Pós- Tectônica (granitos Correias e Sguário).....	97
Figura 7.1.	Intervalos de idades K-Ar para as 15 deter- minações realizadas na área.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Composição mineralógica modal de augen gnaisses e enclaves no Complexo Granítico Três Córregos.....	29
Tabela 4.2. Composição mineralógica modal dos granitóides do Complexo Três Córregos.....	37
Tabela 4.3. Composição mineralógica modal dos granitos da Suíte Pós-Tectônica.....	45
Tabela 5.1. Dados comparativos de análises químicas realizadas em duas amostras padrão.....	53
Tabela 6.1. Dados analíticos Rb-Sr em amostras de enclaves nos augen gnaisses e de veios aplíticos.....	84
Tabela 6.2. Dados analíticos K-Ar em biotitas de 15 amostras da área.....	87
Tabela 6.3. Dados analíticos Rb-Sr para amostras dos Granitóides Orientados e dos granitos Córrego do Butiá e Barra do Chapéu.....	91
Tabela 6.4. Dados analíticos Rb-Sr para enclaves nos Granitóides Orientados e no Granito Barra do Chapéu.....	93
Tabela 6.5. Dados analíticos Rb-Sr para amostras dos Granitos Correias e Sguário.....	95

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1.	Augen gnaiss.....	27
Foto 2.	Gnaisses finos, escuros (enclaves).....	28
Foto 3.	Granitóide Orientado.....	35
Foto 4.	Granitóide Orientado (Am1) e Granito Barra do Chapéu (TC-2).....	35
Foto 5.	Enclaves no Granito Barra do Chapéu (ET-25) e nos Granitóides Orientados (GD1-A).....	38
Foto 6.	Granito Barra do Chapéu.....	40
Foto 7.	Granito Barra do Chapéu (com ECSF).....	40
Foto 8.	Granito Barra do Chapéu (orientado, com ECSF).....	41
Foto 9.	Granito Saival (S-5, com e sem ECSF).....	41
Foto 10.	Granito Saival (S-15, com ECSF).....	42
Foto 11.	Granito Lajeado (com e sem ECSF).....	43
Foto 12.	Granito Sguário 1 (com ECSF e polida/úmida).....	44
Foto 13.	Granito Sguário 2 (com e sem ECSF).....	45
Foto 14.	Granito Correias (com e sem ECSF).....	46
Foto 15.	Granito Correias (polida/úmida e com ECSF).....	47

LISTA DE SIGLAS, CONVENÇÕES E ABREVIATURAS

CPGeo - Centro de Pesquisas Geocronológicas do IGC-USP

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FEPASA - Ferrovias Paulistas S.A.

IGC-USP - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

IUGS - International Union of Geological Sciences

Ga = *Giga anna* = 10^9 anos

Ma = *Mega anna* = 10^6 anos

MSWD - Mean square of weighted deviates

Ri - Razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

T - Tempo

ECSF - Ensaio de coloração seletiva de feldspatos

ca. - cerca de

RESUMO

Uma porção do Complexo Granítico Três Córregos no sul-sudoeste do Estado de São Paulo, com mapa geológico na escala 1:50.000 já disponível, foi objeto de investigações de cunho geocronológico e litoquímico. Estes mapas foram modificados e reinterpretados de forma integrada, sendo apresentados na escala 1:100.000.

O objetivo principal dos estudos foi a caracterização da evolução do Complexo e contribuir para o debate quanto a sua colocação tectônica. Já as unidades metassedimentares existentes na área (do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, Formação Água Clara, Grupo Itaiacoca e Formação Córrego dos Marques) não foram objeto dos estudos.

Foram realizadas 53 determinações Rb-Sr, 15 K-Ar e duas análises experimentais pelo método U-Pb (zircões). Os estudos litoquímicos envolveram a interpretação dos dados de 40 análises de elementos maiores e traços, além de 10 análises de elementos terras raras.

As principais modificações quanto à cartografia das unidades referem-se ao Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim. Dois conjuntos litológicos anteriormente nele admitidos (ortognaisses e migmatitos) foram redefinidos. Os ortognaisses foram admitidos como Granitóides Orientados e incluídos, devido às semelhanças petrográficas, geoquímicas e padrão geocronológico, no Complexo Três Córregos. Os migmatitos foram subdivididos, sendo parte incluída nos Granitóides Orientados, parte admitida como Granitóides de Anatexia/Migmatitos e parte destacada como augen gnaisses. As duas primeiras foram incluídas no Complexo Três Córregos e, a última, interpretada como megaenclave englobado por este Complexo.

Três principais unidades geológicas com características petrográficas, geoquímicas e geocronológicas distintas foram caracterizadas: a. Augen Gnaisses; b. Complexo Granítico Três Córregos; e c. Suíte Granítica Pós-Tectônica.

Os augen gnaisses, juntamente com gnaisses finos que são seus enclaves (ambos de composição quartzo diorítica a quartzo monzodiorítica), apresentam comportamento geoquímico anômalo em relação às rochas do Complexo Três Córregos. Idades Rb-Sr obtidas nos gnaisses finos (ca. 1,8 Ga), foram as mais antigas obtidas

neste trabalho. Um resultado U-Pb preliminar em augen gnaiss sugere idade também antiga.

No Complexo Granítico Três Córregos foram incluídos quatro conjuntos litológicos: 1. Granitóides de Anatexia/Migmatitos; 2. Granitóides Orientados; 3. Suíte Porfiróide; e 4. Granito Lajeado. O primeiro conjunto não foi objeto de estudos experimentais. O segundo apresenta características petrográficas, geoquímicas e padrão geocronológico muito semelhantes ao terceiro. Este (Suíte Porfiróide) é o de maior expressão em área, sendo composto pelos granitos Barra do Chapéu, Saival, Córrego do Butiá, Capote e Paiol de Telha. O Granito Lajeado (4) representa um pequeno corpo de granito microporfirítico existente em meio à área do Granito Barra do Chapéu.

Os granitóides do Complexo Três Córregos, objeto principal dos estudos, foram caracterizados como uma sequência cálcio-alcalina, básica-intermediária-ácida, de granitóides do tipo I Caledoniano ou de soerguimento tardi a pós-colisional. Tais características são compatíveis com um ambiente de arco magmático tipo Andino (correlacionáveis a granitóides do Chile central). Os dados geocronológicos Rb-Sr obtidos indicam para a atividade deste arco o período entre 800 e 650 Ma atrás, o que é corroborado por uma indicação preliminar de idade U-Pb em zircão. As altas razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas são ilustrativas de processos de contaminação crustal na gênese deste Complexo.

O padrão das idades aparentes K-Ar a nível regional permitiu indicar o intervalo temporal entre 625 e 600 Ma como do resfriamento relacionado ao soerguimento e estabilização do Ciclo Brasileiro.

A Suíte Pós-Tectônica é constituída, na área, pelos granitos Correias e Squário. O Granito Campina do Veado, fora da área, correlacionado a estes, foi também estudado. São granitos fortemente diferenciados e caracterizados, geoquimicamente, como do tipo intraplaca, formados por fusão crustal. Os dados Rb-Sr obtidos indicaram idade cambro-ordoviciano (480-520 Ma), surpreendentemente mais jovens que as idades K-Ar (564-596 Ma), as quais são aqui admitidas como mais realísticas para a idade de colocação destes corpos, em função dos altos erros das razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas e da existência de metassomatismo nestes granitos.

ABSTRACT

A portion of the Três Córregos Granitic Complex, south-southwest of the State of São Paulo, has been investigated in its geochronological and geochemical aspects. Previous geologic maps (1:50.000) that supported the field work were revised, adapted and integrated in a 1:100,000 scale map.

The main subject of the studies done was the characterization of the evolution of such a Complex leading to discussion of its tectonic setting. On the other hand metasedimentary sequences belonging to the Apiaí-Mirim Complex, Água Clara and Córrego dos Marques Formations and Itaiacoca Group have been not investigated.

Fifty three Rb-Sr (isochrons) and 15 K-Ar age determinations and two experimental analyses by the U-Pb (zircons) method have been performed. The geochemical studies involved data interpretation of 40 analyses for major and trace elements and further 10 analyses for Rare Earth Elements. These data have been discussed together with published chemical data on granitoids of the study area.

The main rock units (migmatites and orthogneisses) exposed in the investigated area which have been considered previously as belonging to the Apiaí-Mirim Complex are here excluded from this Complex, based on their geological inferences, controlled by petrographic, geochemical and geochronological data: The migmatites are subdivided and included in the "Oriented Granitoids", "Anatectic/Migmatic Granitoids" and "Augen Gneisses". The formers are included within the Três Córregos Complex and the latter interpreted as a large enclave/xenolith within this Complex. The orthogneisses were considered as "Oriented Granitoids".

As general three main geological units have been emphasized in the studies: a) *Augen Gneisses*; b) Três Córregos Granitic Complex; c) Pos-tectonic Granitic Suite.

The *Augen gneisses* together with the thin, dark gneisses enclaves (both of quartz dioritic to quartz monzonitic composition) showed anomalous geochemical pattern comparatively to the units of the Três Córregos Complex. The thin gneisses yielded Rb-Sr isochron ages of ca. 1,8 Ga which are broadly comparable

with one preliminary U-Pb zircon age also performed in the augen gneisses.

To the Três Córregos Granitic Complex belong four lithological groups of rocks: 1) Anatetic/Migmatitic Granitoids (not studied); 2) Oriented Granitoids; 3) Porphyritic Suite (best exposed in the area), which is constituted by the Barra do Chapéu, Saival, Córrego do Butiá, Capote and Paiol de Telha Granites; and 4) Lajeado Granite, a small body within the Barra do Chapéu Granite.

Chemically, the plutonic rocks of the Três Córregos Complex are consistent with a calc-alkaline sequence of basic-intermediate-acid character, corresponding to I-type Caledonian granitoids or tardi- to post-collisional uplift granitoids types. Those chemical features are compatible with that of an Andine arc magmatic tectonic setting. Radiometric data (Rb-Sr and U-Pb) indicate that such a plutonism took place between 800-650 Ma ago. Isotopic evidences given by the high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratios obtained suggest that crustal contamination played an important role in the genesis of the rocks in coherence with the chemical data.

The age pattern given by the distribution of K-Ar data in the investigated area may indicate that the regional cooling of the above proposed magmatic arc took place at the end of the Brasiliano Cycle, between 625-600 Ma ago.

Finally, the Post-Tectonic Suite yielded K-Ar ages between 596 and 565 Ma. This Suite is represented by the Correias and Sguário granites, in the investigated area although other one body, the Campina do Veado Granite, may be a correlative outside the area, as supported by its chemical trend. As a whole the Suite is chemically characterized by strongly differentiated rocks of intraplate type. The high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratios together with chemical data support a crustal origin for these rocks.

1. INTRODUÇÃO

A presente Dissertação é resultado de estudos realizados desde 1989 na área das folhas (1:50.000) Barra do Chapéu, Araçáiba, Ribeirão Branco e Engenheiro Maia, com ênfase em geocronologia e litoquímica. A escolha desta área e a abordagem temática proposta devem-se ao fato de que a região do Vale do Ribeira, apesar de contar, em diversas áreas, com mapeamentos geológicos de semidetalhe, vinha sendo objeto de diversos estudos tanto de âmbito regional como mais local, mas nenhum deles tendo como enfoque principal a geocronologia, embora determinações radiométricas tenham sido realizadas como suporte em alguns destes trabalhos. Os estudos ora realizados envolvem apenas uma pequena porção da área do Complexo Granítico Três Córregos e contaram com o apoio financeiro da FAPESP (Processo 88/3806-2).

1.1 Localização da Área e Acessos

Os estudos desenvolvidos envolveram a área situada entre as falhas Quarenta Oitava (a SE) e de Itapirapuã (a NW), dentro das folhas (1:50.000) Ribeirão Branco (SG.22-X-B-II-1), Barra do Chapéu (SG.22-X-B-I-4) e Araçáiba (SG.22-X-B-II-3) (Figura 1.1). Embora a área seja tratada genericamente como pertencente ao Vale do Ribeira, na verdade situa-se no divisor entre as bacias dos rios Ribeira e Paranapanema, representado pela Serra de Paranapiacaba, que distribui-se nas áreas das folhas Barra do Chapéu e Araçáiba de NW para SE, aproximadamente.

A área localiza-se na porção sul-sudoeste do Estado de São Paulo, sendo balizada pelas cidades de Apiaí, a sul, Itapeva, a norte, e Itararé, a noroeste, estas últimas já em domínios da Bacia do Paraná. Dista cerca de 320 km de São Paulo, que são percorridos em aproximadamente 5 horas por rodovias estaduais. O acesso a partir da capital é feito pela Rodovia Presidente Castelo Branco (SP-280) até o trevo Cerquilha-Tatuí, daí seguindo-se para Itapetininga (pela SP-127) ou até esta cidade, desde São Paulo, pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270). De Itapetininga atinge-se Capão Bonito pela SP-127 e, daí até Guapiara e Apiaí, pela SP-250. Alternativamente, pode-se dirigir de Capão Bonito

FIGURA 1.1 - Localização e principais vias de acesso.

para Itapeva (SP-258) e daí para Ribeirão Branco, pela SP-249 (Figura 1.1).

Um ramal ferroviário da FEPASA corta a área aproximadamente no sentido norte-sul e serve também como ligação com a capital para transporte de carga.

1.2 Objetivos e Justificativas

Os objetivos propostos originalmente como plano de Dissertação de Mestrado visavam a interpretação da evolução geológica da Faixa de Dobramentos Apiaí com base, principalmente, num estudo geocronológico. Para tanto, propôs-se a realização de um programa de coleta de amostras para a obtenção de determinações radiométricas nos litotipos do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, Complexo Granítico Três Córregos e Granitos Pós-Tectônicos, além das rochas metabásicas existentes na Formação Água Clara e no Grupo Itaiacoca presentes na área.

Aliado ao programa geocronológico, tinha-se como proposta também a realização de análises químicas em litotipos ígneos e ortoderivados das referidas unidades. Estes estudos foram realizados com intuito da melhor caracterização petrológica de litotipos e da obtenção de elementos indicativos dos processos geológicos envolvidos e dos ambientes tectônicos em que os mesmos se formaram.

Em termos de cartografia geológica, propôs-se a compilação e integração dos mapas geológicos já disponíveis na escala 1:50.000 das folhas Engenheiro Maia e Ribeirão Branco (Theodorovitz *et al.*, 1986) e Barra do Chapéu e Araçaíba (Bistrichi *et al.*, 1985), cujo produto seria reduzido de 50% para apresentação final na escala 1:100.000.

Com o desenvolvimento dos trabalhos de campo, das pesquisas bibliográficas e um melhor entendimento das unidades da área e suas relações, optou-se pela concentração dos estudos nos litotipos pertencentes ao Complexo Granítico Três Córregos, ao Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim e aos Granitóides Pós-Tectônicos. Excluiu-se, portanto, as unidades metassedimentares, metavulcanossedimentares e intrusivas associadas pertencentes à Formação Água Clara e ao Grupo Itaiacoca, bem como as rochas paraderivadas então incluídas no Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim.

Tal direcionamento dos estudos deveu-se, principalmente, a:

1. Extensão da área (os estudos como originalmente propostos exigiriam um volume de trabalho e de análises - tanto químicas quanto geocronológicas - incompatíveis com os recursos disponíveis para sua realização a contento);
2. Entendimento que as unidades da Formação Água Clara e os tipos paraderivados do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim constituem-se nas encaixantes tanto para os granitóides do Complexo Três Córregos como para os litotipos então admitidos como ortoderivados e incluídos no Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, diferentemente do colocado nos mapas geológicos 1:50.000 das folhas em questão;
3. Maior potencial de aplicação dos métodos disponíveis relativamente às unidades estudadas e tendo em vista os métodos disponíveis no CPGeo.

Desse modo, optou-se pela concentração dos estudos na busca de elementos que propiciassem a caracterização do Complexo Três Córregos na área estudada e contribuir para o debate existente quanto a representação tectônica desta unidade.

2. MÉTODOS, TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS

Faz-se, aqui, um relato do tipo de abordagem e procedimentos adotados nas diferentes etapas desenvolvidas, incluindo as pesquisas bibliográficas (item 2.1), os trabalhos de campo (item 2.2), elaboração do mapa geológico (2.3), petrografia (2.4), geoquímica (2.5) e quanto aos métodos geocronológicos utilizados (2.6). Nestes relatos, não houve a preocupação específica, no entanto, de aprofundamento teórico nos diversos métodos empregados, tanto geocronológicos como nas demais análises realizadas. Descrições mais detalhadas dos métodos e técnicas utilizados foram incluídas, quando se julgou pertinentes, nos capítulos e/ou itens específicos.

2.1 Pesquisa Bibliográfica

O estudo bibliográfico desenvolvido ao longo do período de preparação desta dissertação envolveu uma revisão da bibliografia, não só da área, mas de toda a porção do embasamento cristalino do sudoeste paulista e leste paranaense, a qual acha-se consubstanciada no volume submetido a Exame de Qualificação (Gimenez Filho, 1991). Entretanto, tendo em vista o enfoque aqui adotado e uma maior objetividade no tratamento e discussão das diversas proposições de modelos evolutivos para a área, optou-se pela apresentação e discussão da bibliografia existente principalmente nos últimos dez anos, restringindo-se ao mínimo necessário as referências a trabalhos mais antigos. Em adição, pode ser lembrada a existência de diversas revisões sobre a bibliografia de todo o sudoeste paulista e leste paranaense, as quais são referidas no Capítulo 3.

2.2 Trabalhos de Campo

Dada a dimensão da área envolvida, as condições de locomoção e os objetivos propostos, os trabalhos de campo foram dimensionados em função das informações dos mapeamentos em 1:50 000 ali efetuados (Bistrichi et al., 1985; Theodorovicz et al. 1986; Almeida, 1989), a partir dos quais foram selecionados os principais perfis a realizar. Esta orientação permitiu não só um rápido reconhecimento das principais unidades e litotipos da

área, dos problemas geológicos envolvidos, como também a realização de coletas nos afloramentos selecionados a partir daqueles levantamentos.

A coleta de amostras foi orientada no sentido da máxima representatividade no tipo litológico e/ou unidade amostrada, com a escolha de afloramentos de rocha com o menor grau de alteração possível. Assim, deu-se preferência a afloramentos em pedreiras, grandes cortes de estradas ou de ferrovias e matacões, estes preferencialmente quando já submetidos à explosivos, expondo porções de rocha sã.

Em cada afloramento escolhido para estudos isocrônicos Rb-Sr, efetuou-se coleta de amostras (com peso superior a 1-2 kg, dependendo da granulação da rocha) em quantidades que variavam até algumas dezenas e envolvendo, no geral, os diferentes tipos litológicos existentes e com a melhor distribuição possível no afloramento. Nos afloramentos com distintos tipos litológicos, estes critérios foram utilizados para cada um dos litotipos presentes.

Amostragem volumosa (blocos de 10 a 20 kg) foi também realizada com vistas à separação de zircão para determinação U-Pb. Neste caso coletou-se uma única amostra ou vários fragmentos de um mesmo ponto no afloramento.

Os últimos períodos de trabalhos de campo realizados tiveram objetivos distintos dos anteriores, que se caracterizaram pela coleta volumosa de amostras. O objetivo principal nestes períodos foi a checagem da fotointerpretação e compatibilização com os mapas pré-existentes. As coletas, quando realizadas, foram restritas e com vistas à complementação e melhoria dos dados obtidos.

No Anexo B estão indicadas as principais estradas utilizadas durante os trabalhos de campo, assim como o número, a localização e o tipo de ensaio realizado com as amostras coletadas. Aquelas que não foram objeto de análise não estão ali incluídas.

2.3 Mapa Geológico

A elaboração do mapa geológico compilado na escala 1:100.000, a partir das cartas em 1:50.000 disponíveis

(Bistrichi et al., 1985; Theodorovicz et al., 1986; Almeida, 1989), como previsto inicialmente, contou com a complementação de um mapa na escala 1:25.000 do quadrante NE da Folha Araçaíba (inédito), elaborado em 1991, por alunos do 5º ano do curso de geologia, sob a supervisão de professores da disciplina de mapeamento geológico do IGC-USP. Também utilizou-se o mapa geológico (1:50.000) da área do Granito Correias e adjacências (Goraieb et al., 1987).

A compatibilização entre os diferentes produtos e as observações realizadas durante os trabalhos de campo foi realizada com fotointerpretação das áreas onde se verificaram discordâncias. Foram empregadas fotografias aéreas nas escalas 1:25.000 e 1:60.000 (disponíveis no IPT), o que se deu principalmente nas porções NE e NW da Folha Araçaíba, NW da Folha Barra do Chapéu, e SW da Folha Ribeirão Branco. Para subsidiar a elaboração do mapa de compilação foram consultadas, também, as descrições de afloramentos das folhas Barra do Chapéu e Araçaíba (Bistrichi et al., 1985) cujos dados foram confrontados com as observações efetuadas ao longo do desenvolvimento dos trabalhos de campo.

O mapa geológico obtido (Anexo A), foi objeto de checagem de campo em determinadas áreas, principalmente ao longo dos ramais ferroviários existentes nas porções NE e NW das folhas Barra do Chapéu e Araçaíba, respectivamente.

2.4 Petrografia

O estudo petrográfico foi dirigido no sentido de caracterização dos litotipos da área com ênfase, principalmente, nos afloramentos objeto de estudos geocronológicos e/ou geoquímicos. As amostras coletadas para geocronologia passaram, previamente, por descrição macroscópica. Em todas as amostras encaminhadas para análise química realizou-se, também, análise petrográfica modal, com contagem de 160 a 1600 pontos, dependendo da amostra.

Na contagem de pontos das amostras de rocha de granulação mais grossa foi muito útil a realização de ensaios de coloração seletiva de feldspatos (ECSF), efetuados, assim como as seções delgadas, no laboratório de petrologia do IPT.

2.5 Geoquímica

As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da GEOSOL, em Belo Horizonte. Foram selecionadas 40 amostras (Tabela 3, no Apêndice 1) para análises completas de rocha, nas quais se utiliza de métodos combinados instrumentais/via úmida, com a determinação de: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , Cr_2O_3 , MnO , NiO , F , Cl , P.F. e S .

Adicionalmente foram efetuadas análises dos seguintes elementos traços (nas 40 amostras): Ba , Rb , Sr , Zr , Nb , Ni , Cr e V .

Das 40 amostras analisadas, 10 foram selecionadas para análise também dos Elementos Terras Raras (TR), cuja técnica consta de separação do grupo das TR em coluna de troca iônica e determinação final por Espectrometria de Plasma ICP, conforme descrito por Dutra (1984).

Juntamente com estas amostras de litotipos da área, foram enviadas duas outras amostras (com análise já conhecida) para servir como padrão de referência*.

2.6 Geocronologia

Os estudos radiométricos realizados no CPGeo buscaram, na medida do possível, a interação de diferentes métodos com vistas à obtenção de interpretações as mais abrangentes possíveis. Para tanto, além das determinações Rb-Sr e K-Ar , procurou-se realizar determinações U-Pb (estas em caráter experimental no CPGeo).

2.6.1 Método Rb-Sr

Após descrição macroscópica, as amostras dos afloramentos selecionados para isócronas Rb-Sr , envolvendo 13 conjuntos litológicos, foram encaminhadas ao laboratório de laminação do IPT, onde foram limpas, serradas e fatiadas até atingir as dimensões necessárias para britagem. Após britagem e quarteamento, etapas realizadas no CPGeo, as amostras foram pulverizadas em moinho de bolas com cápsulas de carbeto de tungstênio.

Todas as amostras pulverizadas, em número superior a 160, passaram por dosagem de Rb e Sr (fluorescência de R-X), para se determinar a razão Rb/Sr . Em cada conjunto analisado foram esco-

*Amostras cedidas pelo Prof.Dr.M.C.H.de Figueiredo, do IGC-USP.

lhidas as amostras com maior variação na razão Rb/Sr entre si, de modo a se obter uma melhor distribuição de pontos nos diagramas isocrônicos para cada conjunto.

Quatro dos conjuntos submetidos à dosagem de Rb e Sr não mostraram variação significativa na razão Rb/Sr, apesar do grande número de amostras preparado, pelo que não se deu continuidade aos ensaios, restando a alternativa de se tentar outros métodos.

2.6.2 Método K-Ar

Determinações pela sistemática K-Ar foram programadas tanto em litotipos onde não houve possibilidade de coleta para determinação Rb-Sr, quanto em alguns dos afloramentos selecionados para aplicação daquele método, no intuito de se obter dados do resfriamento regional e de uma correlação entre os resultados de cada método.

A maior parte das amostras selecionadas para determinação K-Ar já havia sido britada para tentativa de obtenção de isócrona Rb-Sr; as demais foram limpas e britadas. Partiu-se, portanto, deste material, com peneiramento na fração 60-100 mesh, separação de magnéticos em ímã de mão, separação no eletro-ímã Frantz e, posteriormente, em papel. Quando necessário, efetuou-se separação em bromofórmio e catação em lupa binocular. Os minerais escolhidos para as determinações K-Ar foram biotita e/ou hornblenda, na dependência de obtenção de quantidade suficiente em cada amostra, o que não foi possível no caso de hornblenda, pelo que as amostras em que se concentrou este mineral foram encaminhadas para determinações pelo método ^{40}Ar - ^{39}Ar no exterior.

2.6.3 Método U-Pb

As determinações radiométricas pelo método U-Pb foram programadas com objetivo de complementar os estudos realizados pelo método Rb-Sr. Assim, na escolha dos litotipos para análise por este método deu-se preferência àqueles onde não foi possível a obtenção de isócrona Rb-Sr.

As quatro amostras selecionadas foram processadas no IPT, com britagem (dois britadores de diferentes dimensões) a partir

de blocos de 8 a 10 kg e peneiradas nas frações 48-100 e 100-270 mesh. As frações acima de 48 mesh passaram por moinho de barras e repetiu-se o procedimento. Para cada uma das frações efetuou-se concentração de pesados em mesa vibratória, separação de magnéticos ao ímã de mão e separação no eletro-ímã Frantz a 0,5A e 1,0A e inclinações de 20° (longitudinal) e 15° (lateral).

A seguir efetuou-se separação no bromofórmio, lavagem com álcool e secagem em estufa a 60°C. Com o concentrado de pesados retornou-se ao Frantz, onde se procedeu nova separação a amperagens mais altas (1,2, 1,5 e 1,8A) e rigoroso controle das frações magnéticas à lupa binocular (nesta fase, o mineral magnético era, principalmente, titanita). Ao começar a ocorrer mistura de zircão na fração magnética, procedeu-se a reciclagem em amperagem mais baixa, com várias passagens em cada amostra.

O concentrado obtido foi passado em iodeto de metileno ($d = 3,32$), lavado em acetona e seco sob lâmpada, etapas realizadas no CPGeo, onde se efetuou, também, lavagem com HNO_3 (6N) para eliminação de pirita e a separação das diversas frações magnéticas ("split") no eletro-ímã Frantz, a 1,4A e inclinação longitudinal de 10°. Esta separação consiste na diminuição do ângulo de inclinação lateral do Frantz, com início a 6°, obtendo-se, então, as frações M6, M4, M3, M2, M1, etc., até a fração NMn (não magnética, quando o resíduo é insuficiente para uma nova passagem).

Para cada amostra efetuou-se seleção de 4 frações ("split"), com vistas à catação de zircão sob lupa binocular, etapa realizada no IPT. Apenas duas amostras tiveram análises realizadas no CPGeo (em caráter experimental), cujos dados são discutidos no capítulo 6.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL E TRABALHOS PRÉVIOS

Este capítulo acha-se subdividido em dois itens. O primeiro trata da definição da Faixa Apiaí e sua inserção num quadro regional mais amplo. O segundo apresenta a descrição das unidades litoestratigráficas da Faixa situadas na área e/ou nas adjacências.

Os dados da literatura referentes a geoquímica, geocronologia e modelos evolutivos estão incluídos nos capítulos 5, 6 e 7, respectivamente.

3.1 A Faixa Apiaí: Histórico e Contexto Tectônico

A área em estudo acha-se incluída na Faixa de Dobramentos Apiaí, denominação utilizada por Hasui *et al.* (1975) para as rochas de fácies xisto verde a anfibolito do Grupo Açungui, incluída nos domínios do Cinturão Dobrado Ribeira, designação esta utilizada por Almeida *et al.* (1973) para as unidades brasileiras existentes desde o Rio de Janeiro ("Série Serra dos Órgãos") até o Uruguai. Para estes autores, os grupos Açungui e São Roque fariam parte do Cinturão Ribeira no Estado de São Paulo. Para Hasui *et al.* (*op.cit.*) o Grupo São Roque não faria parte da Faixa de Dobramentos Apiaí e constituiria originalmente parte de outra faixa de dobramentos, situada a nordeste da Faixa Apiaí.

Almeida *et al.* (1976) caracterizaram a Faixa de Dobramentos Apiaí dentro da Região de Dobramentos Sudeste, nome proposto em substituição à designação "Cinturão Dobrado Ribeira", mantendo como pertencente à Faixa os grupos Açungui e São Roque, estendendo, portanto, os seus limites para nordeste.

Considerando a natureza do embasamento exposto e de suas coberturas, Almeida *et al.* (1977) dividem a área do território brasileiro em províncias estruturais, entendidas como "grandes regiões que manifestam feições de evolução estratigráfica, tectônica, metamórfica e magmática diversas das apresentadas pelas províncias confinantes" e incluíram toda a área do embasamento da região sudeste no que denominaram Província Mantiqueira, caracterizando, em seu interior, a Faixa Apiaí, que incluiria os litotipos dos grupos Açungui e São Roque.

Hasui *et al.* (1978) estendem os limites da Faixa Apiaí (no âmbito da Região de Dobramentos Sudeste de Almeida *et al.*, 1976)

para nordeste, em direção aos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, ao mesmo tempo em que dela subtraem a porção correspondente ao Grupo São Roque, caracterizando os litotipos desta unidade dentro da Faixa de Dobramentos São Roque. Este critério foi também adotado por Hasui et al. (1980); por Almeida et al. (1981) na Nota Explicativa do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000; por Hasui (1982) e por Hasui et al. (1984, in Schobbenhaus et al., 1984). Hasui e Oliveira (1984, in Almeida & Hasui, 1984) situam a Faixa Apiaí no Setor Central da Província Mantiqueira, nela incluindo o Grupo Açungui e o Complexo Embu.

Cordani & Brito Neves (1982) utilizam a denominação de Cinturão Móvel Ribeira (resgatando, portanto, o nome Ribeira de Almeida et al. 1973), para designar a área de embasamento exposto, representada tanto pelas coberturas metassedimentares quanto pelos terrenos gnáissico-migmatíticos remobilizados no ciclo Brasileiro, situados na faixa costeira a leste e a sul do Cráton do São Francisco e cujo limite sul se dá com o Cráton de Luiz Alves (Kaul, 1979, 1980), englobando, portanto, a área da Faixa Apiaí.

Hasui et al. (1984a) redefinem a Faixa Apiaí no sul de São Paulo e leste do Paraná, que se restringiria apenas às unidades do Subgrupo Lajeado (Grupo Açungui). Estes autores propuseram a existência, na área do Granito Três Córregos, de um maciço do embasamento, ao qual denominaram Maciço de Catas Altas, ladeado por duas faixas móveis. Para a faixa de SE, mantiveram a denominação de Faixa Apiaí, enquanto que para a de NW, que envolveria apenas os metassedimentos do Grupo Itaiacoca, propuseram a denominação de Faixa Itapeva. Todos os litotipos por eles admitidos no embasamento foram englobados no Complexo Setuva.

Basei (1985) situa o limite sul do Cinturão Ribeira nos falhamentos Lancinha-Ribeira e Itariri e subdivide a área do maciço mediano de Joinville (de Hasui et al., 1975) em duas unidades. A primeira, a norte, correspondente aos terrenos formados e/ou retrabalhados no Brasileiro, à qual denomina Maciço Marginal de Curitiba e, a segunda, às áreas poupadas por esse evento, por ele correlacionadas ao Cráton Rio de La Plata

(de Almeida et al. 1973). Esta última área corresponde ao Cráton de Luís Alves de Kaul (1979, 1980).

Tassinari (1988), considerando "os padrões geocronológicos e os estilos de evolução geológica", subdivide a porção SE do Estado de São Paulo em Domínios. O Domínio Embu, situado entre os falhamentos de Cubatão e Taxaquara, abrange a extensão NE da Faixa Apiaí e, fazendo-se o prolongamento deste Domínio para SW, em direção ao Vale do Ribeira, englobaria toda área da Faixa.

3.2 Unidades Litoestratigráficas

Em termos regionais esta porção da Faixa (Figura 3.1) tem sido tratada como constituída por um embasamento gnássico-migmatítico e um conjunto de supracrustais, afetados por intrusões granitóides. O "embasamento" incluiria rochas de médio a alto grau metamórfico, as quais já foram consideradas sob diversas denominações, como os complexos Pré-Setuva (Ebert, 1971; Bistrichi et al., 1985), Setuva (Hasui et al., 1984a, b) ou Metamórfico Apiaí-Mirim (Chiodi Filho et al., 1983; Takahashi et al., 1984; Theodorovicz et al., 1986, 1988; Campanha et al., 1987, 1988; Campanha, 1991). Sobre este "embasamento" ocorrem as seqüências supracrustais que são descritas dentro do Supergrupo Açungui (Souza, 1990; Campanha, 1991), em suas diversas subunidades.

Intrusivas nestas seqüências, tanto do embasamento como supracrustais, as rochas granitóides podem ser consideradas, a *grosso modo*, em dois grandes conjuntos. O primeiro, formado pelos complexos granitóides, onde se incluem os complexos de Cunhaporanga, Três Córregos e Agudos Grandes, são extensas massas batolíticas alongadas segundo SW-NE e incluem tipos petrográficos diversos. O segundo conjunto é representado pelos corpos intrusivos pós-tectônicos, que são caracteristicamente circunscritos e de dimensões mais reduzidas.

Dignas de registro são ainda as bacias molássicas eocambrianas e intrusivas associadas (como o Grupo Castro) e as intrusivas relacionadas à Reativação da Plataforma (Almeida, 1967), representadas pelos enxames de diques de diabásio e derrames predominantemente basálticos (Formação Serra Geral) e pelos diversos maciços alcalinos existentes na área da Faixa.

Deve-se registrar também, a extensa cobertura fanerozóica representada pela Bacia do Paraná (Figura 3.1).

Na descrição das unidades litoestratigráficas a seguir considerou-se o arranjo apresentado por Campanha (1991), que indicava as áreas de ocorrência das diversas unidades e denominações litoestratigráficas para todo o sul paulista e leste paranaense (Figura 3.1). São descritas apenas aquelas unidades que dizem respeito mais diretamente ou que envolvem a área estudada, a saber: Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim (item 3.2.1), Supergrupo Açungui (item 3.2.2), Complexo Granítico Três Córregos (3.2.3), Suíte Granítica Pós-Tectônica (3.2.4), Bacia do Paraná (3.2.5) e Magmatismo Mesozóico-Cenozóico (3.2.6).

3.2.1 Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim

Os diversos tipos litológicos descritos na literatura como Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim (no Estado de São Paulo) podem ser separados em dois conjuntos, os paraderivados e os ortoderivados.

O conjunto de rochas paraderivadas abrange restritas porções de áreas na região entre Apiaí, Itapeva e Capão Bonito, além de pequenas manchas a oeste de Barra do Chapéu. No geral, estas rochas são descritas como constituídas por biotita gnaisses laminados a porfiroblásticos, por vezes bandados; gnaisses bandados, parcialmente migmatizados e mesmo migmatitos; xistos diversos, mais ou menos quartzosos e feldspáticos; e quartzitos, ora mais puros, ora mais micáceos, de granulação fina a média. Ocorrências menores de anfibolitos também são citadas.

O conjunto de rochas ortoderivadas, mais abrangente em área de exposição envolve, basicamente, ortognaisses e granitos gnáissicos, constituindo-se nos tipos litológicos principais do Complexo. No geral são rochas de granulação média a grossa, inequigranulares, com matriz cinza, orientada, com quartzo, feldspato cinza, biotita e hornblenda, na qual se destacam megacristais de K-feldspato (cinza a cinza rosado), em geral com geminação *carlsbad* e inclusões de biotita, quartzo e hornblenda. Grandes porções destas rochas, mapeadas como ortognaisses, poderiam ser classificadas como leucogranitóides

orientados, pois são em geral leucocráticas, de granulação média a grossa, com megacristais de feldspato alcalino. A composição deste conjunto ortognáissico varia de granítica a granodiorítica, em função da maior proporção, ou não, dos megacristais de K-feldspato em relação à matriz. Tendo em vista as semelhanças petrográficas, geoquímicas e os dados geocronológicos obtidos na área estudada, este conjunto litológico foi incluído no Complexo Granítico Três Córregos (Capítulo 4).

3.2.2 Supergrupo Açungui

As unidades metassedimentares e metavulcanossedimentares da região investigada, consideradas como supracrustais, já tiveram denominações estratigráficas das mais diversas, desde Série/Grupo Açungui, Formação e/ou Grupo Setuva, formações Água Clara, Votuverava, Capiçu, Perai, Itaiacoca, etc. Serão aqui tratadas como pertencentes ao Supergrupo Açungui (Souza, 1990; Campanha, 1991).

Embora não tenham sido objeto específico do estudo, duas das subunidades do Açungui (Formação Água Clara e Grupo Itaiacoca) assumem importância para o presente estudo, pois representam as encaixantes para a maioria das intrusões do Complexo Granítico Três Córregos e dos granitos pós-tectônicos da área, com os quais fazem contato, quer seja por relações de intrusão, quer seja tectônico.

3.2.2.1 Formação Água Clara

Os litotipos englobados na Formação Água Clara (Marini et al., 1967) expõem-se entre as falhas Quarenta Oitava e do Espírito Santo, a sudeste, e as unidades do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, a noroeste (Figura 3.1). Na porção mais a sudoeste da área, no Estado do Paraná, situam-se entre o Lineamento Ribeira, a SE, e as unidades do Complexo Granítico Três Córregos, a noroeste. Encontram-se intimamente associados, em área, aos diversos corpos enfeixados dentro do Complexo Três Córregos e, também, aos tipos litológicos cartografados como ortognaisses do Complexo Apiaí-Mirim.

São três os tipos litológicos principais existentes na for-

mação Água Clara: rochas calciossilicáticas, xistos e anfibolitos. As rochas calciossilicáticas são francamente predominantes e incluem cálcio xistos, carbonato xistos, mármore impuros e intercalações subordinadas de quartzitos, micaxistos, metabasitos, filitos, raros metaultrabasitos e formações ferríferas. Entre os xistos aparecem anfibólio xistos, granada-clorita-biotita xistos, metachertes, quartzitos e metabasitos. Os anfibolitos englobam desde ortoanfibolitos a anfibólio xistos, carbonato anfibolitos e metabasitos diversos.

Quanto ao metamorfismo para as rochas da Formação Água Clara, Almeida et al. (1986) consideraram condições que compreendem o intervalo de grau médio a início do grau forte e que há um aumento das condições metamórficas de leste para oeste, na área das folhas Barra do Chapéu e Araçaíba.

Com relação às estruturas, aqueles autores reconheceram três fases de deformação nas rochas da Formação Água Clara (na área das folhas Barra do Chapéu e Araçaíba). A primeira é representada por um bandamento composicional e xistosidade (gerados por transposição) e a segunda gera dobras com traço axial norte-noroeste, o qual é ondulado pela fase seguinte (terceira), de direção leste-oeste. As duas últimas fases geram clivagem de crenulação, a primeira de espaçamento milimétrico e, a segunda, com espaçamento maior.

Na porção leste da Folha Araçaíba aparece, em meio à Formação Água Clara, um pacote metassedimentar (Formação Córrego dos Marques de Bistrichi et al., 1985), constituído de filitos, cálcio filitos e cálcio xistos finos, calcários dolomíticos impuros, arenosos, com intercalações de xistos finos e, esporadicamente, de quartzitos e metarenitos finos.

3.2.2.2 Grupo Itaiacoca

Definido por Almeida (1956, 1957) como Formação Itaiacoca, constitui-se de extenso pacote litológico que representa uma seqüência plataformar de águas rasas, com padrão estrutural relativamente simples, grau metamórfico baixo a incipiente, cuja estratigrafia original acha-se preservada. Foi elevada à categoria de Grupo por Bistrichi et al. (1985) e Souza (1990).

Bistrichi et al. (op. cit.) distinguem quatro seqüências

litológicas na área da Folha Barra do Chapéu: seqüência psamítica basal (metarenitos e metassiltitos), que se interdigita com a seqüência pelítica basal (filitos e micaxistos finos); seqüência intermediária (filitos sericíticos e quartzo filitos, quartzitos finos, metassiltitos); e seqüência de topo, constituída por mármore dolomíticos. Theodorovicz et al. (1986) subdividem o Grupo Itaiacoca, na área da Folha Ribeirão Branco, em três unidades: supostamente basal (metavulcânicas com intercalações de metassedimentos); intermediária (vulcânica/subvulcânica, com metabasaltos, metagabros, metadiabásios); e unidade de topo, que é a mais representativa e composta por metapelitos, metarritmitos, metacherte e metacalcários.

Souza (1990) subdivide este Grupo, na área das folhas Ouro Verde e Barra do Chapéu, em 4 formações, da base para o topo: Formação Bairro da Estiva (metarenitos arcoseanos, metassiltitos e metabasitos); Formação Água Nova (metassiltitos, filitos, ardósias e mármore impuros); Formação Serra do Macaco (ortoquartzitos finos, metarenitos, quartzitos impuros e metassiltitos); e Formação Bairro dos Campos (metadolomitos e metacalcários argilosos, com intercalações de quartzitos).

3.2.3 Complexo Granítico Três Córregos

A denominação de Granito Três Córregos foi utilizada primeiramente por Fuck (1966) para as rochas graníticas que ocupam a porção NE da quadrícula Colônia Quero-Quero (PR), cobrindo cerca de 10 km² em área. Estendem-se para leste, adentrando a quadrícula Campo Largo (PR), onde ocupam extensa área da porção NW, para as quais Muratori (1966) adotou a mesma denominação. Paiva et al. (1977) passam a designá-lo de Complexo Granítico Três Córregos.

Para Fuck et al. (1967), o batólito granítico estende-se desde a região de Itaiacoca-Três Córregos, onde emerge sob a capa dos arenitos devonianos da Formação Furnas, até o rio Itapirapuã, onde adentra o Estado de São Paulo, no qual constitui parte da Serra de Paranapiacaba. Para estes autores, sua faixa de afloramentos apresenta estreitamentos em área, onde restos de tetos pendentes de grandes dimensões, representantes

de metassedimentos do Grupo Açungui, o encobrem parcialmente.

No Estado do Paraná, segundo Fuck et al. (1967), o granito é uma rocha de textura porfiróide, que aflora geralmente na forma de matacões que, não raro, ultrapassam 5 metros de diâmetro; os matacões possuem superfície rugosa, dada pela exposição de fenocristais de feldspato potássico (róseos ou esbranquiçados, idiomórficos, ricos em inclusões de biotita, com geminação *carlsbad*) contra um fundo de coloração cinza claro e textura granular.

Observam-se (segundo Fuck et al., *op. cit.*), principalmente junto ao contato com os metamorfitos do Grupo Açungui, lineações dos feldspatos porfiróides ou dos minerais constituintes da matriz, onde podem ocorrer, esporadicamente, rochas bandadas originadas por cisalhamento e milonitização. Seus minerais dominantes são quartzo, feldspato potássico, oligoclásio, biotita e hornblenda e, como acessórios mais comuns, aparecem titanita, apatita, ilmenita, opacos, zircão, allanita e pistacita. Os minerais secundários, resultantes de alteração, são clorita, sericita, epídoto (pistacita, zoisita e clinozoisita). Composicionalmente, as rochas variam de granito a quartzo-monzonito e granodiorito.

Para Fuck et al. (1967), o Granito Três Córregos constitui um batólito bem individualizado, de forma alongada segundo NE-SW, relativamente homogêneo e circunscrito, com bordas predominantemente concordantes com as encaixantes (apenas localmente discordantes) e em geral nítidas e precisas, podendo ser classificado como tardi a pós-tectônico. O caráter intrusivo é reforçado pelas auréolas de metamorfismo de contato, pelas apófises e filões graníticos e pelos enclaves de metassedimentos. Tais características mostram que o granito formou-se nos estágios finais da orogênese responsável pelo dobramento e metamorfismo do Grupo Açungui.

Segundo estes autores observa-se, localmente, que os metassedimentos encaixantes são gnaissificados na zona de contato, adquirindo um aspecto embrechítico, que passa gradualmente para biotita granito porfiróide bandado, com alinhamento dos minerais constituintes paralelamente à estratificação das encaixantes que, por sua vez passa, mais adiante, para o granito com suas

feições mais típicas, sem lineações. Citam ainda que, localmente, observa-se uma mistura intrincada de metassedimentos com rochas graníticas, com aspecto de migmatito heterogêneo e, que as atitudes da estratificação dos metassedimentos podem ser extremamente variadas, com brechação e milonitização, indicando provavelmente, "uma ativa e poderosa tectônica de borda durante a intrusão do granito".

Melcher et al. (1973) apresentam trabalho de síntese geológica do Vale do Ribeira, numa área de 16.900 km² abrangendo parte dos estados de São Paulo e Paraná, que inclui toda extensão do Granito Três Córregos aflorante no Estado de São Paulo. Estes autores caracterizam os corpos graníticos da área em sin, tardi ou pós-tectônicos, de caráter cálcio-alcálico e os dividem, com base nos caracteres petrográficos, em três categorias: porfiróide, migmatítico e equigranular. O granito Três Córregos é colocado como principal representante do tipo porfiróide, que são tidos como sin a tardi-tectônicos e descritos como de forma ovalada e alongada para nordeste-sudoeste, com bordas em geral nítidas e precisas e contatos, a grosso modo, concordantes com as encaixantes. No geral, a descrição destes granitos é muito semelhante à de Fuck et al. (1967), já resumida acima para o Estado do Paraná.

Este extenso maciço granítico, até então considerado um dos maiores batólitos do sul do Brasil, teve sua conceituação e configuração cartográfica radicalmente modificada na década de 1980, em função da interpretação de que os tipos granitóides mais orientados seriam ortognaisses do embasamento, e como tal sendo colocados no Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim. Por outro lado, diversos corpos granitóides (na área do Três Córregos) cartografados e melhor estudados, foram interpretados como intrusivos pós-tectônicos, e cujos representantes na área investigada seriam os granitos Correias e Squário.

3.2.4 Suíte Granítica Pós-Tectônica

Ultrapassa a uma dezena o número de corpos granitóides interpretados como pós-tectônicos apenas na área com cartografia na escala 1:50.000, nas adjacências da área estudada. Entretanto, pelas más condições de afloramento ou pelo estado de

alteração das rochas encontradas na maioria dos corpos percorridos, o seu estudo torna-se bastante dificultado.

Estes corpos constituem-se de granitos caracteristicamente intrusivos, róseos (por vezes avermelhados), de granulação média a grossa, isótopos, normalmente de aspecto equigranular (com feldspatos róseos e quartzo subcentimétricos e biotita milimétrica a submilimétrica) mas, por vezes, inequigranulares, onde aquele tipo petrográfico aparece como matriz para megacristais centimétricos de microclínio, conferindo-lhes uma textura mais tipicamente porfirítica. A composição varia de álcali feldspato granito a granito 3a e quartzo sienito, mais raramente granito 3b (Bistrichi et al., 1985; Theodorovicz et al., 1986). Feições de metamorfismo de contato nas encaixantes, com formação de *hornfels* foram descritas para o Granito Correias (Goraieb et al. 1987) e para o Granito Campina do Veado (Santoro & Frascá, 1989).

Na área do Granito Sguário, que é o de maiores dimensões na suíte dentro da área, Theodorovicz et al. (op. cit.) observaram variações faciológicas na porção central do corpo, onde predomina fácies de granulação fina a média, quase sempre cinza claro (localmente avermelhado) de composição granito 3b. Estes autores referiram, também, a existência de textura *rapakivi* na porção norte da área de afloramento do Granito Sguário e em rochas do Granito Campina do Veado. Variações faciológicas finas, aplíticas, assim como pegmatíticas, são comumente citadas nos diversos corpos desta suíte (Bistrichi et al., op. cit.; Theodorovicz et al., op. cit.).

Dentre os diversos corpos referidos na literatura, destacam-se nesta região da Faixa Apiaí, os granitos Capão Bonito, Sguário, Correias e Campina do Veado, sendo que estes três últimos estão incluídos nos estudos aqui enfocados.

3.2.5 Bacia do Paraná

É representada, na área, pelos arenitos da Formação Furnas e pelos depósitos predominantemente glaciais do Subgrupo Itararé. A Formação Furnas (Almeida et al., 1981) apresenta contato discordante erosivo com o embasamento cristalino e constitui-se por arenitos de granulação média a grossa,

subordinadamente arenitos conglomeráticos e siltitos. São encontradas estratificações plano paralelas e cruzadas (planas e acanaladas). O Subgrupo Itararé é constituído (Almeida et al., *op. cit.*) por um conjunto de depósitos glaciais continentais, glácio-marinhos, fluviais, deltaicos, lacustres e marinhos, incluindo arenitos de granulação variada, diamictitos, argilitos, siltitos e folhelhos.

3.2.6 Magmatismo Mesozóico-Cenozóico

É representado, principalmente, por diques de diabásio e intrusivas alcalinas. Os primeiros apresentam-se geralmente na forma de enxames de diques de orientação predominante NW, subverticais.

As intrusivas alcalinas são de natureza predominantemente félsica, mas existem também intrusões de caráter gabróide a ultramáfico-alcalino com carbonatitos, onde o principal representante é o Maciço de Jacupiranga.

4. GEOLOGIA DA ÁREA

As unidades descritas neste capítulo são aquelas representadas no mapa geológico de escala 1:100.000 (Anexo A). Os litotipos ali cartografados, como as unidades metassedimentares, metavulcanossedimentares e corpos menores têm sua representação cartográfica fundamentada nos mapeamentos geológicos (1:50.000) anteriormente efetuados na área (Bistrichi *et al.*, 1985; Theodorovicz *et al.*, 1986).

Considerando-se o quadro geológico apresentado na Figura 3.1 e descrito no Capítulo 3, o mapa geológico do Anexo A e o texto que se segue mostram importantes diferenças, fruto da reinterpretação e reposicionamento da grande maioria dos litotipos anteriormente tidos como ortognaisses do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, os quais foram aqui admitidos como granitóides orientados e incluídos no Complexo Granítico Três Córregos. Também a área anteriormente colocada como migmatitos do Complexo Apiaí-Mirim foi modificada e desmembrada, propondo-se aqui duas novas unidades: os Granitóides de Anatexia/Migmatitos e os Augen Gnaisses, estes de menor expressão em área. A primeira foi incluída no Complexo Três Córregos e os Augen Gnaisses foram interpretados como megaenclaves ("xenólitos") envolvidos pelas rochas deste complexo granítico.

Embora sejam descritas todas as unidades constantes do mapa geológico (Anexo A), deve-se registrar novamente que apenas parte delas foram objeto das análises realizadas para esta Dissertação. A principal delas é o Complexo Granítico Três Córregos e, nele, apenas os Granitóides Orientados (PStcGo), os granitos da Suíte Porfiróide (PStcGp) e o Granito Lajeado (PStcGL) foram incluídos. Enclaves nos Granitóides Orientados e na Suíte Porfiróide também foram considerados. Duas outras unidades foram objeto das análises, os Augen gnaisses (PIAGn) e a Suíte Pós-Tectônica (EO).

A Figura 4.1 apresenta, simplificada, as unidades geológicas da área, conforme constam do mapa geológico (Anexo A). Nesta Figura o Complexo Três Córregos inclui os Granitóides de Anatexia/Migmatitos (6), os Granitóides Orientados (7), os

granitos da Suíte Porfiróide (8 a 12) e o Granito Lajeado (5).

A seguir são descritos, pela ordem, o Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim (item 4.1), os Augen Gnaisses (item 4.2), a Formação fÁgua Clara (4.3), a Formação Córrego dos Marques (4.4), o Complexo Granítico Três Córregos (item 4.5, com 4 subitens) e a Suíte Granítica Pós-Tectônica (4.6).

4.1 Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim (PIam)

Os litotipos aqui mantidos neste complexo aparecem principalmente na porção noroeste da área estudada e em pequenas manchas na forma de tetos pendentes nos granitóides do Complexo Três Córregos. No Mapa Geológico (Anexo A), são individualizadas áreas com predomínio de xistos diversos (PIamX), quartzitos (PIamQ), rochas calciossilicáticas (PIamCS) e um pequeno corpo tido como metaultrabasito (PIamU). As descrições aqui contidas foram obtidas de Bistrichi *et al.* (1985) e Theodorovicz *et al.* (1986).

Na área com predomínio de xistos (PIamX) aparecem metassedimentos diversos, incluindo micaxistos, quartzo micaxistos e paragnaisses, os quais encontram-se feldspatizados em graus variados, por vezes chegando à migmatização parcial e injeção de veios quartzo-feldspáticos. Bandamento composicional, dado por bandas e lentes quartzo-feldspáticas alternadas com bandas mais xistosas, finas, é comumente observado nos termos gnáissicos. Intercalações subordinadas de rochas calciossilicáticas, quartzitos e anfibolitos são relativamente freqüentes inclusive, por vezes, na forma de *boudins* concordantes com o bandamento. Os litotipos predominantes (micaxistos e quartzo micaxistos) são em geral de textura granolepidoblástica a porfiroblástica (cristais de biotita em geral cloritizados) e constituídos predominantemente por quartzo, muscovita-sericita, biotita e clorita. Os contatos com os granitóides são intrusivos, com enclaves de xistos e desenvolvimento de *hornfels* e, por vezes, tectônico.

Dentre os quartzitos (PIamQ), aparecem dois tipos principais: quartzitos finos, puros e/ou ferruginosos; e quartzitos de granulação média a grossa, feldspáticos e com muscovita, que são predominantes. Estes últimos, em geral associados a micaxistos e

Figura 4.1. Distribuição das unidades da área. A legenda não reflete ordenação estratigráfica.

quartzo micaxistos, sustentam a maioria das serras alongadas de direção aproximada SW-NE a leste-oeste na porção noroeste da área. Estes litotipos apresentam textura granoblástica e foliação bem desenvolvida. Os quartzitos finos, mais ferruginosos, por vezes apresentam magnetita e outros óxidos de ferro, podendo ser considerados como formações ferríferas, enquanto que os tipos mais puros, muitas vezes associados a rochas calciossilicáticas, são interpretados como possíveis

"metachertes". Estes tipos aparecem freqüentemente como lentes não mapeáveis em meio às rochas calciossilicáticas.

As poucas ocorrências individualizadas como rochas calciossilicáticas (PIamCS) aparecem na Folha Ribeirão Branco, na forma de lentes e/ou tetos pendentes, que incluem rochas calciossilicáticas, mármore, quartzitos, tremolita-talco xistos e para-anfibolitos.

Um único e pequeno corpo mapeado como anfibolito metaultrabásico (PIamU) aparece na porção nordeste da Folha Barra do Chapéu, sendo descrito como constituído essencialmente por hornblenda (>95%), além de biotita, clinopiroxênio, epídoto, opacos, titanita e clorita. São rochas de estrutura maciça a foliada, cinza escuro, às quais se associam, localmente, anfibólio xistos e cálcio xistos.

4.2 Augen Gnaisses (PIAGn)

O único corpo cartografado no presente trabalho aparece na porção noroeste da Folha Araçaíba (Anexo A) e aflora principalmente na forma de matacões da ordem de um metro, onde predominam augen gnaisses contendo enclaves gnáissicos de coloração mais escura e, por vezes, veios graníticos róseos. A melhor exposição destas rochas se dá em extenso corte de ferrovia (superior a 300 m) na porção NW da Folha Araçaíba, onde se tem a coexistência dos três conjuntos litológicos citados.

O litotipo predominante, que representa cerca de 70% do afloramento, é constituído pelos augen gnaisses, cujas rochas são cinza claro a médio (Foto 1), de composição quartzo diorítica a quartzo monzodiorítica (Figura 4.2), com cristais de plagioclásio ovalados em torno de um centímetro e raros cristais milimétricos de quartzo envoltos por uma matriz fina com quartzo, feldspato (plagioclásio e K-F), biotita e hornblenda. Plagioclásio representa, no total (megacristais + matriz), em torno de 70% da rocha (Tabela 4.1). Os minerais traços principais são apatita, titanita, opacos e zircão, além de carbonato e epídoto.

O segundo conjunto litológico, que perfaz aproximadamente 20% do afloramento, é dado por enclaves escuros, compostos por gnaisses de granulação fina (a média, localmente), cinza médio-

escuro a preto (Foto 2), de composição também quartzo diorítica a quartzo monzodiorítica (Figura 4.2), cuja constituição mineralógica é representada por plagioclásio (aproximadamente 50% da rocha), seguido por quartzo, biotita, K-feldspato e hornblenda.

Foto 1. Augen Gnaisses. Na amostra MN-2 efetuou-se Ensaio de Coloração Seletiva de Feldspatos (ECSF): em amarelo, pequena % de K-F. Os megacristais claros são plagioclásio.

Como minerais traços aparecem apatita, opacos, titanita, zircão e, mais raramente, carbonato e clorita (Tabela 4.1). Termos litológicos evidenciando uma aparente mistura entre este tipo petrográfico e o descrito anteriormente (*augen gnaisses*) são observados localmente, resultando num aspecto bandado ao conjunto, com alternância irregular de bandas milimétricas a centimétricas, ora mais claras, ora mais escuras.

O terceiro tipo de rocha observado no referido afloramento é de menor proporção (cerca de 10%) e compõe-se principalmente por veios e diques róseos, de composição sienogranítica (amostra MA, Figura 4.2) e, mais raramente, por veios pegmatíticos. A constituição mineralógica, dada essencialmente por K-feldspato, plagioclásio e quartzo (amostra MA-1, na Tabela 4.1) pode ser variável, uma vez que em certos veios nota-se uma variação de tonalidade da rocha, com aumento gradativo de constituintes máficos, possivelmente assimilados dos gnaisses.

Este último conjunto litológico descrito pode aparecer cortando ou mesmo situar-se paralelo aos outros dois (*augen gnaisses* e *gnaisses finos*), os quais são concordantes e apresentam uma foliação gnáissica com direção variando entre

Foto 2. Gnaiss-finos, escuros, que ocorrem como enclaves nos augen gnaisses da Foto 1. Notar a baixa % de K-F (amarelo) na MP-14, com ECSF.

Streckeisen 1973 (IUGS)

Figura 4.2. Diagrama QAP para amostras de augen gnaisses (MN), de enclaves (MP) e veio granítico (MA) naqueles gnaisses, e de enclaves nos granitóides Três Córregos (ET e GD).

N60W a leste-oeste, com mergulhos da ordem de 30 a 60 graus para sul.

Não foram observados os contatos destes augen gnaisses com as demais unidades da área, pelo que são assinalados como aproximados no mapa geológico (Anexo A).

Tabela 4.1. Composição mineralógica modal de augen gnaisses e enclaves no Complexo Granítico Três Córregos (em % ; t=traço).

LITOTIPOS		AMOS TRAS	KF	PL	QZ	BI	HB	O	T	Z	A	M	C	E	CL	QAP	N
AUGEN GNAISSES		MN-1 MN-2	9 3	73 68	9 11	6 11	3 6	t t	t t	t t	t 1	- -	t -	t -	- -	9* 10*	1619 1431
E N C L A V E S	NOS AUGEN GNAISSES	MP-1 MP-14	21 3	54 52	13 12	8 14	3 19	t -	1 -	t t	t t	- -	t -	- -	- t	9* 10*	978 1046
	NO GRANITO BARRA DO CHAPÉU	ET-21	5	46	12	10	17	2	1	t	1	-	2	4	-	9*	1034
		ET-25	9	50	4	15	20	t	2	t	t	-	t	-	-	9*	1100
		ET-51	19	44	10	9	14	2	2	-	t	-	t	-	-	9*	1104
	NOS GRANITÓIDES ORIENTADOS	GD1-A	16	53	5	13	13	t	t	t	t	-	-	t	-	9*	1103
		GD1-C	30	37	6	12	13	2	t	t	t	-	-	t	-	8*	1103
		GD1-D	10	34	7	18	27	2	2	t	t	-	-	-	-	9*	1019
		GD2-A	11	60	12	13	4	t	t	t	t	-	t	t	-	9*	1128
		GD2-B	9	58	12	15	4	1	t	t	t	-	1	t	-	9*	1001
	GD2-C	22	53	16	6	3	t	t	t	t	-	-	-	-	9*	1029	
VEIO GRANÍTICO		MA-1	52	25	23	t	--	t	-	-	-	t	-	-	t	3a	270

KF-feldspato potássico

PL-plagioclásio

QZ-quartzo

BI-biotita

HB-hornblenda

O-opacos

T-titanita

Z-zircão

A-apatita

M-muscov./sericita

C-carbonato

E-epídoto

CL-clorita

QAP-campos na Fig.4.2

N-nº de pontos

4.3 Formação Água Clara (PMSac)

As rochas desta formação ocupam a porção leste-sudeste da área estudada, além de aparecer em inúmeras ocorrências em meio a área dos granitóides Três Córregos, onde constituem tetos pendentes. Os principais litotipos separados no mapa geológico (Anexo A) são: rochas calciossilicáticas (PMSacCS), xistos (PMSacX), mármore (PMSacM), quartzitos (PMSacQ) e anfibolitos (PMSacA). Embora tenham sido observados em diversos afloramentos junto ao contato com os granitóides do Complexo Três Córregos, as descrições que se seguem são baseadas em parte nos trabalhos de Bistrichi et al. (1985) e de Almeida (1989).

As rochas calciossilicáticas (PMSacCS) são francamente predominantes na unidade e são encontradas geralmente alternadas com cálcio xistos, em intercalações de espessuras milimétricas a decimétricas. Ocorrências subordinadas de quartzitos, micaxistos, mármore, metabasitos, metaultrabasitos e formações ferríferas são encontradas, embora a maioria de dimensões não representáveis.

As rochas calciossilicáticas apresentam como constituintes principais diopsídio, actinolita e plagioclásio, por vezes quartzo, biotita e flogopita. São em geral de granulação fina e seu bandamento é dado pela predominância ora de diopsídio, ora actinolita, ora flogopita, resultando, respectivamente, em texturas granoblástica, nematoblástica e lepidoblástica. As paragêneses minerais indicam metamorfismo em grau médio, com evidências de retrometamorfismo em diversas amostras, como a alteração de piroxênio em clorita.

As ocorrências de mármore (PMSacM) e quartzitos (PMSacQ) são mais freqüentes na área de maior exposição, porção leste-sudeste da área estudada. Os mármore podem ser tanto calcíticos quanto dolomíticos, enquanto que dentre os quartzitos, predominam tipos mais finos e puros a sul, ao passo que mais a norte eles são, em sua maioria, de granulação média a grossa, freqüentemente feldspáticos e com muscovita. As ocorrências de xistos (PMSacX) aparecem no sul da área, sobre o Granito Barra do Chapéu ou na forma de lentes em meio às rochas calciossilicáticas, enquanto que os anfibolitos (PMSacA) concentram-se na porção nordeste da Folha Araçaíba.

O marcante bandamento composicional apresentado pelas rochas da Formação Água Clara é interpretado como resultado de transposição intensa que afetou todo o pacote, originando uma forte xistosidade e cujas evidências são ápices de dobras intrafoliais com flancos estirados e rompidos observados nos metassedimentos.

Nas proximidades dos contatos com os granitóides do Complexo Três Córregos há, nos litotipos da Formação Água Clara, feldspatização, ora generalizada, ora com concentração de material quartzo-feldspático em bandas, tanto paralelas quanto discordantes (veios graníticos) ao bandamento das rochas

calciossilicáticas e demais litotipos. Quando as relações de contato são afetadas por forte tectonismo (por exemplo, na porção leste da área), o conjunto metassedimentos bandados/injeções aplíticas quartzo-feldspáticas torna-se todo deformado, estirado e milonitizado, com faixas de brechação associadas. É comum o aspecto de bandamento adentrar para os granitóides, com faixas milonitizadas e recristalizadas (blastomiloníticas) de granulação fina, alternadas a faixas graníticas com menor grau de deformação e de granulação média a grossa.

4.4 Formação Córrego dos Marques

As rochas desta formação não foram, assim como aquelas do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim e da Formação Água Clara, objeto principal dos estudos aqui desenvolvidos. Têm seus dados obtidos de Bistrichi et al. (1985) e de Almeida (1989) e são descritos por aparecer no mapa geológico (Anexo A).

Constitui-se de uma seqüência metassedimentar predominantemente pelítica e química, com intercalações restritas de metapsamitos. Os pelitos ocorrem em pacotes pouco espessos, alternados com rochas carbonáticas.

Os litotipos mais freqüentes são filitos e xistos finos, aos quais se intercalam cálcio xistos, cálcio filitos, metacalcários impuros arenosos e metacalcários dolomíticos mais puros. Mais raramente aparecem intercalações de filito grafitoso e metarenito fino, feldspático. Dois pequenos corpos de metabasito são citados em meio às rochas carbonáticas.

São descritas estruturas reliquias, como acamamento (dobrado e com clivagem ardosiana plano-axial) e marcas de onda. As rochas desta formação estão em discordância angular com as rochas calciossilicáticas da Formação Água Clara, enquanto que com o Granito Saival, o contato é tectônico.

4.5 Complexo Granítico Três Córregos (PStc)

Este Complexo é composto pelos granitóides de Anatexia/Migmatitos (PStcGaMg), pelos Granitóides Orientados (PStcGo), pela Suíte Porfiróide (PStcGp) e pelo Granito Lajeado (PStcGL).

Observações de campo ora efetuadas ao longo do ramal ferroviário de direção aproximada SW-NE na porção noroeste da área permitiram, como referido anteriormente, a subdivisão dos litotipos mapeados como migmatitos por Bistrichi et al. (1985), em *Augen Gnaisses* (PStcAGn), Granitóides de Anatexia/Migmatitos (PStcGaMg) e uma faixa que foi incluída nos Granitóides Orientados (PStcGo).

A inclusão dos Granitóides de Anatexia/Migmatitos no Complexo Três Córregos se deu em função da interpretação, a partir das observações de campo e das semelhanças dos seus litotipos com os Granitóides Orientados, que os mesmos seriam produtos de migmatização e granitogênese brasileiras. A admissão, por sua vez, dos Granitóides Orientados (PStcGo) no Complexo é baseada nas características petrográficas, geoquímicas e padrões geocronológicos correlacionáveis aos granitos da Suíte Porfiróide.

4.5.1 Granitóides de Anatexia/Migmatitos (PStcGaMg)

Aparecem principalmente na porção NE da Folha Barra do Chapéu (mapa geológico, Anexo A), adentrando para o canto NW da Folha Araçaíba e ocupam mais ou menos a porção central de uma estrutura anticlinorial na área, admitida por diversos autores (e.g. Bistrichi et al., 1985; Campanha et al., 1988).

A maioria dos afloramentos desta unidade observados ao longo da referida ferrovia constitui-se de blocos e matacões de granitóide orientado, por vezes com estruturas migmatíticas mais evoluídas, como *schlieren* e nebulítica. São rochas de granulação média a grossa, em geral cinza claro, em que se destacam megacrístais de K-feldspato róseos em quantidades variáveis. São freqüentes, principalmente em cortes com rocha alterada, a ocorrência de tipos bastante orientados, gnáissicos.

Em um extenso corte de ferrovia na porção NE da Folha Barra do Chapéu, tem-se um afloramento de granitóide de granulação média, cinza claro (com pouca biotita), em geral isótropo, onde se observam deformações, em faixas decimétricas a métricas, as quais dão um aspecto bandado (gnáissico) à rocha, mormente quando em estado de alteração mais avançado. Tal constatação sugere que, pelo menos parte dos afloramentos de gnaiss

observados ao longo da ferrovia podem representar, na verdade, porções mais deformadas e alteradas dos próprios granitóides.

Contatos destes granitóides de anatexia/migmatitos com as demais unidades da área não foram observados diretamente, fato também registrado por Bistrichi et al. (1985), autores que anteriormente individualizaram estes litotipos.

4.5.2 Granitóides Orientados (PStcGo)

Sob esta designação englobam-se as rochas referidas como ortognaisses e incluídas no Complexo Pré-Setuva por Bistrichi et al. (1985), na área das folhas Barra do Chapéu e Araçaíba, e aquelas enfeixadas como granitos gnáissicos porfiroblásticos e ortognaisses, e incluídas anteriormente no Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim por Theodorovicz et al. (1986, 1988), na área da Folha Ribeirão Branco. Todas estas unidades foram englobadas como ortognaisses no Complexo Apiaí-Mirim por Campanha et al. (1987, 1988) e por Campanha (1991), conforme consta na Figura 3.1.

A inclusão destes granitóides no Complexo Três Córregos no presente trabalho se deu em função dos mesmos não apresentarem características marcantes que os diferenciem dos demais granitóides do complexo. Muito ao contrário, apresentam semelhanças composicionais (tanto em termos mineralógicos quanto nas características geoquímicas), padrão geocronológico com faixas de idades muito próximas, mostram os mesmos tipos de enclaves quartzo monzodioríticos/quartzo dioríticos e, a exemplo dos outros granitóides do complexo, feições intrusivas nos metassedimentos encaixantes também foram observadas. A existência de maior grau de deformação em suas rochas justifica-se pela sua própria disposição cartográfica, geralmente como borda de outros corpos do complexo e, não raro, junto a importantes feições tectônicas.

Embora com ligação contínua no mapa geológico, a área maior de ocorrência destes granitóides, que ocupa as porções leste da Folha Barra do Chapéu, centro noroeste da Folha Araçaíba e centro-sudeste da Folha Ribeirão Branco pode ser considerada, a grosso modo, pela existência de dois tipos de granitóides mais ou menos distintos. O primeiro deles, caracterizado pela maior ocorrência de granitóides porfiróides a biotita e hornblenda, é

mais freqüentemente observado na área da Folha Ribeirão Branco (nordeste da área), enquanto que na porção mais centro-sudoeste da área, passam a predominar granitóides mais claros (leucogranitóides), com menor incidência de máficos e de megacristais de feldspato alcalino.

Os tipos predominantemente porfiróides (porção nordeste da área) são de composição granodiorítica (predominante) a monzogranítica no diagrama QAP (Figura 4.3). Estes granitóides porfiróides são compostos por uma matriz (Fotos 3 e 4) de granulação média, cinza médio, em geral orientada (por vezes deformada), com quantidade variável de megacristais rosados de feldspato alcalino, concordantes, ou não, com a orientação da matriz. Os constituintes principais são plagioclásio, feldspato alcalino, quartzo e biotita, além de hornblenda, em proporções bem inferiores. Opacos (magnetita), titanita, zircão e apatita são os acessórios mais comuns (Tabela 4.2). Nas porções mais deformadas nota-se forte epidotização. Veios graníticos mais finos, em geral cinza claro a médio, são freqüentes. Já veios e/ou bolsões pegmatíticos róseos, embora presentes, são mais raros. Em termos de aspectos gerais da rocha, estes granitóides são muito parecidos com os tipos observados no Granito Barra do Chapéu, situados na porção centro-sudoeste da área.

Na porção sul-sudoeste da área, a principal ocorrência destes granitóides aparece circundando a área do Granito Barra do Chapéu, a nordeste, norte e noroeste deste. Nesta porção dos Granitóides Orientados são marcantes faixas com forte deformação, como observado na sua borda NE, junto a importantes limites tectônicos, onde estes granitóides acham-se empurrados por sobre os metassedimentos da Formação Água Clara (Anexo A).

Em geral os litotipos predominantes são granitóides rosados a cinza rosados claros, por vezes mesocráticos, de granulação média a grossa, com orientação desde incipiente a forte deformação (leuco granitóides cataclásticos são descritos), de composição predominantemente monzogranítica e constituídos por plagioclásio, K-feldspato e quartzo. Biotita e hornblenda, somados, raramente ultrapassam 5% da rocha, enquanto que opacos, titanita e apatita, além de clorita (que aparece associada à biotita) são os acessórios principais. Termos com megacristais

Foto 3. Amostras de Granitóide Orientado, uma com EC SF e outra polida/úmida. Em amarelo, K-F e, cinza claro a rosado, plagioclásio.

Foto 4.
Am1: Granitóide Orientado/deformado, com ECSF;
TC-2: Granito Barra do Chapéu. Notar semelhança da matriz, embora a Am1 esteja fortemente orientada.

em torno de dois centímetros de K-feldspato são também observados. Uma amostra de veio (VA-1) com análise petrográfica indicou tratar-se de monzogranito.

Em diversos afloramentos destes granitóides foram constatados enclaves de rocha de granulação mais fina, em geral orientadas, de coloração desde cinza médio a cinza escuro (Foto 5, amostra GD1-A). Por vezes estes litotipos são vistos em concentrações de matações, como na porção centro-norte da Folha Araçaíba, onde, pela relativamente extensa área em que se registrou a presença de matações destes tipos de rocha, foi

delimitada no mapa geológico (PStCED, Anexo A), junto ao contato granitóides/Formação Água Clara. Estes enclaves são de composição predominante quartzo monzodiorítica, por vezes quartzo monzonítica, com mineralogia dada por plagioclásio, K-

Figura 4.3. Diagrama QAP dos granitóides Três Córregos e de veios graníticos neles.

feldspato, biotita, hornblenda e quartzo. Em algumas amostras, o quartzo aparece em proporções um pouco superiores à hornblenda e, em apenas uma das amostras com seção delgada, à biotita (Tabela 4.1). Dentre os minerais acessórios mais comuns aparecem opacos, titanita, zircão e apatita. Carbonato e epídoto estão presentes em algumas amostras.

Os contatos entre estes granitóides e as demais unidades do Complexo Três Córregos são mantidos no mapa geológico (Anexo A) como aproximados, uma vez que não se encontrou afloramento que possibilitassem a sua melhor caracterização. Entretanto, com as unidades metassedimentares do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim e

Tabela 4.2. Composição mineralógica modal dos granitóides do Complexo Três Córregos (em % ; t=traço).

LITOTIPOS	AMOS-TRAS	KF	PL	QZ	BI	H	O	T	Z	A	M	C	E	CL	QAP	N
GRANITÓIDES ORIENTADOS	Am1	30	41	19	7	2	1	t	t	t	-	t	-	t	3b	297
	Am4-H	20	43	24	10	3	t	t	t	t	-	-	-	t	4	430
	Am3-A	11	56	17	11	3	t	1	t	t	-	t	1	t	4	1094
	E1-C	29	43	25	1	1	t	t	t	t	t	-	-	1	3b	298
	E2-A	32	43	22	2	1	t	t	-	t	-	-	-	t	3b	322
GRANITO BARRA DO CHAPÉU	TC-2	30	42	13	14	-	t	1	t	t	-	-	-	-	8*	250
	TC-14	21	43	16	8	9	t	1	t	t	-	-	-	-	4	332
	TC-15	32	36	24	4	3	1	t	t	t	-	-	-	t	3b	526
	TC-16	31	39	19	6	3	1	1	t	t	-	-	-	t	3b	203
	ET-48	29	41	18	7	3	1	1	t	t	t	t	-	t	3b	525
	ET-50	28	45	18	4	5	t	t	t	t	t	t	-	-	3b	238
GRANITO SAIVAL	S-1	30	44	21	3	2	t	t	t	t	-	t	-	t	3b	385
	S-5	36	41	18	3	2	t	t	t	t	-	-	t	t	8*	313
	S-15	29	45	12	7	6	1	t	t	t	t	-	-	t	8*	551
GR.C. DO BUTIÁ	B-2	30	40	22	5	2	t	t	t	t	1	-	t	t	3b	352
GR.P. DE TELHA	PT-1	17	49	14	10	8	1	1	-	t	-	-	-	t	9*	316
GRANITO LAJEADO	L-5	34	37	27	1	-	t	t	t	t	t	t	-	t	3b	431
	L-16	34	37	23	5	t	t	t	t	t	-	-	-	t	3b	422
VEIOS GRANÍTICOS	VA-1	33	41	21	2	2	t	t	t	-	-	-	t	1	3b	291
	VA-2	35	44	11	7	1	1	1	t	t	-	-	-	t	8*	401

KF-feldspato potássico

O-opacos

C-carbonato

PL-plagioclásio

T-titanita

E-epídoto

QZ-quartzo

Z-zircão

CL-clorita

BI-biotita

A-apatita

QAP-campos na Fig.4.3

H-hornblenda

M-muscov./sericita

N-nº de pontos

da Formação Água Clara, os contatos são bruscos, intrusivos, ou através de importantes feições tectônicas, como na porção central da Folha Araçaíba, onde se tem estes granitóides empurrados por sobre as rochas calciossilicáticas, anfibolitos e quartzitos da Formação Água Clara, com deformações intensas nos diversos litotipos envolvidos. Feições intrusivas destes Granitóides Orientados nas rochas calciossilicáticas e mármore impuros desta formação também foram observadas naquela região.

4.5.3. Suíte Porfiróide (PStcGp)

Esta suíte engloba os granitóides porfiróides mapeados na escala 1:50.000 na área das folhas Barra do Chapéu e Araçaíba (Bistrichi et al. 1985) e Ribeirão Branco (Theodorovicz et al.,

Foto 5. Amostras de enclaves: ET-25, com ECSF (muito pouco K-F), no Granito Barra do Chapéu; GD1-A, nos Granitóides Orientados (as manchas claras, maiores, são do martelo).

1986), cujas denominações foram adotadas por aqueles autores.

Dentre os corpos mapeados destaca-se, pela dimensão batolítica na porção centro-sudoeste da área estudada, o Granito Barra do Chapéu (PStcGpBC, no Anexo A), que envolve em seu interior o Granito Lajeado, corpo de dimensões reduzidas e características distintas desta suíte e que tem sua descrição à parte. Os demais granitos são menores em área de exposição, mas ainda assim abrangem grandes áreas (mapa geológico, Anexo A) e são os denominados Granito Saival (PStcGpS), na porção NE da Folha Araçaíba; Granito Córrego do Butiá (PStcGpCB), NW da Folha Barra do Chapéu; Granito Capote (PStcGpC), no extremo nordeste da área estudada e o Granito Paiol de Telha (PStcGpPT), no extremo NE da Folha Araçaíba. Corpos granitóides menores, sem denominação, cartografados em meio a outros litotipos, foram incluídos na suíte e são referidos no mapa geológico com a mesma simbologia do corpo da suíte que lhe seja mais próximo.

Em geral estas rochas podem ser descritas como granitóides de granulação média a grossa, orientados ou não, cujo caráter porfiróide é dado pelo desenvolvimento de megacristais euédricos ou ovalados de K-feldspato em meio a uma matriz de granulação média e cor cinza claro a médio (mesocrática) (Fotos 4, amostra TC-2; 6; 7; 8; 9; e 10). A textura é predominantemente granular hipidiomórfica e a composição predominantemente granodiorítica. Das análises petrográficas realizadas, em que se efetuou

contagem de pontos (megacrístais e matriz), obteve-se que estes granitóides são constituídos principalmente por monzogranitos (a maioria) e por quartzo monzonitos, além de granodioritos e quartzo monzodioritos, em menores proporções (Figura 4.3). Como se pode verificar na Tabela 4.2, plagioclásio é o constituinte mineral de maior abundância, com teores que variam de 36 a 49%, seguido por K-feldspato (17 a 36%), quartzo (12 a 27%), biotita (3 a 14%) e hornblenda (2 a 9%). Os minerais acessórios mais comuns são opacos (magnetita), titanita, zircão, apatita e clorita, esta freqüentemente associada à biotita. Muscovita-sericita, carbonato e epídoto podem aparecer, eventualmente.

Os megacrístais de K-feldspato podem atingir 8 centímetros de eixo maior, com predominância das dimensões de até 3-4 cm, sendo freqüentes geminação *carlsbad* e inclusões de biotita. A proporção de megacrístais em relação à matriz é bastante variável, ora predominando megacrístais, ora matriz, o que resulta em diferenças na granulação e na cor da rocha, ou seja, mais rosada e de granulação mais grossa e mais escura e de granulação mais fina, respectivamente.

São freqüentes nestes granitóides, principalmente em afloramentos do Granito Barra do Chapéu, enclaves básico-intermediários, de dimensões variadas, de cor cinza médio a escuro, de granulação fina a média (Foto 5, amostra ET-25) e de composição quartzo diorítica a quartzo monzodiorítica (Figura 4.2). Petrograficamente são classificados como quartzo dioritos/quartzo monzodioritos gnáissicos, constituídos por plagioclásio, feldspato alcalino, quartzo, biotita e hornblenda, além de titanita, opacos, apatita e zircão, como os minerais traços mais comuns (Tabela 4.1)

Em alguns afloramentos são observadas, junto aos enclaves básico-intermediários descritos, feições "migmatíticas" e assemelhadas, possivelmente resultado de assimilação parcial/fusão parcial dos enclaves pelo corpo granítico.

Veios graníticos e/ou aplíticos centimétricos a decimétricos, representando fase ou fases graníticas tardias, são observados em todos os granitos da suíte estudados. São em geral granitos de granulação média, localmente fina, cinza claro a médio, por vezes rosado. Uma amostra de veio analisada,

Foto 6. Granito Barra do Chapéu.

intrusivo no Granito Barra do Chapéu, indicou tratar-se de quartzo monzonito contendo plagioclásio, K-feldspato, quartzo e biotita, como constituintes principais e, hornblenda, opacos, titanita, zircão e apatita como minerais acessórios.

Os contatos destes granitóides com as unidades metassedimentares são em geral bruscos e discordantes e, muitas vezes, são tectônicos. Particularmente importantes são as feições observadas na borda oeste do Granito Saival, cujos contatos com as rochas calciossilicáticas da Formação Água Clara se dão por uma intrincada faixa de falhamentos por

Foto 7. Face O-posta da amostra da foto 6 (Granito Barra do Chapéu); com ECSF.

Foto 8. Granito Barra do Chapéu (com ECSF). Notar orientação. Comparar com as fotos 3 e 4 dos Granitóides Orientados.

empurrão, onde as rochas calciossilicáticas são jogadas de oeste para leste por sobre o Granito Saival (Anexo A). Ali, veios graníticos injetados nas calciossilicáticas são deformados e a elas paralelizados, resultando num aspecto bandado ao conjunto, com intercalações entre bandas graníticas/aplíticas milonitizadas e bandas calciossilicáticas, também deformadas.

Exposições de rochas calciossilicáticas e diversas de xistos da Formação Água Clara aparecem na área do Granito Barra do Chapéu, sendo interpretadas aqui como tetos pendentes.

Foto 9. Amostra do Granito Saival, com e sem ECSF.

Foto 10. Granito Saival, com ECSF. Os prismas mais escuros (porção inferior da amostra) são hornblenda.

4.5.4 Granito Lajeado (PStcGL)

No interior do Complexo Granítico Três Córregos, o Granito Lajeado é o único corpo cartografado que foge da característica principal (porfiróide) apresentada pelos demais, sendo caracterizado como um granito leucocrático, cinza claro (levemente rosado), microporfirítico, de granulação fina a média, com estrutura maciça e com incipiente orientação (Foto 11). Acha-se localizado na área do Granito Barra do Chapéu, porção centro-sudoeste da Folha Araçaíba.

As análises petrográficas realizadas indicaram tratar-se de monzogranitos localmente microporfiríticos (megacristais de até um centímetro - raros maiores - de microclínio micropertítico), constituídos por plagioclásio, K-feldspato, quartzo e biotita, esta em porcentagem não superior a 5%. Os cristais de plagioclásio podem mostrar zoneamento, com bordas mais sódicas e límpidas, enquanto que biotita acha-se alterada, parcial a totalmente, em clorita. Como minerais acessórios mais freqüentes aparecem opacos, titanita, zircão e apatita, além de, mais raramente, hornblenda, muscovita-sericita, clorita, carbonato e alanita.

4.6 Suíte Granítica Pós-Tectônica (EO_)

É representada, na área estudada, pelos granitos Squário

Foto 11. Amostras do Granito Lajeado, com e sem ECSF. Notar tênue orientação na L-5.

(1 e 2) e Correias (EOco). O Granito Campina do Veado, embora também aqui descrito, por não ocorrer na área, não figura no mapa geológico (Anexo A).

4.6.1 Granito Squário (EOsg)

Aparece na porção sudoeste da Folha Ribeirão Branco, norte da área estudada (Anexo A). Tem sua representação cartográfica obtida de Theodorovicz *et al.* (1986), onde são destacadas duas fácies, uma predominante, representada por granitos porfiróides (EOsg 1) e, outra de menor expressão em área, situada na porção central do corpo, constituída por "micro-adamelitos" (EOsg 2). Uma terceira fácies, referida por aqueles autores mas não representada em mapa, é citada na porção norte do corpo e constitui-se de "biotita granito porfirítico rapakivítico". Esta última fácies não foi aqui estudada, uma vez que nos trabalhos de campo efetuou-se coleta de amostras principalmente na faixa sul do corpo e na porção central (granitos finos).

Os granitos porfiróides são cinza rosados claros a avermelhados, de estrutura maciça, de granulação média a grossa, por vezes destacando-se megacristais maiores (até 2-3 cm) de K-feldspato peritítico e agregados ou mesmo cristais de aproximadamente um centímetro de quartzo (Foto 12), o que dá um aspecto porfiróide à rocha. Composicionalmente situam-se no limite dos campos sienogranito/monzogranito e os minerais

Foto 12. Granito Sguário 1; com ECSF e polida/úmida.

constituintes principais são K-feldspato, quartzo e plagioclásio, com biotita (marrom, parcialmente cloritizada) apresentando teores em torno de 5-6%. Os minerais acessórios são opacos (magnetita), titanita, zircão, apatita e allanita. Carbonato e/ou fluorita podem aparecer em microvênulas e, sericita, epídoto e clorita, como minerais secundários.

Os contatos destes granitos com as encaixantes são intrusivos ou tectônicos, podendo aparecer feições migmáticas localizadas, com injeções de veios e/ou apófises graníticas. Nos limites por falha são comuns brechação e epidotização. Enclaves microgranulares são registrados localmente (Theodorovicz *et al.* 1986).

O corpo separado na porção central constitui-se de granito de granulação média a fina, onde aparecem dois extremos em cor: um tipo predominante, cinza claro a médio (Foto 13), e outro avermelhado a vermelho carne. Pode ser considerado, pelo menos localmente, como porfirítico, pela existência de megacristais (até 1 cm) de K-feldspato e quartzo em meio à rocha mais fina. A composição é sienogranítica, dada por K-feldspato, quartzo, plagioclásio e biotita, esta em proporções inferiores a 5%. Os minerais traços são apatita, opacos (magnetita), muscovita-sericita (secundária), epídoto e clorita (Tabela 4.3).

Foto 13. Granito Squário 2; com e sem ECSF.

4.6.2 Granito Correias (EOco)

É um corpo alongado de direção SSW-ENE, localizado na porção noroeste da Folha Araçaíba, a sul do Granito Squário e distante aproximadamente 2 a 3 km deste. É muito semelhante ao tipo porfiróide descrito para o Granito Squário (EOsg 1) e,

Tabela 4.3. Composição mineralógica modal dos granitos da Suíte Pós-Tectônica (em % ; t=traço).

LITOTIPOS	AMOS-TRAS	KF	PL	QZ	B	H	O	T	Z	A	M	C	E	CL	QAP	N
GRANITO SQUÁRIO	Sg1-A	42	24	28	6	-	t	t	-	t	t	-	t	t	3b	358
	Sg2-G	58	10	28	4	-	t	-	-	t	t	-	t	t	3a	155
GRANITO CORREAS	CO-2	33	38	25	2	-	-	t	-	-	1	-	t	1	3b	325
	CO-5	26	34	34	-	-	t	-	-	-	3	t	-	3	3a	360
	CO-7	44	21	29	2	-	t	-	-	t	3	-	-	1	3b	384
GR.CAMP.DO VEADO	CV-1	51	12	37	-	-	-	-	-	-	t	t	-	t	3a	245

KF-feldspato potássico

PL-plagioclásio

QZ-quartzo

B-biotita

H-hornblenda

O-opacos

T-titanita

Z-zircão

A-apatita

M-muscov./sericita

C-carbonato

E-epídoto

CL-clorita

QAP-campos na Fig.4.4

N-nº de pontos

a exemplo deste, seus contatos são francamente intrusivos ou tectônicos. Brechas silicosas são observadas nos limites por falha e *hornfels* básicos foram observados, localmente, nas

Foto 14. Granito Correias; com e sem ECSF.

Streckeisen 1973 (IUGS)

- 1a quartzolito (silexito)
- 1b granitóides quartzosos
- 2 álcali feldspato granito
- 3 granito (3a)/(3b)
- 4 granodiorito
- 5 tonalito
- 6 álcali feldspato sienito
- 7 sienito
- 8 monzonito
- 9 monzodiorito/gabro
- 10 diorito/gabro/anortosito

* prefixo "quartzo"

SUÍTE PÓS-TECTÔNICA

- GR. SGUÁRIO 1
- × GR. SGUÁRIO 2
- + GR. CORREAS
- * GR. CAMP. DO VEADO

Figura 4.4 - Diagrama QAP dos granitos da Suíte Pós-tectônica.

encaixantes (Goraieb et al. 1987).

Constitui-se de granito inequigranular, de granulação média a grossa, cinza rosado a avermelhado, com textura porfirítica representada por megacristais de K-feldspato (microclínio pertítico) de até 3 cm e também por quartzo (agregado?) de até um centímetro (Fotos 14 e 15). Composicionalmente variam de monzogranitos a sienogranitos (Figura 4.4) e seus constituintes principais são K-feldspato, plagioclásio e quartzo que, somados, atingem, 95% da rocha. Em seguida aparecem biotita parcialmente cloritizada, clorita, muscovita-sericita (secundária), opacos, carbonato e apatita.

Foto 15. Granito Correas, polida/úmida; e com ECSF. Notar semelhança com o Granito Squário. (Foto 12).

4.6.3 Granito Campina do Veado

Este granito não aparece na área estudada, não constando do mapa geológico (Anexo A). É aqui considerado para correlação com os granitos Squário e Correas, uma vez que foi objeto de coleta de amostras nas primeiras etapas de campo e também por ter sua descrição e um razoável número de amostras analisadas por Theodorovicz et al. (1986), que correlacionaram-no ao Granito

Sguário. Tem sua área de afloramentos em vales rebaixados e liberados da "capa" formada pela Bacia do Paraná, situada cerca de 10 km a norte-noroeste do Granito Sguário.

É constituído por granitos de estrutura maciça, inequigranulares, localmente porfiríticos, de textura granular hipidiomórfica, de composição sienogranítica, cuja mineralogia é dada por K-feldspato (cerca de 50%), quartzo, plagioclásio e pequenas manchas de biotita cloritizada. Como traços aparecem opacos, clorita, muscovita-sericita (secundária) e carbonato.

5. LITOGEOQUÍMICA

Neste capítulo são apresentados e discutidos os dados de análises químicas obtidos para a área, tanto no âmbito deste trabalho como daqueles encontrados na bibliografia. Primeiramente, no item 5.1, apresenta-se uma síntese dos trabalhos já realizados de geoquímica de rochas de interesse para a área, destacando-se suas principais conclusões, inclusive as de ordem tectônica. Segue-se a caracterização dos litotipos analisados especificamente neste trabalho (item 5.2) e, por fim, o tratamento e discussão dos dados obtidos, no item 5.3. Na confecção da maioria dos diagramas geoquímicos, contou-se com programas de computador fornecidos por H.H.Ens, cujos resumos foram publicados por Ens & Yamamoto (1992).

5.1 Estudos Prévios

Os dados prévios referentes a análises químicas das rochas para a porção sudoeste da Faixa Apiaí são ainda precários. As primeiras análises completas de rochas graníticas desta região (elementos maiores e traços), foram publicadas por Gomes *et al.* (1975a, b), que apresentam dados de 81 análises químicas, sendo 26 delas pertencentes ao "Maciço de Três Córregos", nos estados de São Paulo e Paraná. Os autores caracterizaram os maciços de Itaoca, Três Córregos e Cunhaporanga como de natureza adamelítica e o "Maciço de Campina do Veado" como de natureza granítica. Discutindo histogramas de composição para diversos óxidos, Gomes *et al.* (*op. cit.*) concluem que as rochas do Maciço de Três Córregos possuem, em geral, composição mais granodiorítica que as do Maciço de Itaoca. Dentre as amostras do Maciço de Três Córregos analisadas por aqueles autores, dez acham-se localizadas na área aqui estudada (Anexo B), de modo que estes dados (Tabela 1, Apêndice 1) serão discutidos juntamente com os resultados obtidos nesta Dissertação.

Na área da Folha Ribeirão Branco, estudos geoquímicos efetuados por Theodorovicz *et al.* (1986) caracterizaram os ortognaisses do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim (Granitóides Orientados, Anexo A) e os granitos Capote e Paiol de Telha (ambos pertencentes ao Complexo Três Córregos) como do tipo I,

pouco diferenciados. Os granitos Squário e Campina do Veado também foram considerados como do tipo I, no entanto, bastante diferenciados. Parte das amostras (25) analisadas por Theodorovicz *et al.* (1986) situa-se na área estudada (Anexo B) e seus resultados analíticos (Tabela 2, Apêndice 1) são reinterpretados e discutidos juntamente com aqueles obtidos nesta Dissertação.

Goraieb *et al.* (1987, 1988) apresentaram estudo com ênfase nas mineralizações do Granito Correias (com análise química de uma amostra, Tabela 2, Apêndice 1). Este granito é definido "como unidade intrusiva pós-tectônica de caráter anorogênico distensivo em ambiente cratogênico, apresentando características de especialização metalogenética". Tais autores correlacionaram o Granito Correias à Suíte Intrusiva Serra do Mar de Kaul *et al.* (1982) e Kaul (1984), e sugerem uma relação genética desse granito com o Granito Squário.

Chiodi Filho *et al.* (1989), em estudo de elementos terras raras para caracterização e avaliação metalogenética de granitóides no Escudo Paranaense (envolvendo porções do PR e SP), colocam o Complexo Três Córregos no grupo dos granitos pré-colisionais, com filiação granodiorítica e de origem mantélica. Estes autores correlacionam os granitos Squário e Campina do Veado aos granitos Morro Grande e Banhado, por eles tidos como sin-colisionais, de filiação monzogábrica/sienogranítica e de origem crustal.

Wernick *et al.* (1990a, b), em estudo comparativo entre os complexos granitóides Cunhaporanga e Três Córregos no Estado do Paraná consideram, baseados nos diagramas Ba x Rb e Sr x Rb, que os termos litológicos principais de ambos os corpos (sienogranitos, monzogranitos, granodioritos) apresentam o mesmo processo evolutivo, cujo vínculo é o processo de cristalização fracionada. No diagrama Ba-Rb-Sr, as amostras do Complexo Três Córregos situam-se, principalmente, no campo dos granodioritos-dioritos. Com base no estudo da tipologia de zircão (Pupin, 1980), os autores classificam o Complexo Três Córregos como pertencente à série cálcio-alcálica de média temperatura. Em termos tectônicos, Wernick *et al.* (*op. cit*) interpretam os complexos Cunhaporanga e Três Córregos como relacionados a geração por

arco magmático cuja subducção teria ocorrido de NW para SE, concordando com Soares (1987, 1988).

5.2 Litotipos Estudados

A escolha das 40 amostras para as análises químicas (elementos maiores e traços) teve o intuito de representar os principais conjuntos litológicos existentes na área, enfatizando-se assim os granitóides pertencentes ao Complexo Três Córregos. O mesmo critério foi adotado para a escolha de 10 entre estas amostras para análise de Elementos Terras Raras (ETR). Nesta seleção priorizou-se amostras cujos aspectos macroscópicos e microscópicos não indicavam alteração intempérica e/ou hidrotermal. Quando de granulação grossa, partiu-se de grande volume de material por amostra (até 3-4 kg), com britagem e quarteamento, para posterior envio ao laboratório.

A seguir são relacionadas as amostras analisadas com as unidades descritas no capítulo 4, envolvendo os *Augen* Gnaisses, o Complexo Granítico Três Córregos e a Suíte Granítica Pós-Tectônica. No Anexo B acham-se assinalados os pontos de coleta das amostras analisadas. A Tabela 3 (Apêndice 1), apresenta os dados das análises químicas realizadas.

5.2.1 *Augen* Gnaisses

Foram selecionadas 5 amostras, das quais duas referem-se a *augen* gnaisses propriamente ditos (MN-1 e MN-2), duas a enclaves (ou xenólitos) (MP-1 e MP-14) e a última, a veio granítico que corta os dois outros litotipos (Tabela 3, Apêndice 1).

As amostras MN-1 e MP-1 foram analisadas também para ETR, cujos resultados constam da Tabela 3, Apêndice 1.

5.2.2. Complexo Granítico Três Córregos

Do total das amostras, 29 pertencem a litotipos englobados neste Complexo, sendo 12 dos Granitóides Orientados e enclaves, 15 na Suíte Porfiróide e enclaves e 2 do Granito Lajeado.

5.2.2.1. Granitóides Orientados e enclaves

Conforme descrito no item 4.1.3.3, estes litotipos são muito semelhantes petrograficamente aos da Suíte Porfiróide e apresentam, também, mesmo comportamento geoquímico, motivo pelo qual terão seus resultados discutidos conjuntamente (item 5.3). No total, foram analisadas 12 amostras destas rochas (Tabela 3, Apêndice 1), sendo cinco de granitóides (AM1, AM3-A, AM4-H, E1-C e E2-A), seis de enclaves quartzo monzodioríticos (GD1-A, GD1-C, GD1-D, GD2-A, GD2-B e GD2-C) e uma de veio granítico (VA-1).

Duas amostras de enclaves (GD1-A e GD2-C) foram analisadas para determinação de ETR (Tabela 3, Apêndice 1).

5.2.2.2 Suíte Porfiróide e enclaves

É o conjunto que teve o maior número de amostras analisadas (15), assim distribuídas (Tabela 3, Apêndice 1): Granito Barra do Chapéu, dez amostras, sendo seis de granitóides (TC-2, TC-14, TC-15, TC-16, ET-48 e ET-50), três de enclaves quartzo monzodioríticos (ET-21, ET-25 e ET-51) e uma de veio (VA-2) que corta o granitóide da amostra TC-15; Granito Saival, 3 amostras (S-1, S-5 e S-15); e, com uma amostra cada, os granitos Córrego do Butiá (B-2) e Paiol de Telha (PT-1).

Destas amostras, quatro foram também analisadas para ETR, sendo três do Granito Barra do Chapéu (TC-15, ET-48 e ET-51) e uma do Granito Saival (S-15).

5.2.2.3 Granito Lajeado

Duas amostras (L-5 e L-16) deste granito foram analisadas, uma delas (L-5) também para ETR.

5.2.3 Suíte Granítica Pós-Tectônica

Desta suíte foram analisadas 6 amostras (Tabela 3, Apêndice 1), sendo três do Granito Correias (CO-2, CO-5 e CO-7), duas do Granito Sguário (Sg1-A e Sg2-G) e uma do Granito Campina do Veado (CV-1). A amostra CO-7 foi também analisada para ETR.

5.3 Resultados Obtidos

Os resultados das análises químicas realizadas para elemen-

tos maiores, traços e terras raras, estão apresentados na Tabela 3 (Apêndice 1).

Além das 40 amostras da área, foram analisadas duas outras (Tabela 5.1), cujos dados químicos já eram conhecidos através de análises efetuadas em laboratório do Canadá, com o objetivo de se ter uma avaliação comparativa dos dados obtidos, conforme referido no item 2.5.

Tabela 5.1. Dados comparativos de análises químicas realizadas em duas amostras padrão. NF10 e NF15 são os resultados em laboratórios do Canadá que correspondem, respectivamente, às amostras PT-2 e CV-2, cujos dados foram obtidos na GEOSOL.

	NF10	PT-2	ERRO %	NF15	CV-2	ERRO %
SiO ₂	52.00	50.90	-2.11	72.60	72.40	-0.28
TiO ₂	1.62	1.70	4.94	0.29	0.29	-
Al ₂ O ₃	15.40	16.00	3.90	13.40	13.80	2.98
Fe ₂ O ₃	10.5t	4.70	-	0.73	0.85	16.44
FeO	-	5.80	-	1.99	2.00	0.50
MnO	0.17	0.18	5.88	0.05	0.05	-
MgO	6.20	5.80	-6.45	0.78	0.86	10.26
CaO	8.06	8.40	4.22	2.01	2.00	-0.50
Na ₂ O	3.10	3.30	6.45	3.87	4.20	8.53
K ₂ O	1.42	1.60	12.68	2.55	2.80	9.80
P ₂ O ₅	0.45	0.47	4.44	0.10	0.05	-50.00
Ba	437.00	370.00	-15.33	728.00	700.00	-3.85
Rb	34.00	30.00	-11.76	45.00	52.00	15.55
Sr	466.00	440.00	-5.58	199.00	250.00	25.63
Zr	198.00	200.00	1.01	180.00	220.00	22.22
Nb	16.00	14.00	-12.50	4.00	<8.00	-
Ni	56.00	63.00	12.50	3.00	<20.00	-
Cr	134.00	160.00	19.40	1.00	<20.00	-
V	178.00	190.00	6.74	22.00	26.00	18.18

Na confrontação dos resultados, observa-se que a primeira amostra (NF10/PT-2) apresenta erros geralmente próximos ou inferiores a 5%. Dentre os óxidos, apenas K₂O ultrapassa os 10% (12,68%), enquanto que, dentre os traços, os maiores erros são para Cr (+19,4%), Ba (-15,33%), Ni (+12,5%), Nb (-12,5%) e Rb (-11,76%). A outra amostra (NF15/CV-2) apresenta discrepâncias maiores, chegando a 50% (para menos) de P₂O₅. Nos demais óxidos as maiores diferenças são para Fe₂O₃ (+16,44%), MgO (+10,26%), K₂O (+9,8%) e Na₂O (+8,53%), ao passo que entre os traços são para Sr (+25,63%), Zr (+22,22%), V (+18,18%) e Rb (+15,55%). Em que pese a relevância das diferenças encontradas quando observadas algumas das porcentagens isoladamente, admite-se aqui que as

mesmas não chegam a comprometer a análise e interpretação dos dados, como se verá nos diversos diagramas geoquímicos.

5.3.1 Elementos maiores

A análise dos dados obtidos para as 40 amostras, com base nos elementos maiores, indica a existência de três grupamentos litológicos principais: a) augen gnaisses e seus enclaves; b) granitóides Três Córregos e seus enclaves; e c) granitos da Suíte Pós-Tectônica. As três amostras de veios graníticos não chegam a definir um grupo; duas delas (VA-1 e VA-2) apresentam comportamento semelhante ao de suas encaixantes (granitóides Três Córregos) (e.g. Figura 5.12) e, a outra (MA-1), aparece com certa frequência em campos característicos dos granitos pós-tectônicos (e.g. Figura 5.6).

Considerando-se que os dados petrográficos de rochas graníticas constituem-se em importantes elementos na distinção de séries granitóides que, por sua vez, podem auxiliar na discriminação de ambientes geradores dessas rochas, apresenta-se na Figura 5.1, o diagrama QAP de todas as amostras com análise petrográfica modal.

Neste diagrama as amostras dos augen gnaisses foram colocadas junto com todas as outras de enclaves que, com exceção de uma (GD1-C), dispõem-se nos campos dos quartzo monzodioritos e dos quartzo dioritos, enquanto as amostras dos granitóides Três Córregos ocupam, na sua maioria, o campo dos monzogranitos, algumas o dos monzodioritos e, outras, o dos granodioritos. As amostras dos granitos pós-tectônicos são de composição sienogranítica. As três amostras de veios graníticos mostram distribuição aleatória, uma no campo dos monzogranitos (VA-1), outra no campo quartzo monzonítico (VA-2) e, a última, no dos sienogranitos (MA-1).

O conjunto das amostras dos granitóides Três Córregos e dos enclaves, quando analisados dentro dos campos de variação das séries granitóides de Lameyre & Bowden (1982), apresenta nítida afinidade com o campo da série cálcio-alcálica granodiorítica de médio K (Figura 5.1). As amostras dos granitos pós-tectônicos situam-se, coerentemente, no campo 7, de recobrimento de granitóides formados por fusão crustal.

CAMPOS DAS SÉRIES GRANITÓIDES :

① Toleítico	⑤ Granitóides aluminosos de províncias alcalinas
② Cálcio-alcalino - trondjemítico (baixo K)	⑥ Alcalino e peralcalino
③ Cálcio-alcalino - granodiorítico (médio K)	⑦ Recobrimento de granitóides de fusão crustal
④ Cálcio-alcalino - monzonítico (alto K)	

Figura 5.1. Diagrama QAP com todas as amostras ora analisadas e com os campos de distribuição das séries granitóides (de Lameyre & Bowden, 1982).

De acordo com os campos de distribuição das rochas graníticas dos tipos I, S e A no diagrama QAP, de Bowden *et al.*, 1984 (pág.9), as rochas granitóides do Complexo Três Córregos situam-se exclusivamente no campo do tipo I (que corresponderiam a rochas derivadas de rochas ígneas de composição gabróica a granítica), enquanto que os granitos da Suíte Pós-Tectônica predominam no campo do tipo A (granitos anorogênicos representados por pequenas intrusões de caráter pós-tectônico) havendo, neste último caso, recobrimento com o campo do tipo S.

A Figura 5.2 apresenta as relações percentuais bivariantes de óxidos *versus* sílica (diagramas de Harker) para as 40 amostras analisadas. Destaca-se, aí, a correlação linear negativa com o aumento de sílica, dos óxidos CaO, FeO, MgO, Fe₂O₃ e P₂O₅. Comportamento semelhante, embora com menor

definição, apresentam os óxidos TiO_2 , MnO e Al_2O_3 . O diagrama K_2O versus SiO_2 mostra, coerentemente, correlação positiva, enquanto que o Na_2O mostra teores variáveis entre 3 e 4%.

A tendência colinear e a baixa dispersão mostrada pelas amostras dos conjuntos dos granitóides Três Córregos e de seus enclaves sugere uma origem cogenética, por diferenciação magmática. No entanto, as amostras de augen gnaisses e seus enclaves (quadrados vazados, na Figura 5.2), constantemente formam conjuntos destacados do alinhamento das demais rochas, sugerindo uma filiação genética distinta. Coerentemente, as amostras da Suíte Pós-Tectônica, agrupam-se no extremo com maior teor de sílica dos diagramas.

Os diagramas de Harker para amostras da área com dados obtidos, respectivamente, por Gomes et al. (1975a) e Theodorovicz et al. (1988), são mostrados nas figuras 5.3 e 5.4. Comparando-se estas figuras com a Figura 5.2 verifica-se uma variação de sílica mais restrita (entre 66 e 75 %, na Figura 5.3 e entre 60 e 77 %, na Figura 5.4), coincidente com a faixa de distribuição dos granitóides Três Córregos da Figura 5.2. Isto sugere que as amostras analisadas, tanto por Gomes et al. (op. cit.) como por Theodorovicz et al. (op. cit.), restringiram-se somente aos granitóides, visto que, normalmente, os enclaves mostram $\text{SiO}_2 < 60\%$. Nota-se, também, boa concordância na distribuição dos dados para a Suíte Pós-Tectônica.

Embora os dados não configurem *trends* bem definidos verifica-se, também, boa coincidência quanto à correlação dos elementos maiores versus sílica, embora os valores absolutos sejam muitas vezes discrepantes. Os diagramas da Figura 5.3 mostram certa correlação negativa para: CaO , Al_2O_3 , MgO , TiO_2 , FeO , Na_2O e P_2O_5 , concordantemente com a tendência colinear (ainda que com maior dispersão) obtida com os dados deste trabalho (Figura 5.2). O mesmo ocorre nos diagramas da Figura 5.4, com relação principalmente a: CaO , MgO , FeO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e P_2O_5 .

A Figura 5.5 apresenta diagrama $\text{K}_2\text{O} \times \text{Na}_2\text{O}$, com campos delimitados segundo Middlemost (1975), para todas as amostras aqui analisadas, o qual ilustra o *trend* de enriquecimento de K_2O , sugerindo diferenciação e a existência dos três grupos

Figura 5.2. Diagramas de óxidos (ordenadas) versus sílica (abscissas) para as 40 amostras da área.

Figura 5.3. Diagramas de óxidos versus sílica para amostras de granitóides da área, com dados de Gomes et al.(1975a). Legenda como na Figura 5.2.

Figura 5.4. Diagramas de óxidos versus sílica para amostras de granitóides da área, com dados de Theodorovicz et al. (1986). Legenda como na Figura 5.2.

litológicos referidos no início deste item: a) augen gnaisses, que situam-se no campo das séries sódicas; b) granitóides Três Córregos e seus enclaves, no campo das séries potássicas; c) granitos pós-tectônicos, que acham-se agrupados no limite das séries potássicas e de alto K. Uma amostra de veio aplítico (MA-1) que corta os augen gnaisses, situa-se na série de alto K, junto ao grupo dos granitos pós-tectônicos, o que sugere uma eventual origem associada à intrusão destes.

O conjunto analisado, quando lançado no diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971), correlaciona-se perfeitamente com a suíte cálcio-alcálica (Figura 5.6). Tanto as amostras dos granitóides Três Córregos quanto as de seus enclaves situam-se no campo das suítes compressoriais (Petro et al. 1979). As amostras da Suíte Pós-Tectônica e dos veios graníticos situam-se junto à extremidade de maior alcalinidade do diagrama, onde são parcialmente coincidentes os campos das suítes compressoriais e extensionais. A amostra com maior dispersão (MP-14), novamente, é representante de enclave de quartzo diorito gnáissico nos augen gnaisses.

No diagrama AFM (Figura 5.7) contendo os dados de Gomes et al. (1975a) as amostras situam-se no campo das suítes extensionais, coincidentemente com aquele da Suíte Pós-Tectônica e dos veios graníticos da Figura 5.6, o que sugere, novamente, que estes autores consideraram apenas amostras dos granitos.

O diagrama AFM (Figura 5.8) com os dados de Theodorovicz et al. (1986), embora com dispersão um pouco maior que a da Figura 5.6, também mostra que os granitóides Três Córregos e os granitos pós-tectônicos pertencem à suíte cálcio-alcálica situando-se, os primeiros, predominantemente no campo das suítes compressoriais e, os pós-tectônicos, em área de sobreposição entre os campos das suítes compressoriais e extensionais.

As rochas dos granitóides Três Córregos e de seus enclaves, quando lançadas no diagrama $K_2O \times SiO_2$ (Figura 5.9), com os campos de rochas vulcânicas de arcos modernos de Peccerillo & Taylor (1976), ocupam os campos das séries cálcio-alcálica de alto K e shoshonítica (Figura 5.9). Esta distribuição é muito semelhante àquela apresentada por Wilson (1989, págs. 211 e 212), para as rochas da zona vulcânica central dos Andes e

Figura 5.5. Diagrama $K_2O \times Na_2O$ para as amostras da área (campos segundo Middlemost 1975). Legenda como na Figura 5.6, abaixo.

Figura 5.6. Diagrama AFM para as 40 amostras da área, com a linha de separação entre as suítes toleítica e cálcio-alcalina (Irvine & Baragar, 1971), e os limites aproximados dos campos das suítes compressoriais (C) e extensionais (E) (Petro et al. 1979).

Figura 5.7. Diagrama AFM com dados de Gomes et al. (1975a), contendo a linha de separação entre as suítes toleítica e cálcio-alcalina (Irvine & Baragar, 1971), e os limites aproximados dos campos das suítes compressionais (C) e extensionais (E) de Petro et al. (1979).

Figura 5.8. Diagrama AFM (dados de Theodorovicz et al., 1986), com a linha divisória entre as suítes toleítica e cálcio-alcalina (Irvine & Baragar, 1971) e os limites dos campos das suítes compressionais (C) e extensionais (E) (Petro et al., 1979).

para as rochas plutônicas do batólito da costa do Peru, cujas características são também de alto K.

Já as amostras da Suíte Pós-Tectônica situam-se (Figura 5.9) todas, no campo da série shoshonítica, enquanto que as amostras dos augen gnaisses, dispõem-se no campo da série cálcio-alcalina.

A Figura 5.10 apresenta diagrama $K_2O + Na_2O$ versus SiO_2 para as amostras da área, com a nomenclatura das rochas plutônicas segundo Cox et al. (1979) e com a linha divisória entre as séries de magma alcalino e sub-alcalino de Miyashiro (1978). Nela observa-se que a quase totalidade das amostras situou-se no campo da série alcalina, numa faixa mais ou menos contínua próxima à linha divisória, cuja classificação varia de sienodiorito (a maioria dos enclaves) e quartzo diorito a alcaligranito (a maioria dos granitóides Três Córregos e os granitos pós-tectônicos). Neste gráfico as amostras dos augen gnaisses (com baixos teores de K_2O) situam-se alinhadas no trend dos granitóides Três Córregos e seus enclaves, o que se justifica pelos altos teores de Na_2O , os maiores dentre todas as amostras analisadas (Tabela 3, Apêndice 1). Os seus enclaves, entretanto, destoam, situando-se uma amostra (MP-14) no campo sub-alcalino e a outra (MP-1) no alcalino, mas com relativamente alta taxa de alcalinidade.

No diagrama $\log CaO/(K_2O + Na_2O)$ versus SiO_2 (Figura 5.11), a maioria das amostras dos granitóides Três Córregos situa-se no campo dos andesitos cálcio-alcalinos normais de arcos magmáticos modernos (Brown, 1982). Já os enclaves mostram certa dispersão, com algumas amostras distribuídas na faixa do diagrama indicada por aquele autor como de maior maturidade do arco.

No diagrama multicatiônico R1-R2 (Figura 5.12) de De La Roche et al. (1980), com campos de ambientes tectônicos segundo Batchelor & Bowden (1985), as amostras dos granitóides Três Córregos e de seus enclaves situam-se nos campos correspondentes aos granitos caledonianos ou de soerguimento pós-colisionais (que, por sua vez, corresponderiam aos granitos cálcio-alcalinos de médio a alto K de Lameyre & Bowden, 1982). Parte das amostras dos granitos do Complexo Três Córregos ocupa (também à semelhança dos granitóides caledonianos, segundo Batchelor

Figura 5.9. Diagrama K_2O x SiO_2 para as 40 amostras da área, com campos das séries vulcânicas de arcos modernos segundo Peccerillo & Taylor (1976).

X Granitóides Três Córregos
+ Granitos Pós-Tectônicos
o Enclaves nos Gran. T. Córregos
□ Augen gnaisses
⊠ Enclaves nos Augen gnaisses
● Veio granítico nos Augen gnaisses

Figura 5.10. Diagrama $K_2O + Na_2O$ x SiO_2 para as 40 amostras da área. Linha divisória dos campos ALCA-LINO/SUB-ALCALINO segundo Miyashiro (1978) e nomenclatura segundo Cox et al. (1979, apud Wilson, 1989).

Figura 5.11. Diagrama $\log \left(\frac{CaO}{K_2O + Na_2O} \right) \times SiO_2$, com campo dos andesitos cálcio-alcalinos normais de Brown, 1982.

Figura 5.12. Diagrama R1-R2 (De La Roche et al., 1980) para as 40 amostras analisadas. Campos segundo Batchelor & Bowden (1985).

& Bowden, 1985, pág. 46), o campo dos granitóides tardi-orogênicos, que corresponderia ao grupo cálcio-alcálico monzonítico de alto K de Lameyre & Bowden (1982). Esta distribuição (Figura 5.12) configura, para as amostras dos granitóides e seus enclaves, um *trend* contínuo entre os campos 3 (granitóides caledonianos) e 4 (granitóides tardi-orogênicos) de Batchelor & Bowden (*op. cit.*).

Ainda na Figura 5.12, as amostras dos granitos da Suíte Pós-Tectônica situam-se junto ao campo dos granitos crustais, em área onde são pequenas as diferenças entre os campos dos granitóides tardi-orogênicos, anorogênicos, crustais e pós-orogênicos.

O padrão aleatório de distribuição das amostras dos augen gnaisses e seus enclaves (Figura 5.12), reafirma o caráter distinto deste grupo de amostras em relação às rochas do Complexo.

5.3.2 Elementos traços e terras raras

Da interpretação dos dados químicos nos diagramas de variação de elementos traços em função de sílica e dos diagramas de traços versus traços de Pearce et al. (1984), verifica-se uma boa discriminação dos ambientes tectônicos para as rochas analisadas. As amostras dos granitóides Três Córregos e de seus enclaves ocupam, no diagrama Nb x SiO₂ (Figura 5.13), o campo dos granitos de arco vulcânico e dos granitos colisionais, enquanto que os granitos da Suíte Pós-Tectônica comportam-se como granitos intraplaca. Indicações semelhantes são obtidas do diagrama Yb x SiO₂ (Figura 5.14), sendo que a amostra MP-1 (enclave nos augen gnaisses) situa-se no limite entre os campos.

No diagrama Rb x (Y + Nb) (Figura 5.15), o conjunto das amostras (granitóides + enclaves) do Complexo Três Córregos comporta-se como de ambiente de arco vulcânico, coincidindo com o campo de dois granitos tardi a pós-colisionais ("Adamello" e "Querigut") de Pearce et al., 1984. As amostras da Suíte Pós-Tectônica situaram-se, coerentemente, no campo dos granitos intraplaca, do mesmo modo que as duas amostras já referidas de veios graníticos e uma do Granito Saival. Comportamento anômalo apresentaram duas amostras do Granito Barra do Chapéu, que se situaram no campo intraplaca, mas muito próximo ao limite com o

campo tipicamente de arco vulcânico.

No diagrama ternário Ba-Rb-Sr (El Bouseily & El Sokkary, 1975) (Figura 5.16), que indica o grau de diferenciação de rochas graníticas, as amostras dos granitóides Três Córregos e de seus enclaves situam-se no campo dos granodioritos-quartzodioritos e as amostras da Suíte Pós-Tectônica, embora com alguma dispersão, situam-se junto ao campo dos granitos fortemente diferenciados. Uma amostra do Granito Sguário (Sg1-A) apresenta maior teor de Ba, situando-se no limite dos campos dos granitos normais e dos anômalos. Os augen gnaisses ocorrem no campo dos dioritos (menos diferenciados), enquanto que os seus enclaves situam-se um no campo granodiorito-quartzodiorito e, o outro, próximo, mas fora deste campo.

As figuras 5.17 e 5.18 mostram os diagramas Ba-Rb-Sr com os dados, respectivamente, de Gomes et al. (1975b) e Theodorovicz et al. (1986). Embora com certa dispersão das amostras, pode-se considerar, *grosso modo*, que tais diagramas indicam tendência de comportamento muito semelhante ao da Figura 5.16. A exceção mais marcante é uma amostra do Granito Campina do Veado, que aparece no campo dos dioritos, indicando tratar-se de enclave pouco diferenciado.

A figura 5.19 apresenta os aranhogramas para todos os enclaves e amostras dos Augen Gnaisses e a Figura 5.20, para os granitóides do Complexo Três Córregos. O padrão de distribuição exibido pela totalidade destes litotipos é compatível com o de granitos de arco vulcânico (margem continental ativa) e poderiam ser correlacionados aos granitóides do Chile central (Pearce et al., 1984), ainda que haja um enriquecimento de Ba e um sensível empobrecimento de Yb nestas amostras, em comparação com os dados daqueles autores (registre-se, novamente, o comportamento dos augen gnaisses e seus enclaves, que ocupam as extremidades - máxima e mínima - da Figura 5.19). Feitas as mesmas ressalvas, os conjuntos litológicos das figuras 5.19 e 5.20 poderiam ser correlacionados também com os granitos colisionais (colisão continente-continente) e, no caso dos granitóides Três Córregos, tanto sin como tardi-tectônicos. Os referidos aranhogramas são semelhantes àqueles da seqüência cálcio-alcálica dos granitóides de Muniz Freire, no Estado do Espírito Santo (Figueiredo &

Campos Neto, 1991).

Os granitos da Suíte Pós-Tectônica mostram, nos aranhogramas da Figura 5.21, comportamento que pode ser correlacionável com granitos intraplaca (de Pearce et al., 1984), embora ocorra enriquecimento de Y e acentuado empobrecimento de Yb na amostra CO-7, o inverso do que ocorre nos diagramas daqueles autores. Com exceção da amostra do Granito Campina do Veado, que tem baixo teor de Ba, estes aranhogramas são comparáveis aos dos biotita granitos da região de Muniz Freire, admitidos como pós-colisionais e com origem por fusão crustal (Figueiredo & Campos Neto, *op. cit.*).

Os padrões de distribuição dos Elementos Terras Raras (ETR) para as 10 amostras analisadas estão apresentados na Figura 5.22. As figuras 5.23 e 5.24 mostram os mesmos gráficos, mas subdivididos, em *augen* gnaisses e enclaves, na primeira, e granitóides Três Córregos, na segunda.

O padrão apresentado pela amostra MN-1 (*augen* gnaisses), o mais baixo em relação ao condrito dentre as 10 amostras analisadas, sugere uma origem distinta para este litotipo. A amostra é bastante fracionada, com enriquecimento em terras raras leves (TRL) e empobrecimento em terras raras pesadas (TRP), com estabilização em torno de 4 vezes o condrito, do Er ao Lu. Este padrão é semelhante ao padrão médio de ETR de sedimentos clásticos arqueanos (Figueiredo, 1985); de gnaisses tonalíticos (Weaver & Tarney, 1980) com exceção de pequena anomalia positiva de Eu nestes; e também guarda alguma semelhança com as vulcânicas félsicas arqueanas do tipo FI de Condie (1981).

A amostra MP-1, considerada enclave nos *augen* gnaisses, apresenta, por sua vez, o padrão mais alto em relação ao condrito dentre as amostras analisadas. É muito semelhante ao das três amostras de enclaves nos granitóides Três Córregos (Figura 5.23), principalmente a amostra GD2-C.

As amostras dos enclaves dos granitóides Três Córregos (ET-51, GD1-A e GD2-C) mostram acentuado fracionamento, com enriquecimento em TRL e empobrecimento em TRP, numa disposição aproximadamente paralela e com padrão mais enriquecido em relação ao condrito inversamente proporcional ao conteúdo em sílica. Embora mais enriquecidos e com pequena anomalia negativa

de Eu, assemelham-se aos padrões dos andesitos cálcio-alcalinos de alto K e também às vulcânicas félsicas do tipo FII (Condie, 1981).

Das quatro amostras dos granitóides Três Córregos com análise de ETR, três são do tipo porfiróide e uma (do Granito Lajeado) é microporfirítica. Embora com padrões bastante parecidos, com grande fracionamento (enriquecidas em TRL e empobrecidas em TRP) e pequena anomalia negativa de Eu (Figura 5.24), as amostras dos granitos porfiróides são mais enriquecidas em relação ao condrito que a do Granito Lajeado e esta exibe leve enriquecimento de Lu em relação ao Yb, diferentemente das demais. Os padrões das três amostras do tipo porfiróide são muito parecidos com aqueles dos granitóides cálcio-alcalinos deformados (granitóide noroeste) da região de Piên, no Estado do Paraná, assumidos como granitos de arco vulcânico tipo andino (Machiavelli et al., 1991).

Em síntese, os padrões de ETR para os granitóides do Complexo Três Córregos e seus enclaves são bastante fracionados, com enriquecimento em TRL e empobrecimento em TRP, e pequenas anomalias negativas de Eu, características de granitóides de seqüências cálcio-alcalinas de médio a alto K.

O padrão de distribuição de ETR (Figura 5.22) para a única amostra da Suíte Pós-Tectônica analisada (do Granito Correias) é completamente diferente dos demais anteriormente discutidos. Caracteriza-se por TRL enriquecidas em relação ao condrito, com teores decrescentes do La ao Sm, forte anomalia negativa de Eu e TRP enriquecidas, cujos teores são crescentes do Gd ao Lu; comportamento que sugere uma origem por fusão crustal, típico de granitos anorogênicos, como admitido por Gimenez Filho et al. (1992).

Embora os dados químicos indiquem caráter anorogênico para os granitos da Suíte Pós-Tectônica, eles são aqui assumidos como mais provavelmente pós-tectônicos. Esta preferência justifica-se, como será visto no Capítulo 6, pela indicação de idades dada por três determinações K-Ar (biotitas), que situam estas intrusões em período muito próximo do admitido por Campos Neto (1991) e Campos Neto & Figueiredo (1992) (entre 600 e 585 Ma), para a cessação da granitogênese de caráter pós-orogênico

relacionada ao Ciclo Brasileiro.

Some-se a isto, o fato de que parte das muscovitas existentes nestes granitóides, até então tidas como de origem secundária refletir, mais provavelmente, origem primária, com base em estudos petrográficos de C.L. Goraieb (informação verbal), para amostras do Granito Correias. Em se confirmando esta hipótese, tais granitos seriam caracterizados como a duas micas e, conseqüentemente, com caráter pós-tectônico.

Neste caso, as características indicadas pela geoquímica poderiam ser atribuídas aos processos metassomáticos verificados nos granitos da Suíte.

Figura 5.13. Diagrama Nb x SiO₂ para as 40 amostras da área.

Figura 5.14. Diagrama Yb x SiO₂ para as 10 amostras com análises de elementos terras raras. Legenda como na Figura 5.13

Figura 5.15. Diagrama Rb x (Y+Nb) (Pearce et al., 1984) para as 40 amostras analisadas. Legenda como na Figura 5.13. Dados em ppm.

CAMPOS SEGUNDO

El Bouseily & El Sokkary, 1975

* valores em ppm

Figura 5.16. Diagrama Ba-Rb-Sr (El Bouseily & El Sokkary, 1975) para as amostras da área. Campos como nas figuras 5.17 e 5.18, abaixo.

Figura 5.17. Diagrama Ba-Rb-Sr (El Bouseily & El Sokkary 1975) para amostras da área, com dados de Gomes et al., 1975b. Legenda como na Figura 5.16.

Figura 5.18. Diagrama Ba-Rb-Sr (El Bouseily & El Sokkary 1975) para amostras da área, com dados de Theodorovicz et al. (1986). Legenda como na Figura 5.8).

Figura 5.19. Aranhogramas para amostras dos augen gnaisses (correspondendo aos extremos de maior e de menor padrão rocha/org) e dos enclaves nos granitóides Três Córregos (porção intermediária de padrão rocha/org, com maior concentração de amostras). Legenda como na Figura 5.16.

Figura 5.20. Aranhogramas para amostras dos granitóides Três Córregos. Legenda como na Figura 5.16.

+ Granito Sguário
x Granito Correias
* Gr.Campina do Veado

Figura 5.21. Aranhogramas para amostras da Suíte Pós-Tectônica.

Figura 5.22. Padrões de ETR para as 10 amostras analisadas.

Figura 5.23. Padrões de terras raras para amostras de augen gnaisses e de enclaves nos granitóides Três Córregos. Legenda como na Figura 5.22.

Figura 5.24. Padrões de terras raras para granitóides do Complexo Três Córregos. Legenda como na Fig. 5.22.

6. GEOCRONOLOGIA

Este capítulo é tratado em dois itens: um aonde se procurou registrar, para a área e adjacências, os dados geocronológicos da literatura e as principais interpretações dadas pelos diversos autores consultados (item 6.1), os quais já dão uma idéia da complexidade geocronológica da área; e, outro, em que se apresenta e interpreta os dados geocronológicos deste trabalho (item 6.2).

6.1 Trabalhos Prévios

Os dados geocronológicos disponíveis para as unidades da porção sudoeste da Faixa Apiaí, tanto metassedimentares quanto ígneas e ortoderivadas, são ainda em pequeno número, comparativamente aos dados para as unidades consideradas do embasamento cristalino situadas mais a sul desta Faixa.

A nível regional, Kaul & Teixeira (1982) apresentam uma reavaliação dos dados geocronológicos para os complexos do Arqueano e Proterozóico Inferior expostos nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Apresentam isócrona Rb-Sr para o Maciço de Serra Negra com uma idade transamazônica (2.210 ± 120 Ma e $R_i = 0,708$) e interpretam a alta razão inicial como sugestiva da existência de contaminação do magma primário durante os processos de diferenciação-acreção ou incorporação na crosta, dos materiais datados, ocorrida anteriormente ao Transamazônico. Estes autores consideram que os dados K-Ar, de 3.192 ± 37 Ma, 2.713 ± 115 Ma e 2.530 ± 36 Ma (arqueanos, portanto) se significantes, poderiam ser um indício desta última hipótese.

Para o Complexo de Itatins, Kaul e Teixeira (*op. cit.*) apresentam diagrama Rb-Sr com 15 pontos interpretados, tentativamente, como correspondentes a três isócronas, refletindo a existência de materiais com idade do ciclo Jequié (2.614 ± 68 Ma e $R_i = 0,703$), e imposição dos ciclos Transamazônico (aproximadamente 1.800 Ma) e Brasiliano (aproximadamente 630 Ma) sobre eles. A idade Jequié foi interpretada como um importante evento formador de rochas, já que a baixa razão inicial obtida é compatível com materiais ori-

ginados por diferenciação direta do manto superior. O padrão geocronológico mais jovem, por outro lado, do Ciclo Brasileiro, seria resultante da proximidade dos materiais datados com a Faixa Apiaí, cinturão este ativo neste ciclo.

Numa reavaliação regional no contexto do Cinturão Ribeira, Teixeira (1982) comenta os dados geocronológicos do Complexo Metamórfico-Migmático do Leste Paranaense e do Nordeste de Santa Catarina. O padrão, geocronológico do conjunto avaliado mostra-se generalizadamente brasileiro, com idades aparentes no intervalo de 520-700 Ma. O autor (*op. cit.*) destaca, entretanto, que duas determinações em anfibólitos e plagioclásios de anfibolitos da região de Morretes, Cacatu, Antonina e Serra Negra revelaram idades pré-brasileiras, (1.730 Ma) o que sugeriria a existência de frações de embasamento antigo do Cinturão Ribeira incompletamente rejuvenescidas em seu interior.

Especificamente quanto à geocronologia dos metassedimentos da Faixa Apiaí (Grupo Açungui e Formação Setuva), obtidos no âmbito do convênio CPRM/CPGeo e também de Batolla Jr. *et al.* (1977), Teixeira (*op. cit.*) apresenta um diagrama isocrônico Rb-Sr reunindo o conjunto de dados isotópicos então existente. Dessa forma foram definidos, tentativamente, três alinhamentos isotópicos. O mais antigo, de idade 1.420 ± 120 Ma e $R_i = 0,7166$, foi interpretado como a época de metamorfismo da Formação Setuva e necessitaria, ainda segundo Teixeira (*op. cit.*), de refinamentos geocronológicos, com a adição de amostras desta Formação com razões Rb/Sr mais elevadas. O segundo alinhamento, "melhor definido", engloba xistos então considerados como da base do Grupo Açungui (provavelmente Formação Perau). A idade de 1.212 ± 55 Ma, com $R_i = 0,7112$, foi considerada como época do metamorfismo dos metassedimentos, ao momento do fechamento do sistema isotópico das amostras. O terceiro alinhamento reúne amostras de filitos do Grupo Açungui (possivelmente Formação Capiuru) e uma de gnaisses Setuva. Forneceu idade de 586 ± 8 Ma e $R_i = 0,7434$ que representaria o último evento importante de rehomogeneização isotópica de Sr. A elevada razão inicial obtida indicaria que os materiais analisados já possuíam vivência crustal anterior ao evento Brasileiro.

As poucas determinações K-Ar existentes para os metassedi-

mentos da Formação Setuva e do Grupo Açungui (587 ± 17 Ma, 537 ± 32 Ma e 783 Ma em biotitas; e 560 ± 20 Ma em filito - RT) foram consideradas por Teixeira (1982) como idades mínimas relacionadas à imposição dos processos brasileiros sobre a área. Especificamente no caso da amostra da Formação Setuva datada em 783 Ma (biotita), esta idade evidenciaria mais uma vez o caráter pré-brasiliiano da unidade.

Cerca de duas dezenas de determinações Pb-Pb em galenas para a porção SW da Faixa Apiaí foram publicadas entre 1966 e 1983 por pesquisadores diversos (Damasceno, 1966, 1967; Damasceno & Bettencourt, 1968; Melcher, 1968; Cassedane & Lasserre, 1970; Cassedane et al., 1972; MMAJ/JICA, 1983). Embora com grande dispersão de idades obtidas por modelos diversos, é possível visualizar-se dois intervalos onde se tem maior concentração de resultados, um na faixa de 1.200-1.400 Ma e outro entre 900 e 1.100 Ma.

Tassinari et al. (1990) realizam 25 determinações da composição isotópica de Pb em amostras de galenas e 9 determinações das razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em concentrados de barita e calcita de mineralizações das formações Perau e Votuverava (incluindo Subgrupo Lajeado) e interpretam-nas juntamente com dados da literatura. Os depósitos selecionados foram incluídos em jazimentos do tipo "Perau" (minas Perau, Água Clara, Canoas e Pretinhos) e do tipo "Painelas" (minas Rocha, Furnas, Barrinha e Tigre). Situam-se, respectivamente, na Formação Perau e na Formação Votuverava (e Subgrupo Lajeado).

Neste estudo, os depósitos tipo Perau foram considerados por Tassinari et al. (op.cit.) os menos radiogênicos do conjunto analisado, com idades entre 1,7 e 1,5 Ga. Os jazimentos do tipo Painelas são mais radiogênicos e a sua formação, por processos de remobilização de Pb crustal, deu-se entre 1,3 e 1,1 Ga atrás. Estes dados são interpretados conjuntamente pelos autores (op. cit.) em termos da época de deposição das seqüências litológicas (para os jazimentos do tipo Perau), entre 1,7 e 1,5 Ga, e de atuação de um evento metamórfico (para os jazimentos do tipo Painelas) entre 1,3 e 1,1 Ga. Por extrapolação, os autores consideram que as seqüências metamórficas da Faixa de Dobramentos Apiaí foram depositadas entre 1,8 e 1,5 Ga atrás e que sofreram meta-

morfismo entre 1,4 e 1,0 Ga, com superimposição de um evento metamórfico, pelo menos termal, no Proterozóico Superior, em torno de 700 Ma.

Nogueira (1990) realiza análises Pb-Pb em duas amostras de galenas como parte de seu estudo acerca das mineralizações de ouro no depósito de Piririca (Formação Perau), no Vale do Ribeira-SP. As idades obtidas (modelo de Stacey e Kramers) foram de 1.270 e 1.303 Ma, com evidências de que a origem para o chumbo formador das galenas analisadas seria crustal, com base no modelo da Plumbotectônica

Daitx et al. (1990) apresentam isócrona Rb-Sr em rocha total para o metagabro de Apiaí (intrudido em seqüências do Subgrupo Lajeado - Formação Gorutuba) com idade de 850 ± 85 Ma e $R_i = 0,705 \pm 0,0027$. O valor foi interpretado como idade de resfriamento da intrusão, devido à baixa transformação retrometamórfica das amostras analisadas. Estes autores consideram que a intrusão teria ocorrido no Proterozóico Superior, em período sin a tardi-tectônico em relação ao principal episódio tectono-metamórfico que afetou o Grupo Açungui.

Campanha (1991) apresenta dados de três diagramas isocrônicos Rb-Sr para metabasitos e ardósias da Formação Perau e para xistos da Formação Setuva, realizadas com amostras de afloramentos da porção paulista do Vale do Ribeira. Para os metabasitos obteve-se idade de 1.745 ± 14 Ma, com $R_i = 0,7089$, interpretada como correspondente à idade de cristalização das rochas. Os xistos da Formação Setuva forneceram idade de 728 ± 26 Ma ($R_i = 0,7090$), enquanto que as ardósias da Formação Perau, de 765 ± 35 Ma ($R_i = 0,7318$). Estas idades, semelhantes dentro do erro analítico, foram interpretadas como indicativas do metamorfismo principal que afetou estas rochas.

Em adição às determinações radiométricas realizadas para os metassedimentos da Faixa, podem ser citados os estudos paleontológicos de formações estromatolíticas efetuados por Fairchild (1977, 1982) em "calcários" do Grupo Itaiacoca que sugerem uma possível idade entre 850 e 1.700 Ma para a unidade.

Os dados geocronológicos para as rochas granitóides na área da Faixa Apiaí são também em pequeno número. Salamuni &

Bigarella (1967) citam uma idade K-Ar de 604 ± 14 Ma para amostra do Granito Três Córregos, obtida no Departamento de Geodésia e Geofísica da Universidade de Cambridge. Cordani & Bittencourt (1967) efetuaram determinação K-Ar em biotitas de uma amostra de granito porfiróide do Complexo Granítico Três Córregos, coletada em Itapirapuã-SP, que forneceu idade de 510 ± 15 Ma. Cordani & Kawashita (1971) apresentam uma determinação K-Ar em biotita para o Granito Itaoca, com idade de 500 ± 15 Ma. Teixeira (1982) apresenta idade K-Ar do Granito Carumbé (Complexo Cunhaporanga) de 603 ± 21 Ma.

Mais recentemente, Souza (1990) apresenta uma isócrona Rb-Sr para enclave no Granito Cunhaporanga que forneceu idade de 642 ± 78 Ma, com $Ri = 0,74302$ e outra para o Granito Córrego do Butiá (Complexo Três Córregos), cujos dados indicaram idade de 652 ± 60 Ma ($Ri = 0,7195$). A idade do enclave foi interpretada como de rejuvenescimento provocado pela intrusão granítica que o contém.

Para os domínios adjacentes à Faixa, a sul e a sudeste, os dados exibem maior diversidade. Podem ser destacados o diagrama isocrônico para o Granito Agudos (600 ± 10 Ma, $Ri = 0,704$), e as isócronas de referência para os granitos pós-tectônicos Graciosa, Anhangava e Marumby (492 ± 16 Ma, $Ri = 0,7124$) e Guaraú, Mandira, Morro Redondo e Corupá (506 ± 7 Ma, $Ri = 0,7062$) (Teixeira, 1982). Machiavelli (1991) apresenta diagrama isocrônico para granitóides deformados da região de Piên (PR), com idade de 609 ± 36 Ma e $Ri = 0,70437$ e interpreta a formação dos referidos granitóides num arco magmático.

Os estudos geocronológicos mais recentes que envolvem uma porção do Complexo Três Córregos são os de Reis Neto (1992), que apresenta dados isotópicos de Pb, Sr e Nd para a Faixa Itaiacoca e partes dos granitóides que a ladeiam (no Estado do Paraná), ou seja, o Cunhaporanga, a noroeste, e o Três Córregos, a sudeste. Para metadoleritos da Faixa Itaiacoca apresenta idade Pb-Pb de 1.083 ± 252 Ma ($\mu_1 = 8,07$), interpretada como idade mínima. Para gnaisses associados a quartzitos do Complexo Cunhaporanga mostra idade Rb-Sr de 735 ± 38 Ma ($Ri = 0,7071$) e idade modelo Sm-Nd entre 1,7 e 1,8 Ga.

Para gnaisses associados a rochas calciossilicáticas do

Complexo Três Córregos, Reis Neto (*op. cit.*) obteve idade Rb-Sr de 658 ± 49 Ma ($R_i = 0,7098$) e idade modelo Sm-Nd (TDM) de $\pm 2,0$ Ga. Para o granitóide porfiróide do Complexo, revelou isócrona Rb-Sr com idade de 509 ± 31 Ma ($R_i = 0,7128$), interpretada como mínima, sendo proposta uma idade em torno de 550 Ma para a colocação deste granitóide, com base em tratamento estatístico com os erros verificados.

6.2 Resultados Obtidos

São aqui apresentados e discutidos os resultados das análises geocronológicas realizadas nesta dissertação pelos métodos Rb-Sr, K-Ar e U-Pb. No Anexo B constam a localização das amostras e o tipo de análise efetuada. No Apêndice 2 são apresentadas tabelas, por conjunto litológico, de todas as amostras processadas pelo método Rb-Sr (isocrônico em rocha total). Estas tabelas incluem também todas as amostras analisadas pela fluorescência de raio-X mas que não compõem diagramas isocrônicos, no intuito de facilitar aos possíveis interessados uma eventual retomada de estudos geocronológicos na área.

As unidades geológicas da área que foram objeto das análises geocronológicas podem ser consideradas, em concordância com os dados petrográficos e litoquímicos discutidos nos capítulos 4 e 5, em três grupos distintos:

1. Augen Gnaisses e seus enclaves;
2. granitóides Três Córregos e seus enclaves; e,
3. granitos da Suíte Pós-Tectônica.

Estes três grupos serão abordados separadamente quanto aos dados e resultados geocronológicos obtidos.

Foram realizadas 15 determinações K-Ar, sendo uma em augen gnaiss, 11 no Complexo Granítico Três Córregos e três na Suíte Pós-Tectônica.

Pelo método isocrônico Rb-Sr foram analisadas 53 amostras, sendo 15 na área dos augen gnaisses, 28 na área dos granitóides do Complexo Três Córregos e 10 da Suíte Pós-Tectônica.

As duas amostras escolhidas para determinação U-Pb são, uma, de augen gnaiss e, outra, do Granito Saival (Suíte Porfiróide, do Complexo Três Córregos). Deve-se salientar que os

dados U-Pb apresentados são preliminares, obtidos em caráter experimental no CPGeo.

Dados de determinações ^{40}Ar - ^{39}Ar de amostras encaminhadas para análise não são aqui apresentados e discutidos, uma vez que ainda não foram concluídas, o que se espera para futuro breve, através da cooperação científica em curso com o Institute of Human Origins, em Berkeley, EUA.

No método K-Ar, a constante de decaimento total (λ) do ^{40}K é dada pela soma das constantes de decaimento do ^{40}K para o ^{40}Ar (λ_e) e para o ^{40}Ca (λ_β), cujos valores recomendados pela Subcomissão de Geocronologia da IUGS são (Steiger & Jäger, 1977, *apud* Faure, 1986):

$$\lambda_e = 0,581 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_\beta = 4,962 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

$$\lambda_T = 5,543 \times 10^{-10} \text{ anos}^{-1}$$

No método Rb-Sr, a constante de decaimento do ^{87}Rb e a razão $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ aceitas pela IUGS (Steiger & Jäger, *op. cit.*), são:

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

$$^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0,1194$$

A quase totalidade dos diagramas isocrônicos Rb-Sr em rocha total foi confeccionada utilizando-se o modelo de Williamson (1968, *apud* Kawashita et al., 1990). Os níveis de corte (para níveis de confiança de 95%) convenientes para a distinção entre isócrona e errócrona nos diagramas Rb-Sr, acima dos quais são definidas errócronas, são os seguintes (obtidos de Kawashita et al., *op. cit.*):

Nº de pontos:	3	4	5	6	7	8	9	10
MSWD:	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02.

Deve-se registrar, antecipadamente, que se optou por apresentar alguns diagramas Rb-Sr, mesmo com MSWD exageradamente altos, com objetivo de ilustrar a complexidade isotópica inerente aos litotipos estudados pelo método isocrônico. Tais dados não foram considerados na determinação de idades, o que é registrado na discussão dos mesmos.

6.2.1 Augen gnaisses e seus enclaves

Os três litotipos existentes na área desta unidade foram considerados separadamente para tentativa de se obter isócrona Rb-Sr. Os conjuntos de enclaves e de veios aplíticos foram analisados e têm seus dados aqui discutidos (separadamente). Já o conjunto dos augen gnaisses (12 amostras) não apresentou variação significativa na razão Rb/Sr, não se dando prosseguimento nas análises. Seus dados constam da Tabela 1 (Apêndice 2). Uma amostra de augen gnaissse foi processada para determinação U-Pb em zircões e seus resultados são aqui discutidos. Foi realizada também uma determinação K-Ar em biotitas, concentradas das amostras dos augen gnaisses.

6.2.1.1. Enclaves nos augen gnaisses

O conjunto de amostras processadas corresponde a dioritos e quartzo monzodioritos gnáissicos, cujo diagrama isocrônico acha-se apresentado na Figura 6.1. A reta obtida (9 pontos) foi traçada por regressão simples (modelo de Shields, 1963, apud Kawashita et al., 1990) e indicou idade de 1.818 ± 175 Ma, com $R_i = 0,7050 \pm 0,0693$. Uma vez que fica clara a existência, no diagrama, de dois conjuntos de amostras com patamares distintos e aproximadamente paralelos, o que sugere a rehomogeneização incompleta do sistema Rb-Sr no afloramento estudado, procedeu-se a separação destes conjuntos, cujos diagramas constam das figuras 6.2 e 6.3. Uma outra amostra (MP-14), não foi considerada neste diagrama, por apresentar comportamento anômalo ao conjunto (amostra espúria, conforme Kawashita et al., 1990); sua inclusão leva a idade da isócrona da Figura 6.1 para 2.179 ± 265 Ma ($R_i = 0,703$).

Os dois diagramas isocrônicos obtidos (figuras 6.2 e 6.3), com 6 e com 3 amostras, respectivamente, indicaram as idades de 1.801 ± 38 Ma ($R_i = 0,7043 \pm 0,0002$) e de 1.790 ± 86 Ma ($R_i = 0,7068 \pm 0,0004$). Com base no exposto e no comportamento das amostras é sugerido que a idade de 1,8 Ga seja considerada uma idade mínima para os litotipos estudados, referente à rehomogeneização (incompleta porém significativa) isotópica dos sistemas Rb-Sr das amostras no final do Ciclo Transamazônico. Os dados analíticos das 10 amostras constam da Tabela 6.1.

Figura 6.1. Diagrama isocrônico Rb-Sr (por regressão simples) para 9 amostras de enclaves de dioritos a quartzo monzodioritos gnáissicos nos augen gnaisses. Dados analíticos na Tabela 6.1.

Figura 6.2. Diagrama isocrônico Rb-Sr para 6 amostras da Figura 6.1.

Figura 6.3. Diagrama isocrônico Rb-Sr para 3 amostras da Figura 6.1.

Tabela 6.1. Dados analíticos Rb/Sr (rocha total) para amostras de enclaves de dioritos a quartzo monzodioritos gnáissicos nos augen gnaisses (MP e MM) e dos veios aplíticos (MA).

N.º LAB	N.º CAMPO	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	Erro	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Erro
11584	MP-4	153,62	985,50	0,4515	0,0076	0,715770	0,00006
11585	MP-6	124,12	1211,25	0,2968	0,0050	0,714510	0,00007
11586	MP-7	108,04	947,40	0,3302	0,0055	0,712270	0,00007
11587	MP-11	131,32	1060,40	0,3587	0,0060	0,715820	0,00008
11588	MP-12	111,99	733,95	0,4419	0,0074	0,716120	0,00009
11589	MP-13	47,58	653,02	0,2109	0,0035	0,709910	0,00006
11635	MP-14	128,00	342,70	1,0850	0,0310	0,740960	0,00006
11449	MM-2	156,20	489,50	0,9250	0,0260	0,728310	0,00014
11450	MM-3A	143,30	563,00	0,7380	0,0210	0,725960	0,00005
11451	MM-3B	164,20	549,80	0,8660	0,0240	0,727170	0,00010
11444	MA-1	180,20	407,40	1,2830	0,0360	0,729230	0,00008
11445	MA-3	156,00	269,20	1,6840	0,0470	0,748980	0,00007
11446	MA-4	150,60	747,10	0,5840	0,0160	0,714780	0,00006
11447	MA-6	184,20	595,80	0,8960	0,0250	0,718560	0,00005
11448	MA-7	196,00	575,40	0,9870	0,0280	0,720180	0,00007

A Figura 6.4 apresenta diagrama de evolução do Sr (que representa o crescimento da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em função do tempo geológico para o Manto Superior; Faure, 1986) para os dados de diversos diagramas isocrônicos. As linhas médias de evolução isotópica foram traçadas a partir do ponto dado pela razão inicial e pela idade indicada em cada diagrama isocrônico, enquanto que a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ atual foi obtida com a média aritmética das razões de cada amostra por isócrona. As retas obtidas para os enclaves nos augen gnaisses (1, 2 e 3, na Figura 6.4) indicam que estes litotipos seguramente já apresentavam vivência crustal anterior. Tratar-se-iam de materiais gerados a partir de rocha incorporada à crosta em tempos mais antigos que a idade obtida, aqui interpretada como de metamorfismo, embora este período seja mais jovem que o admitido para o ápice dos processos do Ciclo Transamazônico.

6.2.1.2 Augen gnaisses

Como já referido anteriormente, não foi possível a obtenção de isócrona Rb-Sr com amostras destes litotipos. Entretanto, obteve-se uma determinação K-Ar em biotitas e a análise, tentativa e experimental, de zircões de uma amostra pelo método U-Pb.

Os dados U-Pb da amostra de augen gnaiss (MN-15) estão representados, esquematicamente, na Figura 6.5. Como se observa no

diagrama, os dados são precários e não conclusivos, sendo necessária nova catação de zircões na amostra e abrasão com pirita para reanálise, na busca de resultados significativos. A análise de titanita também poderia ser tentada, pois a idade de sua formação corresponderia à do possível "crescimento" dos zircões. O principal problema verificado na amostra aqui datada deve-se, provavelmente, à significativa perda de chumbo dos zircões, conforme é demonstrado pelo comportamento dos pontos no diagrama concórdia (Figura 6.5).

Embora mantidas tais ressalvas, o diagrama da Figura 6.5 parece apontar para a existência de idades do Proterozóico Inferior, com base nos interceptos superiores das retas 1 e 2. A reta 1, com intercepto inferior fixado em 660 Ma (com base em idade Rb-Sr para o Granito Córrego do Butiá), aponta um intercepto superior com a concórdia de 2,4 Ga, enquanto que a reta 2, sem fixação de intercepto inferior, aponta o superior para 1,86 Ga. Este valor é próximo daquele obtido para idades Rb-Sr nos enclaves gnáissicos (Figuras 6.1, 6.2 e 6.3), no mesmo afloramento da amostra MN-15, de onde se separou os zircões analisados.

Figura 6.4. Diagrama de evolução do Sr para enclaves nos augen gnaisses (retas 1, 2 e 3, com dados das figuras 6.1, 6.2 e 6.3, respectivamente); para granitóides do Complexo Três Córregos (retas A e B, com dados das figuras 6.7 e 6.8, respectivamente); e para os granitos pós-tectônicos (reta C, com dados da figura 6.12C).

A idade em biotita obtida pelo método K-Ar, de 608 ± 9 Ma (amostra MN, na Tabela 6.2), foi interpretada como indicativa de resfriamento nos estágios finais do Ciclo Brasileiro.

6.2.1.3 Veios aplíticos

Os dados analíticos Rb-Sr das cinco amostras analisadas (MA) constam da Tabela 6.1 e as errócronas traçadas estão na Figura 6.6. Dada a complexidade isotópica verificada, estes dados não podem ser considerados na indicação de idades, servindo apenas como registro da perturbação do sistema Rb-Sr das amostras.

A discrepância nestes resultados analíticos poderia ser explicada isotopicamente pela mistura com material das encaixantes e absorção de Sr destas, resultando em idades irrealmente mais antigas.

Figura 6.5. Diagrama concórdia esquemático em amostra de augen gnaisses (MN-15). Reta 1, com intercepto inferior fixado em 660 Ma e, reta 2, sem fixação.

Figura 6.6. Errócronas para amostras de veios aplíticos nos augen gnaisses. Retas 1 e 2 com 4 e 3 pontos, respectivamente. Dados analíticos na Tabela 6.1.

6.2.2. Complexo Granítico Três Córregos

Entre os diversos corpos de granitóides pertencentes ao Complexo Granítico Três Córregos, 6 conjuntos de amostras de diferentes afloramentos foram processadas para tentativa de obtenção de isócronas Rb-Sr. Três conjuntos de amostras de enclaves foram também analisados, sendo um de enclaves no Granito Barra do Chapéu e dois nos Granitóides Orientados. Deste total de 9 conjuntos de amostras processadas, 6 foram analisados, uma vez que os conjuntos dos Granitóides Orientados, do Granito Saival e do Granito Lajeado, não apresentaram variação na razão Rb/Sr (seus dados Rb-Sr estão apresentados nas tabelas 5, 7 e 9, do Apêndice 2). Os conjuntos analisados são: um dos Granitóides Orientados, dois da Suíte Porfiróide e três de enclaves. Contudo, o conjunto de amostras do Granito Barra do Chapéu (Suíte Porfiróide) mostrou grande perturbação do seu sistema isotópico (amostras ET, na Tabela 6.3) e, como tal, não se prestou para um diagrama.

Tabela 6.2. Dados analíticos K-Ar em biotitas de amostras da área. Abaixo acham-se listados os diversos corpos e as amostras correspondentes.

Nº DE LAB.	Nº DE CAMPO	%K	%Erro	Ar40Rad* (x10-6)	Ar.Atm. (%)	Idade (Ma)	Erro (Ma)
6993	MN	5,4800	1,1244	153,83	5,24	608	9
7010	AM1	7,0480	0,7785	187,14	2,30	580	7
7004	AM4	6,0932	0,5000	188,02	3,90	658	7
7003	E2	4,7899	0,5000	135,00	8,54	610	7
7005	TC-14	6,2303	1,6796	167,98	3,36	587	11
7009	TC-15	5,9654	1,0363	171,49	3,18	620	9
7122	VA-2	6,2800	0,7032	176,99	1,41	610	7
7008	ET-48	7,0930	1,4411	201,80	2,03	615	11
7119	S	6,5124	0,5000	188,62	3,42	624	7
7120	PT-1	6,0142	2,0427	171,70	3,89	617	14
7123	GD1	6,0730	1,0057	171,78	1,62	612	9
6994	L	6,2523	1,5670	188,30	2,90	645	12
7007	CO-7	5,2664	3,2562	135,38	4,49	564	19
7006	SG1-A	6,7023	0,6878	183,70	3,32	596	7
7121	SG2-G	5,1952	0,8402	137,57	2,66	578	8

*(ccSTP/g)

COMPLEXO TRÊS CÓRREGOS:

AUGEN GNAISSES: MN

SUÍTE PÓS-TECTÔNICA:

Granito Correias: CO-7

Granito Squário 1: SG1-A

Granito Squário 2: SG2-G

Granitóides Orientados: AM1, AM4 e E2

Gr.B.do Chapéu: TC-14, TC-15 e ET-48

Granito Saival: S

Granito Paiol de Telha: PT-1

Enclave nos Gran. Orientados: GD1

Veio granítico no ponto TC-15: VA-2

Granito Lajeado: L

6.2.2.1 Granitóides Orientados

O conjunto de amostras destes granitóides com análise Rb-Sr foi coletado em afloramentos da porção norte da área, situados a sul e a oeste de Ribeirão Branco. A Figura 6.7 apresenta o diagrama isocrônico para as 5 amostras analisadas, cujos dados analíticos constam da Tabela 6.3 (amostras AM).

Embora com alto MSWD, que a caracteriza como errôcrona, devido a pequena distribuição dos pontos no diagrama, a idade obtida (788 ± 76 Ma, com $R_i = 0,7128 \pm 0,0007$) pode ser considerada como representativa da época de formação destas rochas.

A alta razão inicial verificada e o diagrama de evolução do Sr (Reta A, na Figura 6.4) indicaria uma origem claramente crustal para estes granitóides. Entretanto, considerando-se os dados geoquímicos (Capítulo 5) para os granitóides Três Córregos (incluindo os Granitóides Orientados) e seus enclaves, que os caracterizam como do tipo-I (derivados de rochas de composição gabróica a granítica), admite-se que a alta razão inicial seria devida a um processo de contaminação crustal durante a ascensão do corpo. O diagrama de evolução do Sr sugere, ainda, que seus protolitos poderiam ser correlacionados a materiais com evolução isotópica semelhante aos litotipos dos enclaves nos augen gnais-ses.

A idade K-Ar (658 ± 7 Ma, Tabela 6.2), obtida em biotitas concentradas das amostras (AM4) que compõem o diagrama da Figura

6.7, é a mais antiga verificada por este método dentre todas as amostras analisadas neste trabalho. É interpretada como representando a época de resfriamento do granitóide, sendo coerente com o padrão Rb-Sr acima obtido. Por outro lado, a análise K-Ar na amostra AM-1, coletada no mesmo corpo, mas 11 Km a oeste deste afloramento, indicou idade em biotita de 580 ± 7 Ma, portanto cerca de 70 Ma mais jovem que a outra idade K-Ar. Esta diferença poderia ser explicada pelo soerguimento diferencial ou, o que é mais plausível, pela influência da intrusão do Granito Sguário, mais jovem e distante em superfície, cerca de 500 m do ponto de coleta da amostra AM-1. O aquecimento provocado por este corpo pós-tectônico seria a causa do escape de Ar no sistema da referida amostra, rejuvenescendo a idade K-Ar do Granitóide Orientado analisado.

Na amostra E2, coletada na extensão sul-sudeste do corpo (a norte de Araçaíba, Anexo B), obteve-se idade K-Ar (em biotitas) de 610 ± 7 Ma, significativamente mais nova que a amostra AM4 citada acima, o que pode ser explicado: 1. pela proximidade com importantes falhamentos, que poderiam ter aberto o sistema K-Ar; 2. pela proximidade com os granitos Barra do Chapéu e Saival, distantes mais ou menos um quilômetro, a oeste e a leste, respectivamente, e com idades K-Ar da ordem de 620 Ma; e 3. devido a esta porção dos Granitóides Orientados tratar-se, o que é mais provável, de corpo granítico mais jovem (mas dentro da granitogênese Três Córregos), contemporâneo aos veios graníticos intrusivos no Granito Barra do Chapéu, cuja idade K-Ar é a mesma, de 610 ± 7 Ma (amostra VA-2, Tabela 6.2).

6.2.2.2 Suíte porfiróide

Dois corpos graníticos desta suíte foram analisados pelo método Rb-Sr: o Granito Córrego do Butiá e o Granito Barra do Chapéu. O Granito Saival teve uma amostra analisada pelo método U-Pb em zircões.

Para o Granito Córrego do Butiá, apresenta-se um diagrama isocrônico Rb-Sr (Figura 6.8) com 8 amostras, sendo 3 amostras obtidas no presente trabalho (B, na Tabela 6.3) e 5 outras (CB, Tabela 6.3) oriundas de Souza (1990), todas elas coletadas no mesmo afloramento. Os resultados obtidos (idade de 664 ± 62 Ma,

$R_i = 0,7159 \pm 0,0008$ e $MSWD = 3,4$) são admitidos como correspondentes à idade da intrusão. A alta razão inicial, assim como o diagrama de evolução do Sr (Reta B, na Figura 6.4), são aqui interpretados como indicativos de contaminação crustal, por correlação com os dados geoquímicos deste e dos demais granitóides Três Córregos, que indicam tratarem-se de granitos do tipo I.

Para o Granito Barra do Chapéu, as análises realizadas na tentativa de obtenção de isócrona Rb-Sr (amostras ET, na Tabela 6.3), devido a homogeneidade composicional na razão Rb-Sr e a inexistência de um padrão isotópico único, não foi possível a

Figura 6.8. Diagrama isocrônico Rb-Sr para 8 amostras do Granito Córrego do Butiá. Dados analíticos na Tabela 6.3.

composição de um diagrama. O problema verificado deve estar relacionado à escala do sistema Rb-Sr frente às dimensões e a quantidade dos megacristais de K-feldspato nas amostras, apesar de, na coleta, o volume de material ter sido da ordem de 5-6 Kg por amostra.

Das seis determinações K-Ar realizadas em rochas da Suíte Porfiróide, três são no Granito Barra do Chapéu, uma no Granito Saival, uma no Granito Paiol de Telha e uma em veio granítico que corta o Granito Barra do Chapéu (Tabela 6.2).

As determinações K-Ar efetuadas em amostras da Suíte Porfiróide mostram grande homogeneidade de resultados, situando-se, quatro deles, no intervalo de 615 a 624 Ma, como verificado na

Tabela 6.3. Dados analíticos Rb/Sr para amostras dos Granitóides Orientados (AM) e dos granitos Córrego do Butiá (B e CB) e Barra do Chapéu (ET).

NºLAB	NºCAMPO	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	Erro	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Erro
11633	AM1	135,86	595,95	0,6606	0,0134	0,719900	0,00005
11634	AM3-A	161,60	582,60	0,8040	0,0230	0,722400	0,00005
11615	AM4-A	126,72	612,52	0,5995	0,0106	0,720220	0,00009
11616	AM4-E	141,78	641,18	0,6413	0,0108	0,720050	0,00006
11617	AM4-F	140,79	642,96	0,6345	0,0110	0,719840	0,00010
11618	AM4-H	151,26	570,05	0,7690	0,0129	0,721050	0,00007
11440	B-5	145,00	446,00	0,9420	0,0270	0,723980	0,00009
11441	B-6	137,60	459,00	0,8690	0,0250	0,724710	0,00009
11442	B-8	146,90	507,60	0,8390	0,0240	0,724190	0,00008
11443	B-11	172,30	433,60	1,1520	0,0330	0,724940	0,00006
9640	CB-3*	150,60	444,20	0,9830	0,0280	0,725380	0,00005
9641	CB-6*	124,80	471,60	0,7670	0,0220	0,723040	0,00006
9642	CB-8*	177,30	485,80	1,0580	0,0300	0,725910	0,00005
9643	CB-9*	155,60	473,50	0,9530	0,0270	0,724720	0,00005
9644	CB-12*	172,10	427,60	1,1670	0,0330	0,726470	0,00005
11630	ET-48	214,44	759,88	0,8170	0,0113	0,717540	0,00009
11631	ET-49	141,53	717,42	0,5715	0,0096	0,717870	0,00005
11632	ET-53	134,00	577,70	0,6720	0,0190	0,718420	0,00007
11637	ET-54	193,41	756,22	0,7490	0,0103	0,717400	0,00005
11638	ET-55	183,37	855,32	0,6210	0,0086	0,716710	0,00005

* Dados de Souza (1990).

Tabela 6.2: Granito Barra do Chapéu, amostras TC-15 (620 ± 9 Ma e ET-48 (615 ± 11 Ma); Granito Saival (624 ± 7 Ma); e Granito Paiol de Telha (617 ± 14 Ma). Uma amostra de veio granítico no Granito Barra do Chapéu (junto à amostra TC-15 deste) indicou idade de 610 ± 7 Ma, muito próxima às demais.

A amostra TC-14, também do Granito Barra do Chapéu, indicou idade K-Ar um pouco mais jovem (587 ± 11 Ma), ainda assim não fugindo em demasia do padrão geocronológico K-Ar das demais. Esta amostra localiza-se na extremidade sul da área, portanto relativamente distante das outras do Granito Barra do Chapéu, cuja idade mais jovem poderia ser explicada por soerguimento diferencial da área. Registre-se aqui, que esta amostra (TC-14), é do mesmo afloramento de uma amostra analisada pelo método U-Pb em zircões (TC-1), com idade em torno de 650 Ma (R.V. Schmus, inf. verbal).

Estes dados K-Ar obtidos para a Suíte Porfiróide são concordantes com aqueles de Salamuni & Bigarella (1967), para amostra do Granito Três Córregos (604 Ma), e de Teixeira (1982) para o Granito Carumbé (do Complexo Cunhaporanga) (603 Ma),

referidos no item 6.1, e caracterizam o resfriamento relativamente à colocação destes granitos nos estágios finais do Ciclo Brasileiro.

A Figura 6.9 apresenta diagrama concórdia com 4 pontos (dados U-Pb em zircões, obtidos em caráter experimental no CPGeo) para uma amostra do Granito Saival, com intercepto superior indicando idade de 719 ± 162 Ma. Embora com erro elevado, a idade pode ser extrapolada como a época aproximada de intrusão da maioria dos granitóides Três Córregos. Como já referido, há uma indicação de idade de 650 Ma, pelo método U-Pb em zircões, para o Granito Barra do Chapéu.

6.2.2.3 Enclaves no Complexo Três Córregos

Foram analisados com objetivo de obtenção de isócrona Rb-Sr, três conjuntos de amostras, de afloramentos distintos, constituídos de enclaves nos granitos do Complexo Três Córregos. Dois conjuntos (GD1 e GD2) são de afloramentos nos Granitóides Orientados e, o terceiro (ET), em afloramento no Granito Barra do Chapéu. Os dados analíticos Rb-Sr constam da Tabela 6.4.

Figura 6.9. Diagrama concórdia com zircões da amostra S-15 (Granito Saival).

No geral estas amostras apresentam baixo teor de Rb e, conseqüentemente, baixa razão Rb/Sr ($<0,7$), dificultando a confecção dos diagramas. Em se considerando cada afloramento amostrado isoladamente, os gráficos indicaram idades absurdas, sugerindo que a escala da difusão isotópica do sistema Rb-Sr transcende a escala do afloramento. Com isso optou-se pelo tratamento das amostras dos três afloramentos num mesmo

diagrama, que é apresentado na Figura 6.10.

O alinhamento hipotético assim obtido sugere idade de 695 ± 15 Ma ($R_i = 0,713$), com MSWD extremamente alto (120). Em seguida adotou-se um procedimento alternativo justificado pela razão inicial compatível (Kawashita et al., 1990), que foi a construção de um diagrama apenas com as amostras que se situaram mais próximas à reta, que resultou ainda numa errócrona, com idade de 722 ± 23 Ma e $R_i = 0,7129 \pm 0,0001$, mas com MSWD = 9,66 (Figura 6.11).

Conquanto a interpretação dos resultados deva ser feita com a devida cautela, vale registrar que as idades obtidas (em torno de 700 Ma) situam-se em posição intermediária entre as idades Rb-Sr dos Granitóides Orientados (ca. 790 Ma, Figura 6.7) e aquelas do Granito Córrego do Butiá (ca. 660 Ma, Figura 6.8) e que fazem parte do mesmo conjunto de granitóides aqui admitidos no Complexo Três Córregos. Em adição, pode-se lembrar que a idade de 722 Ma (Figura 6.11) é compatível totalmente com aquela obtida pelo método U-Pb (719 Ma) para o Granito Saival, corpo este pertencente também ao Complexo Três Córregos.

Em suma, estas indicações de idade para os enclaves nestes granitóides podem ser interpretadas como idades mínimas, ou seja, relacionadas a uma rehomogeneização isotópica geral dos enclaves à época da granitogênese Três Córregos. Outra hipótese alternativa a ser aventada, seria a de mistura de dois componentes, porém esta foi descartada, uma vez que o teste com

Tabela 6.4. Dados analíticos Rb/Sr para os enclaves nos Granitóides Orientados (GD) e no Granito Barra do Chapéu (ET).

NºLAB	NºCAMPO	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	Erro	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Erro
11623	GD1-B	80,99	821,01	0,2857	0,0048	0,715210	0,00006
11624	GD1-D	72,47	1048,69	0,2001	0,0034	0,714890	0,00008
11625	GD1-F	116,55	749,55	0,4564	0,0080	0,716160	0,00005
11626	GD1-G	100,17	835,50	0,3472	0,0059	0,715420	0,00006
11627	GD2-B	120,55	794,46	0,4396	0,0074	0,718630	0,00006
11628	GD2-D	149,77	654,45	0,6631	0,0112	0,719770	0,00006
11629	GD2-E	133,07	800,76	0,4815	0,0081	0,718660	0,00007
11572	ET-18	93,02	1004,57	0,2682	0,0045	0,715850	0,00006
11573	ET-19	94,60	791,81	0,3461	0,0058	0,716900	0,00007
11574	ET-23	56,07	850,16	0,1910	0,0032	0,716400	0,00010
11575	ET-26	57,43	945,01	0,1760	0,0029	0,716120	0,00006
11731	ET-28	44,04	725,65	0,3714	0,0051	0,716380	0,00008
11636	ET-51	114,27	867,82	0,3814	0,0066	0,716560	0,00005

Figura 6.10. Erró-crona para amostras de enclaves nos Granitóides Orientados (GD) e no Granito Barra do Chapéu (ET). Dados analíticos na Tabela 6.4.

Figura 6.11. Erró-crona com pontos selecionados da Figura 6.10.

o diagrama de mistura ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ versus $1/\text{Sr}$), não corroborou este processo.

Finalmente, uma determinação K-Ar em biotitas de amostras de enclaves nos Granitóides Orientados (GD1, na Tabela 6.2) indicou idade de 612 ± 9 Ma, a qual é coerente com as demais idades aparentes K-Ar obtidas nas proximidades (Granitóides Orientados, 610 Ma; Granito Barra do Chapéu, de 615 e 620 Ma; e de veio granítico, 610 Ma), e que estão registrando o resfriamento regional do Ciclo Brasileiro.

6.2.2.4 Granito Lajeado

Como já referido anteriormente, o conjunto de amostras deste granito processadas para isócrona Rb-Sr mostrou-se muito homogêneo, não se prestando para tal fim. Seus dados constam da Tabela 9 do Apêndice 2.

Por outro lado, a determinação K-Ar em biotitas

concentradas daquelas amostras indicou idade de 645 ± 12 Ma, sugerindo não ser o Granito Lajeado intrusivo no Barra do Chapéu, uma vez que as três análises K-Ar para o Granito Barra do Chapéu (Tabela 6.2) e uma de veio granítico naquele granito apresentaram idades menores que esta (predominantemente na faixa de 610-620 Ma). Possivelmente o Granito Lajeado tem a mesma idade do Barra do Chapéu, ou mesmo pode ser considerado um pouco mais antigo (mas dentro da mesma granitogênese) e ter sido englobado por este.

6.2.3 Suíte Granítica Pós-Tectônica

Foram obtidas isócronas Rb-Sr para os Granitos Correias e Sguário, além de três determinações K-Ar em biotitas de amostras destes granitos.

As figuras 6.12A e 6.12B apresentam diagramas isocrônicos, respectivamente, para os granitos Correias e Sguário, enquanto que a Figura 6.12C mostra o diagrama com as amostras de ambos os granitos, cujos dados analíticos estão apresentados na Tabela 6.5. Uma amostra do Granito Correias (CO-6) não foi considerada nas figuras (6.12A e C) pois seus dados analíticos são anômalos em relação às demais.

Tabela 6.5. Dados analíticos Rb/Sr para amostras dos Granitos Correias (CO) e Sguário (SG).

NºLAB	NºCAMPO	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	Erro	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Erro
11452	CO-3	405,90	122,50	9,6720	0,2710	0,795080	0,00011
11453	CO-4	339,70	117,80	8,4110	0,2360	0,786570	0,00009
11454	CO-6	375,60	86,50	12,6810	0,3550	0,799330	0,00012
11455	CO-9	534,50	83,50	18,8070	0,5240	0,861710	0,00007
11456	CO-10	374,10	56,50	19,4460	0,5420	0,857350	0,00011
11778	SG1-B	288,30	138,10	6,0740	0,1710	0,762100	0,00006
11779	SG1-E	361,80	75,70	13,9840	0,3910	0,819200	0,00008
11780	SG1-F	359,70	73,50	14,3280	0,4010	0,825130	0,00019
11781	SG2-D	343,70	144,20	8,7750	0,2460	0,783410	0,00013
11777	SG2-G	347,30	144,80	6,9930	0,1960	0,783310	0,00015

As isócronas obtidas indicam idade de 480 ± 19 Ma, $R_i = 0,7289 \pm 0,0032$ e MSWD= 1,4 (Granito Correias) e de 523 ± 21 Ma, $R_i = 0,7171 \pm 0,0027$ e MSWD= 0,5 (Granito Sguário). O diagrama conjunto forneceu idade de 526 ± 14 Ma, $R_i = 0,7187 \pm 0,0021$ e MSWD= 3,3. Esta idade corresponderia à época de colocação dos granitos da Suíte Pós-Tectônica, ou seja, no período Cambriano-

Ordoviciano. As altas razões iniciais confirmam uma derivação crustal para estes corpos (Figura 6.4). Estas idades são concordantes com aquelas obtidas por Teixeira (1982) para granitos pós-tectônicos, referidas no item 6.1.

A idade K-Ar (biotitas) obtida para o Granito Correias (CO-7, na Tabela 6.2) foi de 564 ± 19 Ma, enquanto que para o Granito Sguário 1 foi obtido um valor de 596 ± 7 Ma e, para o Sguário 2, de 578 ± 8 Ma (amostras SG1-A e SG2-G, respectivamente, na Tabela 6.2). Tais idades são completamente discordantes do esperado a partir da observação dos dados Rb-Sr e poderiam ser explicadas: 1. pela absorção de Ar das encaixantes, tornando-as irrealmente mais velhas; 2. pela existência de metassomatismo nos granitos, com abertura do sistema Rb-Sr, tornando os resultados por este método irrealmente mais jovens.

Prefere-se aqui optar pela hipótese 2, uma vez que os diagramas isocrônicos não possuem uma distribuição ideal dos pontos analíticos, além de não haver efetivamente controle da razão inicial obtida. Nesta hipótese, as idades K-Ar estariam corretas e a faixa de idades entre 564 a 596 Ma representaria o resfriamento dos referidos granitos. Assim, tais granitos viriam representar o plutonismo final do Ciclo Brasileiro, com caráter de evento pós-tectônico, o que é aqui admitido, em que pese a relevância dos dados geoquímicos. Contudo, tendo em vista os resultados geocronológicos Rb-Sr e K-Ar, a definição mais precisa da idade de colocação dos granitos Correias e Sguário somente será alcançada por datações pelo método U-Pb.

Figura 6.12. Isócronas Rb-Sr para amostras da Suíte Pós-Tectônica. Dados analíticos na Tabela 6.5.

7. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

Neste capítulo apresenta-se uma resenha dos principais modelos evolutivos já propostos envolvendo a área (item 7.1) e, a seguir (item 7.2), são feitas breves considerações sobre alguns destes modelos, tendo-se em conta os resultados obtidos neste trabalho.

7.1 Modelos propostos

Os principais modelos já referidos para explicar a evolução desta porção da Faixa Apiaí e adjacências são resumidos a seguir.

Petri & Suguio (1969) propõem condições miogeossinclinais tipo plataforma continental, para os metassedimentos na área da Faixa Apiaí, onde as unidades do Grupo Itaiacoca constituir-se-iam nas porções mais externas, possivelmente um misto de planícies de marés e lagunas.

Chiodi Filho (1984) considera evolução para as bacias Setuva e Açungui, a partir de uma estrutura aulacogênica (entre 1400 e 1100 Ma) seguida por rifteamento até aproximadamente 900 Ma.

Hasui et al. (1984a, b) propõem uma evolução por megazonas de cisalhamento dúctil, subhorizontais, relacionadas a cinturões móveis de idade arqueana tardia, com rifteamento posterior e formação de bacias alongadas, restritas e orientadas segundo NE-SW. Nestas bacias depositariam-se os sedimentos do Grupo Itaiacoca (que constituiria uma unidade independente, a Faixa Itapeva) a NW, e os do Grupo Açungui, a SE, este considerado como compreendido apenas pelos metassedimentos do Subgrupo Lajeado, ao que se restringiria a Faixa Apiaí. Neste modelo, a região ocupada pelo Complexo Granítico Três Córregos é interpretada como um alto do embasamento ("Maciço Catas Altas") e as porções granitóides deformadas como ortognaisses arqueanos.

Hasui (1986) posiciona temporalmente o evento de cisalhamento dúctil de baixo ângulo (de Hasui et al., *op.cit.*) no final do Arqueano, com sutura marcada pelo lineamento Lancinha-Itapeúna-Cubatão e cavalgamento do bloco sul sobre o bloco norte. No Ciclo Transamazônico teria ocorrido "cisalhamento dúctil de

alto ângulo concentrado em faixas lineares, em conexão com rotações da massa continental". As bacias Itaiacoca e Lajeado teriam desenvolvimento "por processos ensiálicos, a partir do Proterozóico Médio".

Campanha et al. (1987) propõem um modelo de evolução para a porção sudoeste da Faixa Apiaí que envolve subducção de placa oceânica de SE para NW, seguida de colisão continental, a partir de 1400 Ma atrás. Neste esquema, as formações Perau e Iporanga fariam parte da região de sutura; o Subgrupo Lajeado representaria uma seqüência plataformal distal e o Grupo Itaiacoca uma seqüência plataformal litorânea, enquanto que o domínio do Complexo Três Córregos foi interpretado como uma estrutura de arco magmático.

Soares (1987) propõe, para a porção centro-oeste do escudo paranaense, a existência de um megaciclo tectônico envolvendo o Proterozóico Médio e Superior para explicar a origem das bacias Setuva e Açungui. A bacia Setuva seria do tipo "retro-arco-ativa" e teria desenvolvimento no Proterozóico Médio (entre 1400 e 1200 Ma), com deformação por colisão arco/continente. A bacia Açungui ("Complexo Votuverava-Itaiacoca-Capiru) ter-se-ia desenvolvido entre 1050 e 700 Ma num "evento rift", acompanhado de magmatismo básico, havendo "contemporaneidade com um arco vulcânico a oeste". Soares (1988) rediscute este "megaciclo meso-neoproterozóico-eopaleozóico", onde o "bloco continental Paraná" foi envolvido em colisão "com 5 ou 6 blocos continentais e 3 ou 4 blocos micro-continentais" e, propõe eventos colisionais há 1350 Ma, 1000 Ma, 750-800 Ma e 600 Ma atrás, o que refletiria um progressivo fechamento dos oceanos formados.

Souza (1990) advoga um modelo para a sedimentação do Grupo Itaiacoca relacionado a rift continental, que evoluiria para margem continental tipo atlântico, cujo continente situar-se-ia a NW deste Grupo. Este autor discorda que o alto estrutural que individualizou a bacia Itaiacoca pudesse constituir um arco magmático, preferindo a hipótese de que se trate de porções soerguidas de embasamento siálico.

Campanha (1991) adota basicamente o modelo proposto por Campanha et al. (1987), com evolução na área do Complexo Três Córregos como um arco magmático, cujo esquema envolveria a aber-

tura de um rift continental (1,8 - 1,7 Ga); abertura e instalação de fundo oceânico com margem continental passiva (1,7 - 1,5 Ga); rompimento da margem continental e desenvolvimento de subducção tipo B para NW, com arco magmático no Grupo Itaiacoca (1,4(?) - 1,3(?) Ga); distensão de retroarco, com intrusão do Gabro de Apiaí (0,8 Ga); colisão continental, produzindo o principal evento metamórfico (0,75 - 0,63 Ga); e desenvolvimento do sistema transcorrente, deposição das seqüências molassóides, magmatismo granitóide tardi e pós-tectônico e resfriamento regional (0,63 - 0,45 Ga).

Basei et al. (s.d.) propõem um modelo de evolução, com subducções seguidas de colisões continentais, envolvendo as microplacas Curitiba e Luis Alves e o Cinturão Granitóide Costeiro, cujos eventos terminais teriam alcançado o Paleozóico Inferior. Tais autores propõem estas denominações em substituição a "Maciço de Joinville" (de Hasui et al., 1.975). Neste esquema, a subducção (Tipo-A) da Microplaca Curitiba rumo noroeste sob o Cinturão Ribeira (com sutura materializada, em superfície, na Falha da Lancinha) iniciar-se-ia por volta de 800 ± 50 Ma e o "arco magmático de Três Córregos" teria seu desenvolvimento por volta de 700 ± 50 Ma, como arco continental na borda do Cráton do Paraná. Novo arco magmático originar-se-ia pela subducção da Microplaca Luis Alves sob a Curitiba, com sutura em torno de 610 Ma, à semelhança da modelagem sugerida por Machiavelli (1991) e Machiavelli et al. (1991), em seus estudos na região de Piên, PR.

7.2 Síntese dos dados obtidos e implicações tectônicas

A análise dos dados geocronológicos obtidos neste trabalho deixa clara a constatação da não existência, na área estudada, de registro geológico pré-Proterozóico Inferior. Por conseguinte, não serão aqui considerados os esquemas de evolução propostos que envolvem o Arqueano.

De outra parte, cabe aqui justificar que, a manutenção no mapa geológico (Anexo A) das unidades metassedimentares do Complexo Apiaí-Mirim como do Proterozóico Inferior, é feita seguindo-se Campanha et al. (1988), pois estas unidades, assim como aquelas da Formação Água Clara, não foram objeto de estudos

neste trabalho. Registre-se, no entanto que, dos trabalhos de campo efetuados e dos poucos afloramentos destas duas unidades visitados, constatou-se uma certa similaridade de litotipos entre elas (quartzitos, por exemplo), ficando a impressão de que tais litotipos (do Complexo Apiaí-Mirim e da Formação Água Clara) poderiam, eventualmente, tratar-se de conjuntos litológicos distintos de uma mesma unidade. O primeiro conjunto (Apiaí-Mirim), com predomínio de xistos e quartzitos e, o segundo (Água Clara), com predomínio de rochas calciossilicáticas.

Por esta razão, estudos comparativos de maior detalhe fazem-se necessários não apenas entre as unidades do Complexo Apiaí-Mirim e da Formação Água Clara, mas também nos litotipos incluídos no Grupo Itaiacoca, principalmente na faixa central da Folha Ribeirão Branco, a norte da área aqui estudada.

As indicações de idade mais antigas aqui obtidas (e.g. Rb-Sr de 1,8 Ga nos enclaves de *augen* gnaisses, afora as inferências do método U-Pb em zircões), dão margem à interpretação de que os protolitos destes enclaves já teriam vida crustal pregressa. Esta vivência crustal seria relativamente curta no tempo, uma vez que as razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidas, em torno de 0,705 (Figuras 6.1, 6.2 e 6.3), são pouco superiores comparativamente com a do Manto Superior nessa época (Figura 6.4). Considera-se que, mesmo os protolitos sendo mais antigos que 1,8 Ga, muito provavelmente não excederiam ao Proterozóico Inferior.

Para a deposição das seqüências sedimentares do Açungui e magmatismo associado, é admitido o período de 1,7 a 1,5 Ga (Tassinari et al., 1990; Campanha, 1991), com metamorfismo entre 1,4 e 1,0 Ga (Tassinari et al., *op.cit.*), não tendo sido indicada a existência de magmatismo contemporâneo a este metamorfismo.

Os dados geocronológicos Rb-Sr obtidos neste trabalho indicam que durante o Proterozóico Superior atuou o evento tectono-metamórfico mais importante registrado regionalmente (Ciclo Brasileiro). Corresponderia à geração dos granitóides do Complexo Três Córregos no período aproximado de 800 a 650 Ma. Os dados dos estudos geoquímicos aqui realizados indicam que os

granitóides do Complexo Três Córregos são do tipo-I Caledoniano ou de soerguimento tardi a pós-colisionais, compressionais (formados a partir de rocha de composição gabróica) e as evidências isotópicas indicam que tal plutonismo sofreu processos de contaminação crustal. A faixa de idades de 800-650 Ma pode ser considerada como os limites inferior e superior de atuação do Arco Magmático de Três Córregos.

Estes dados apontam no sentido de confirmar a proposição de Basei et al. (s.d.), no que tange à existência do arco magmático de Três Córregos no Proterozóico Superior, por aqueles autores sugerida como tendo ocorrido há 700 ± 50 Ma atrás. Registre-se, no entanto, que Soares (1988) também propõe evento colisional na borda do Cráton do Paraná há 750-800 Ma, como visto no item 7.1. Outros autores (Campanha et al., 1987; Campanha, 1991; Basei et al., s.d.; Soares, 1987; Wernick et al., 1990a, b) já fizeram referência à existência do arco de Três Córregos, mas com falta, ou indicações menos precisas de idade.

Ainda no contexto evolutivo, um outro extremo temporal para os eventos térmicos regionais é indicado pelos dados K-Ar em biotitas das 15 amostras analisadas neste trabalho, conforme ilustrado na Figura 7.1. Oito das determinações K-Ar (que ocupam uma faixa leste-oeste aproximadamente central na área), indicaram idades aparentes entre 625 e 600 Ma, período aqui admitido como do início do resfriamento relacionado ao final do Ciclo Brasileiro. Note-se que estas amostras representam a maioria dos granitóides Três Córregos e mais a amostra de um *augen* gnaiss.

Outro intervalo temporal importante é delineado na porção norte da área (Figura 7.1), na região onde ocorrem particularmente os granitos da Suíte Pós-Tectônica. Ali as idades aparentes K-Ar, que envolvem quatro determinações, situam-se entre 600 e 564 Ma. Uma outra amostra, do Granito Barra do Chapéu, localizada no extremo sul da área, situou-se também neste intervalo temporal (587 Ma), e poderia refletir soerguimento diferencial tardio daquela porção do granito, uma vez que as demais idades K-Ar neste granito situaram-se em faixa mais antiga (625-600 Ma).

As duas amostras com idades K-Ar no intervalo de 660-640 Ma

situam-se, uma, no extremo nordeste da área e, outra, na porção centro-sul (Granito Lajeado), como visto na Figura 7.1. Como já referido anteriormente, a primeira corresponde a litotipos (Granitóides Orientados) com a idade Rb-Sr mais antiga do Complexo Três Córregos (ca. 790 Ma) aqui obtida. De qualquer forma, dado que o mineral analisado pelo método K-Ar foi a biotita, estes resultados são considerados surpreendentes, uma vez que situam-se acima do intervalo admitido como o período de resfriamento do final do Ciclo Brasileiro. Alternativamente, poder-se-ia considerar, também nestes dois casos, a existência de soerguimento diferencial destas áreas.

Estes dados acima comentados não são conflitantes com os de Campos Neto (1991) e Campos Neto & Figueiredo (1992), que admitem para o final do Ciclo Brasileiro o período entre 600 e

Figura 7.1. Intervalos de idades K-Ar para as 15 determinações realizadas na área. Legenda como na Fig. 4.1 (pág. 25).

585 Ma marcado, segundo estes autores, pela transição entre o plutonismo tardi/pós-orogênico e o anorogênico. Entretanto, os dados aqui apresentados indicam a cessação do magmatismo tardi a pós-orogênico (aqui representado pelos granitóides do Complexo Três Córregos) na área, há 650 Ma atrás. Quanto ao magmatismo marcadamente pós-tectônico, considerando-se os dados K-Ar (granitos Correias e Squário) como mais verdadeiros que os Rb-Sr (os quais seriam irrealmente mais jovens devido a metassomatismo), situar-se-iam aproximadamente no intervalo sugerido por tais autores (Campos Neto, *op. cit.* e Campos Neto & Figueiredo, *op. cit.*).

Sobre uma possível correlação de eventos verificados na área com a Orogênese Rio Doce (de Campos Neto, *op. cit.* e Campos Neto & Figueiredo, *op. cit.*), de idade cambro-ordoviciano, referida por Basei et al. (s.d.) para os granitos da Suíte Serra do Mar (de Kaul, 1984), não se têm elementos para um julgamento seguro. Neste contexto, cabem algumas considerações sobre as estruturas tectônicas que afetam indistintamente os diversos granitóides da área. No mapa geológico (Anexo A) aparecem tanto falhamentos e/ou zonas de cisalhamento de caráter predominantemente transcorrente (a maioria com direção NE-SW) quanto grandes estruturas de empurrão, estas mais freqüentemente na porção leste da área, com traçado norte-sul e com sentido de transporte de oeste para leste (referidas no capítulo 4).

Dado que estas estruturas afetam inclusive os granitos da Suíte Pós-Tectônica, poderia ser aventada a hipótese de que as mesmas estariam relacionadas a esforços como reflexo aos movimentos oriundos da justaposição dos terrenos da referida orogênese, hoje situados a sudeste.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos desenvolvidos, desde os trabalhos de campo, coleta e processamento das amostras, seleção e análises, tanto petrográficas quanto geoquímicas e geocronológicas, proporcionaram a obtenção de uma série de dados sobre as rochas e as unidades geológicas da área que, aliados ao quadro geológico obtido a partir da análise da literatura, permitem subdividir os litotipos ígneos e ortoderivados da área em três unidades geológicas petrográfica, geoquímica e geocronologicamente distintas, a saber: a) augen gnaisses; b) Complexo Granítico Três Córregos; e, c) Suíte Granítica Pós-Tectônica. Para os augen gnaisses é admitida idade mínima transamazônica; para o Complexo Granítico Três Córregos, proterozóica superior e, para a Suíte Pós-Tectônica, idade na passagem do Proterozóico Superior a cambro-ordoviciano.

O mapa geológico (Anexo A) apresenta, além destas três unidades estudadas, as demais unidades cartografadas na área, conforme referido no capítulo 4.

A seguir são resumidas as principais conclusões e considerações julgadas mais importantes quanto aos augen gnaisses (1 a 3), Complexo Três Córregos (4 a 11) e Suíte Pós-Tectônica (12 e 13).

1. O conjunto formado pelos augen gnaisses e seus enclaves foi aqui considerado como um megaenclave/megaxenólito englobado pelos granitóides do Complexo Três Córregos no Brasileiro.
2. Os enclaves nestes augen gnaisses foram considerados os litotipos mais antigos da área, cuja idade Rb-Sr (1,8 Ga) pode ser considerada como mínima, ou seja, representaria a sua formação a partir de protolito incorporado à crosta não muito antes que a época datada (provavelmente no próprio Proterozóico Inferior), com o seu metamorfismo tendo ocorrido no Transamazônico.
3. Os dados U-Pb para os augen gnaisses são precários, mas podem ser um indício de uma idade mínima para o substrato. A idade mínima transamazônica aqui assumida para os augen gnaisses se deu em função destes litotipos encontrarem-se intimamente associados com os seus enclaves (para os quais

se obteve idade mínima Rb-Sr de 1,8 Ga); levando-se em conta que tais litotipos são únicos na área (representados por um grande afloramento e blocos e matacões em suas cercanias); que têm características petrográficas distintas; e que apresentam um comportamento geoquímico distinto (anômalo), comparativamente aos granitóides Três Córregos e seus enclaves na área. Acrescente-se que, caso tenham sua origem interpretada como por anatexia em tempos brasilianos, e levando-se em conta que é o litotipo francamente predominante no afloramento estudado, seria lícito esperar que este evento poderia ter provocado uma rehomogeneização isotópica do sistema Rb-Sr dos enclaves no Brasiliano, o que não é suportado pelos dados isotópicos obtidos. Note-se que os diagramas Rb-Sr para os enclaves podem ser considerados dentre os mais consistentes obtidos neste trabalho. Infelizmente, não foram observadas no presente estudo relações de contato entre estas rochas e suas encaixantes.

4. O Complexo Granítico Três Córregos é a unidade de maior expressão em área, constituindo-se num batólito multi-intrusivo, no interior do qual foram caracterizados quatro grupos de granitóides: a) Granitóides de Anatexia/Migmatitos; b) Granitóides Orientados; c) Suíte Porfiróide; e, d) Granito Lajeado (microporfirítico). A Suíte Porfiróide é a que ocupa a maior parte da área, sendo composta pelos granitos Barra do Chapéu, Saival, Córrego do Butiá, Capote e Paiol de Telha.
5. Os Granitóides Orientados, anteriormente admitidos, por diversos autores, como ortognaisses e pertencentes ao embasamento, são petrográfica, geoquímica e geocronologicamente comparáveis às rochas do Complexo Três Córregos (mais intimamente associados aos granitos da Suíte Porfiróide), onde são aqui incluídos (vide mapa geológico, Anexo A).
6. Os granitóides Três Córregos e seus enclaves são caracterizados, no diagrama QAP, como da série cálcio-alcalina granodiorítica de médio K e como do Tipo-I, ou seja, provavelmente são derivados de rochas ígneas de composição gabróica.

7. Geoquimicamente, o conjunto de granitóides e enclaves do Complexo Três Córregos constitui, em termos de elementos maiores, uma sequência cogenética, que pode ser considerada como básica-intermediária-ácida, cálcio-alcalina de médio a alto-K, de granitóides tipo-I, gerados em ambiente compressivo.
8. Este comportamento geoquímico é comparável ao das rochas da zona vulcânica central dos Andes e do batólito da costa do Peru; ao de andesitos cálcio-alcalinos de arcos magmáticos modernos; e ao dos granitos caledonianos, de soerguimento pós-colisional ou dos granitóides tardi-orogênicos. Ou seja, os granitóides Três Córregos são geoquimicamente semelhantes a diversas suítes de arcos magmáticos.
9. Em termos de elementos traços e terras raras, o tratamento dos dados tanto destes granitóides quanto dos seus enclaves aponta também para granitos de arco, quer seja sin como tardi a pós-colisionais (colisão continente-continente), quer seja de margem continental ativa.
10. Em termos geocronológicos, os dados Rb-Sr apontam, para o Complexo Três Córregos, idade variando entre 665 Ma (Granito Córrego do Butiá) e 790 Ma (Granitóides Orientados), com indicações menos seguras de resultados intermediários para os enclaves e para o Granito Barra do Chapéu, o que permite admitir como idade de atuação do "Arco Magmático de Três Córregos", o período entre 800 e 650 Ma. As altas razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ indicam ter havido contaminação crustal durante a granitogênese Três Córregos.
11. As idades K-Ar obtidas para estes granitóides são inferiores às Rb-Sr, permitindo compor um quadro que caracteriza o início do resfriamento do final do Ciclo Brasileiro entre 625 e 600 Ma. Duas indicações K-Ar com idades inferiores a este intervalo foram aqui interpretadas, uma, como soerguimento diferencial e, outra, como devido a aquecimento provocado pela intrusão dos granitos da Suíte Pós-Tectônica, mais jovem.
12. Para os granitos da Suíte Pós-Tectônica, os dados geoquímicos indicam tratarem-se de granitos fortemente

diferenciados, formados por fusão crustal (tipo-A), com campos coincidentes com o dos granitos intraplaca.

13. Os dados Rb-Sr para os granitos da Suíte Pós-Tectônica compreendem o período entre 480 e 520 Ma, na passagem Cambriano/Ordoviciano. As altas razões iniciais embora apresentem altos erros, corroboram com as interpretações geoquímicas, indicando tratarem-se de granitos crustais. Entretanto, os dados K-Ar indicaram idades mais altas (564, 578 e 596 Ma) que as Rb-Sr e nos parecem consistentes, uma vez que o padrão geocronológico não é destoante com o padrão geral de resfriamento da área. Desse modo, tal plutonismo estaria situado, mais precisamente, na passagem Proterozóico Superior/Cambriano, tendo sido aqui assumido um caráter pós-tectônico para estes corpos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. 1956. Novas ocorrências de fósseis no Pré-Cambriano Brasileiro. *An. Acad. bras. Ci.*, São Paulo, **28**(4):54-55.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1957. Novas ocorrências de fósseis no Pré-Cambriano Brasileiro. *An. Acad. bras. Ci.*, São Paulo, **29**(1):63-72.
- ALMEIDA, F.F.M. de 1967. *Origem e evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro, Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM. p. 1-36 (DNPM/DGM. Boletim, 241).
- ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. 1984. O embasamento da Plataforma Sul-Americana. In: ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. 1984. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgar Blücher Ltda. p. 1-5.
- ALMEIDA, F.F.M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. The precambrian evolution of the south american cratonic margin south of Amazon River. In: NAIRN, E.M. & STEHLI, F.G. 1973. *The ocean basins and margins*. New York, Plenum. v. 1, cap. 11, p. 411-446.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.de. 1976. The Upper Precambrian of South America. *Bol.IG*, São Paulo/IGUSP, **7**:45-80.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. de; FUCK, R. A. 1977. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO de GEOLOGIA do NORDESTE, 8, Campina Grande, 1977. *Atas...* Campina Grande, SBG. p. 363-391.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; DANTAS, A.S.L.; CARNEIRO, C.D.R.; MELO, M.S.de; BISTRICHI, C.A. 1981. *Mapa geológico do Estado de São Paulo; escala 1:500 000*. São Paulo, IPT/Pró-Minério, Secretaria de Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, v.1 (IPT. Monografia, 6. Publicação, 1 184).
- ALMEIDA, M.A. de. 1989. *Geologia da Formação Água Clara na região de Araçáiba*. São Paulo, IGc-USP. (Dissertação de Mestrado, inédito).
- ALMEIDA, M.A. de; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P. 1986. A Formação Água Clara na região de Araçáiba, Estado de São Paulo: litotipos, metamorfismo e deformação. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v. 2, p. 905-918.
- BASEI, M.A.S. 1985. *O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina*. São Paulo. IGc-USP. (Tese de Doutorado, inédito).
- BASEI, M.A.S.; SIGA JUNIOR, O.; MACHIAVELLI, A.; MANCINI, F. s.d. *Evolução Tectônica dos Terrenos Entre os Cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR e SC)*. (Submetido à RBG-1992).

- BATCHELOR, R.A. & BOWDEN, P. 1985. Petrogenetic Interpretation of Granitoid Rock Series Using Multicationic Parameters. *Chemical Geology*, **48**:43-55.
- BATOLLA JUNIOR, F.; HAMA, M.; LOPES JUNIOR, I. 1977. Idades radiométricas Rb/Sr e K/Ar em rochas cristalinas pré-brasilianas da Região Leste do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL de GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. Atas... São Paulo, SBG. p. 324-337.
- BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. de; STEIN, D.P. 1985. Geologia das folhas Barra do Chapéu (SG.22-X-B-I-4) e Araçáiba (SG.22-X-F-II-3), estados de São Paulo e Paraná. São Paulo, Contrato IPT/Pró-Minério, 3 v. (IPT. Relatório, 22 150).
- BOWDEN, P.; BATCHELOR, R.A.; CHAPPELL, B.W.; DIDIER, J.; LAMEYRE, J. 1984. Petrological, Geochemical and Source Criteria For the Classification of Granitic Rocks: a Discussion. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **35**:1-11.
- BROWN, G.C. 1979. The changing pattern of batholith emplacement during Earth History. In: ATHERTON, M.P. and TARNEY, J. eds. *Origin of Granite Batholiths: geochemical evidence*. Orpington: Shiva Publishing. p. 106-115.
- BROWN, G.C. 1982. *Calc-Alkaline Intrusive Rocks: their diversity, evolution and relation to volcanic arcs*. John Wiley & Sons, p. 437-461. (THORPE, R.S. ed.)
- CAMPANHA, G.A. da C. 1991. *Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná*. São Paulo, IGC-USP. (Tese de Doutorado, inédito).
- CAMPANHA, G.A. da C.; GIMENEZ FILHO, A.; CAETANO, S.L.V.; PIRES, F.A.; DANTAS, A.S.L.; TEIXEIRA, A.L.; DEHIRA, L.K. 1985. 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 (IPT. Relatório, 22 352) (inédito).
- CAMPANHA, G.A. da C.; GIMENEZ FILHO, A.; CAETANO, S.L.V.; PIRES, F.A.; DANTAS, A.S.L.; TEIXEIRA, A.L.; DEHIRA, L.K. 1986. Geologia e estratigrafia da região das folhas Iporanga e Gruta do Diabo, Vale do Ribeira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v. 2, p. 1058-1073.
- CAMPANHA, G.A. da C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. de. 1987. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da faixa de dobramentos Apiaí. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO de GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas... Curitiba, SBG. v. 2, p. 725-742.

- CAMPANHA, G.A.da C.; MACHADO JR., D.de L.; NAGATA, N.; DANTAS, A.S.L.; ENS, H.H.; GIMENEZ FILHO, A.; BISTRICHI, C.A.; FERREIRA, F.J.F.; MONMA, R.; ETCHEBEHERE, M.L.de C.; RONDINELLI, D.; STEIN, D.P.; MAEYAMA, O.; DEHIRA, L.K.; BORDIGNON, J.L. 1988. *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).*
- CAMPOS NETO, M.C. 1991. *A Porção Ocidental da Faixa Rio Grande - Ensaio de Evolução Tectônica. São Paulo, IGC-USP. (Tese de Doutorado, inédito).*
- CAMPOS NETO, M.C. & FIGUEIREDO, M.C.H. 1992. A Orogênese Rio Doce. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. *Res. Expand. ... São Paulo, SBG. vol. 1, p. 276-277.*
- CASSEDANE, J. & LASSERRE, M. 1970. Análise isotópica pelo método do chumbo de uma segunda série de galenas brasileiras. *Min. e Metal.*, (335):12-19.
- CHIODI FILHO, C. 1984. Contribuição à geologia das regiões sul paulista e leste paranaense, Grupos Açungui e Setuva. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais... Rio de Janeiro, SBG. v.5, p. 2394-2406.*
- CHIODI FILHO, C.; TAKAHASHI, A. T.; SILVA, C. R.da; FERREIRA, J. C. G. 1983. *Projeto Capão Bonito; relatório final. São Paulo, Contrato CPRM/Pró-Minério (inédito).*
- CHIODI FILHO, C.; SANTOS, J.F.; SOARES, P.C., MORETZJOHN, J.S. 1989. Estudo de ETR para caracterização e avaliação metalogenética de granitóides no escudo paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOQUÍMICA, 2, Rio de Janeiro, 1989. *Anais... Rio de Janeiro, SBGq. v.2, p.487-498.*
- CONDIE, K.C. 1981. *Archaean Greenstone Belts. Amsterdam, Elsevier. 434p.*
- CORDANI, U.G. 1980. Fundamentos de Interpretação Geocronológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú-SC, 1980. *Anais ... Baln. Camboriú-SC, SBG. v. 6, p. 5-22.*
- CORDANI, U.G. & BITTENCOURT, I. 1967. Determinações de idades potássico/argônio em rochas do Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 21, Curitiba, 1967. *Anais... Curitiba, SBG. p. 218-233.*
- CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. 1971. Estudo geocronológico pelo método Rb/Sr de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Anais... São Paulo, SBG. v. 1, p. 105-110.*

- CORDANI, U.G. & BRITO NEVES, B.B. de. 1982. The Geologic Evolution of South America During the Archaean and Early Proterozoic. *Rev. Bras. Geoc.*, **12**(1,2,3):78-88.
- COX, K.G.; BELL, J.D.; PUNKHURST, R.J. 1979. *The Interpretation of Igneous Rocks*. London, George Allen and Unwin. 450 p.
- DAITX, E.C. 1985. *Uma análise crítica dos chamados grupos Setuva e Açungui no Vale do Ribeira (PR e SP)*. São Paulo, IGC-USP. (Exame de Qualificação de Mestrado. inédito).
- DAITX, E.C., TEIXEIRA, W., ZANARDO, A. 1990. Geologia e geocronologia do metagabro de Apiaí, Vale do Ribeira, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. *Bol. de Res.* ... Natal, SBG. p. 341.
- DAMASCENO, E.C. 1966. Nota sobre a composição isotópica de Pb em galenas de jazidas do Vale do Rio Ribeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 20, São Paulo, 1966. Publicação nº1, p.39-40. São Paulo.
- DAMASCENO, E.C. 1967. Geologia da Mina do Paqueiro. *An. Acad. bras. Ci.*, **42**(3):535-552.
- DAMASCENO E.C. & BETTENCOURT J. S. 1968. Idades relativas de mineralização de chumbo de Pannels e de Itapirapuã. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 22, Belo Horizonte, 1968. *Res. das Comun.* ... Belo Horizonte, SBG. p.37.
- DUTRA, C.V. 1984. Método para determinação de traços e sub-traços de Terras Raras em rochas por espectrometria de plasma (ICP) - Aplicação em petrogênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais* ... Rio de Janeiro, SBG. v.10, p. 4792-4805.
- DE LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRAND CLAUDE, P.; MARCHAL, M. 1980. A Classification of Volcanic and Plutonic Rocks Using R1-R2 Diagrams and Major Elements Analyses - Its Relationship With Current Nomenclature. *Chemical Geology*, **29**:183-210.
- EBERT, H. 1971. Os Paraibides entre São João Del Rey, Minas Gerais e Itapira, São Paulo e a bifurcação entre Paraibides e Araxaídes. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Res. das Comun.* ... São Paulo, SBG. p.177-178 (Boletim Especial nº1).
- EL BOUSEILY, A.M. & EL SOKKARY, A.A. 1975. The Relation Between Rb, Ba and Sr In Granitic Rocks. *Chemical Geology*, **16**:207-219.
- ENS, H.H. & YAMAMOTO, J.K. 1992. Petroplot: sistema para obtenção de diagramas petrológicos e geoquímicos auxiliados por computador. *An. Acad. bras. Ci.*, **64**(2):8. (Res. Comunic.).
- EVENSEN, N.M.; HAMILTON, P.J.; O'NIONS, R.K. 1978. Rare-Earth abundances in chondritic meteorites. *Geoc. Cosm. Acta*, **42**:1199-1212.

- FAIRCHILD, T.R. 1977. Conophyton and other columnar stromatolites from the Upper Precambrian Açungui Group near Itapeva, São Paulo, Brazil. In: SIMPÓSIO REGIONAL de GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. Atas... São Paulo, SBG. p. 179-198.
- FAIRCHILD, T.R. 1982. New stromatolites from the Upper Precambrian Açungui Group, Eastern Paraná, Brazil and their potential stratigraphic use. *Bol. IG, São Paulo, IGUSP* 13:43-50.
- FAURE, G. 1986. *Principles of Isotope Geology*. New York, John Wiley & Sons. 2nd ed. 589 p.
- FIGUEIREDO, M.C.H. 1985. Introdução à Geoquímica dos Elementos Terras Raras. *Bol.IG, 16:15-31*. (Série Científica).
- FIGUEIREDO, M.C.H. & CAMPOS NETO, M.C. 1991. Geoquímica dos Granitóides de Muniz Freire, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 3, e CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 1, São Paulo, 1991. *Anais...* v.1, p.245-248.
- FUCK, R.A. 1966. Nota Explicativa da Folha Geológica de Quero-Quero. *Bol. UFPR, 19*. 21 p.
- FUCK, R.A., MARINI, O.J., TREIN, E. 1967. Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc., Curitiba, (23-25):183-221*.
- FUCK, R.A.; MARINI, O. J.; TREIN, E.; MURATORI, A. 1971. Geologia do Leste Paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo, SBG. v. 1, p. 121-130.
- GIMENEZ FILHO, A. 1991. *Geocronologia da Suíte Granítica Três Córregos e do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, a Nordeste de Apiaí-SP - Implicações na Evolução da Faixa Apiaí*. São Paulo, IGC-USP. (Exame de Qualificação de Mestrado).
- GIMENEZ FILHO, A.; FIGUEIREDO, M.C.H.; TEIXEIRA, W.; TREVIZOLI JR., L.E. 1992. Litogeoquímica do Complexo Granítico Três Córregos, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. *Res. Expand. ... vol. 1 (Simpósios): p. 365-367*.
- GOMES, C.B.; BERENHOLC, M.; HYPÓLITO, R.; ARRUDA, J. R. de 1975a. Geoquímica de maciços graníticos da região do Ribeira. Parte 1. Elementos principais. *An. Acad. bras. Ci., 47(1):113-130*.
- GOMES, C.B.; ARRUDA, J. R. de; BERENHOLC, M.; HYPÓLITO, R. 1975b. Geoquímica dos maciços graníticos da região do Ribeira. Parte 2. Elementos traços. *An. Acad. bras. Ci., 47(3-4):459-476*.
- GORAIEB, C.L.; MELLO, I.S.de C.; SILVA, R.B.da. 1987. Geologia e prospecção da área do Bairro dos Correias, Município de Ribeirão Branco (SP). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, Rio Claro, 1987. Atas ... Rio Claro, SBG/NSP. v.2, p.491-502.

- GORAIEB, C.L.; OLIVEIRA, M.C.B. DE; MELLO, I.S. DE C.; SILVA, R.B. DA 1988. As Mineralizações Estano-Tungsteníferas do Granito Correias (SP). In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG. v.1, p.154-172.
- HASUI, Y. 1982. The Mantiqueira Province: archean structure and proterozoic evolution. *Rev.Bras.Geoc.*, São Paulo, 12(1-3):167-171.
- HASUI, Y. 1986. *Novo modelo geológico do Vale do Ribeira*. São Paulo, (IPT. Relatório, 23 742).
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. 1980b. Estruturas e tectônica do Pré-Cambriano de São Paulo e Paraná. *An. Acad. bras. Ci.*, 52:61-76.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C.D.R., COIMBRA, A.M. 1975. The Ribeira Folded Belt. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, SBG, 5(4):257-262.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de e BRITO NEVES, B.B. de. 1978. As Estruturas Brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais ... Recife, SBG. v.6, p.2.423-2.437.
- HASUI, Y., CREMONINI, O.A., BORN, H. 1984a. Considerações sobre o Grupo Açungui em São Paulo e porção adjacente do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG. v. 7, p. 3297-3306.
- HASUI, Y., CREMONINI, O.A., BORN, H. 1984b. O "Granito Três Córregos" revisado e o Maciço Catas Altas. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG. v.7, p.3023-3031.
- IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.B. 1971. A guide For the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Can. J. Earth Sci.*, 8:523-548.
- KAUL, P.F.T. 1979. Precambriano e Eopaleozóico do nordeste de Santa Catarina e leste do Paraná: Reavaliação de dados e correlações com a África. In.: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. Atas... Rio Claro, SBG/NSP. v.1, p.1-15.
- KAUL, P.F.T. 1980. O Cráton de Luiz Alves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú, 1980. Anais... Balneário de Camboriú-SC, SBG. v.5 p.2677-2683.
- KAUL, P.F.T. 1984. Significado dos granitos anorogênicos da Suíte Intrusiva Serra do Mar na evolução da crosta do Sul-Sudeste do Brasil, no âmbito das folhas SG.22 - Curitiba e SG.23 - Iguape. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, SBG. v.6, p.2815-2825.
- KAUL, P.F.T. & TEIXEIRA, W. 1982. Archean and early proterozoic complexes of Santa Catarina, Paraná and São Paulo States, South-Southeastern Brasil: an outline of their geological evolution. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, SBG, 12(1-3):172-182.

- KAUL, P.F.T.; ISSLER, R.S.; FERNANDES, E.; BONOW, C. DE W.; COUTINHO, J.B.L. 1982. *Suíte Intrusiva Serra do Mar*. Florianópolis, Projeto RADAMBRASIL, 1982. 18 p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 540-G).
- KAWASHITA, K.; SONOKI, I.K.; SATO, K.; SONOKI, H.M. 1990. Regressões Lineares em Geocronologia: Isócronas, Errócronas e Pseudoisócronas. *Bol. IGc-USP*, 21:53-72. (Série Científica).
- LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. 1982. Classification of Plutonic Rocks: Discrimination of Various Granitic Series by Their Modal Composition. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 14:169-186.
- MACHIAVELLI, A. 1991. *Os Granitóides Deformados da Região de Piên (PR): Um Provável Arco Magmático do Proterozóico Superior*. São Paulo, IGc-USP. (Dissertação de Mestrado, inédito).
- MACHIAVELLI, A.; BASEI, M.A.S.; SIGA JUNIOR, O. 1991. Geoquímica e Geocronologia dos Granitóides Deformados da Região de Piên (PR). Provável Arco Magmático do Proterozóico Superior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 3 e CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 1, São Paulo, SP. *Anais ...* v.1, p.249-253.
- MARINI, O.J.; TREIN, E.; FUCK, R.A. 1967. O Grupo Açungui no Estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, Curitiba, (23-25):43-104.
- MIDDLEMOST, E.A.K. 1975. The Basalt Clan. *Earth Sci. Rev.*, 11:337-364.
- MELCHER, G.C. 1968. *Contribuição ao conhecimento do distrito mineral do Ribeira do Iguape, SP e PR*. São Paulo, EPUSP. 122 p. (Tese de Livre-Docência, inédito).
- MELCHER, G.C.; GOMES, C.B.; CORDANI, U.G.; BETTENCOURT, J.S.; DAMASCENO, E.C.; GIRARDI, V.A.V.; MELFI, A.J. 1973. Geologia e petrografia das rochas metamórficas e graníticas associadas ao Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, SBG, 3(2):97-123.
- METAL MINING AGENCY of JAPAN/JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY - MMAJ/JICA. 1983. *Report on geological survey of Anta Gorda; phase 3 Convênio DNPM/MMAJ/JICA*.
- MURATORI, A. 1966. Nota Explicativa da Folha Geológica de Campo Largo. *Bol. UFPR*, 21. 31 p.
- MIYASHIRO, A. 1978. Nature of Alkaline Volcanic Rock Series. *Contr. Miner. Petrol.*, 66:91-104.
- NOGUEIRA, S.A.A. 1990. *Estudo das Mineralizações Filoneanas Auríferas do Depósito de Piririca, Vale do Ribeira, SP*. São Paulo, IGc-USP. (Dissertação de Mestrado, inédito).
- PAIVA, I.P.; ALGARTE, J. P.; COLANERI, S.; LOPES JR., I.; RODRIGUES, J. C.; SÁ, L. C. M. de 1977. *Projeto Leste do Paraná; Folha Apiaí (SG.22-X-B-IV), Brasil; relatório final*. São Paulo, DNPM. BADEP.IGUFP.CPRM.

- PEARCE, J.A. & CANN, J.R. 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **19**:290-300.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. 1984. Trace Element Discrimination Diagrams For the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *J. Petrol.*, **25**, part 4:956-983.
- PECCERILLO, A. & TAYLOR, S.R. 1976. Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey. *Contr. Miner. Petrol.*, **58**:63-81.
- PETRI, S. & SUGUIO, K. 1969. *Sobre os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo*. São Paulo, Convênio USP/DAEE. (Publicação especial).
- PETRO, W.L.; VOGEL, T.A.; WILBAND, J.T. 1979. Major-Element Chemistry of Plutonic Rock Suites From Compressional and Extensional Plate Boundaries. *Chemical Geology*, **26**:217-235.
- PIEKARZ, G.F. 1981. Reconhecimento de unidades correlacionáveis à seqüência mineralizada do Perau, Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL de GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas ... São Paulo, SBG. v. 1, p. 148-154.
- PUPIN, J.P. 1980. Zircon and Granite Petrology. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **73**:207-220.
- REIS NETO, J.M.dos. 1992. *Contexto geológico da Faixa Itaiacoca*. São Paulo: IGC-USP. (Exame de qualificação - doutoramento).
- SALAMUNI, R. & BIGARELLA, J.J. 1967. *Contribuição à geologia do Grupo Açungui*. Curitiba, UFPR/Instituto de Geologia. 26 p. (Boletim. Geologia, 23).
- SANTORO, E. & FRASCÁ, M.H. de O. 1989. A Formação Itaiacoca na região de Itapeva, São Paulo. In: SIMPÓSIO de GEOLOGIA do SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1989. *Bol. de Res.* ... Rio de Janeiro, SBG. p. 99-100.
- SCHOBENHAUS, C. et al.(coord.) 1984. *Geologia do Brasil; escala 1:2 500 000*. Brasília, MME/DNPM.
- SILVA, D. C. da; FELIPE, R. da S.; PONTES, J. B. 1981. Notas sobre as ocorrências de Fluorita do Vale do Ribeira (PR). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas... Curitiba, SBG/NSP. v.1, p.21-35.
- SOARES, P.C. 1987. Seqüências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do escudo Paranaense. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO de GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas... Curitiba, SBG. v.2, p.743-771.
- SOARES, P.C. 1988. Tectônica colisional em torno do bloco Paraná, Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO de GEOLOGIA, 7, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG. v. 1, p. 63-79.

- SOUZA, A.P. 1990. Mapa geológico na escala 1:50 000 e esboço da evolução tectônica e sedimentar do Grupo Itaiacoca, nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde-SP/PR. São Paulo, IGC-USP. (Dissertação de Mestrado, inédito).
- STRECKEISEN, A.L. 1973. Plutonic rocks, classification and nomenclature recommended by IUGS. *Geotimes*, 18(10):26-30.
- STRECKEISEN, A.L. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev.*, 12:1-33.
- TAKAHASHI, A.T.; FERREIRA, J.C.G.; THEODOROVICZ, A. 1984. Projeto Guapiara; relatório final. São Paulo, Contrato CPRM/Pró-Minério.
- TASSINARI, C.C.G. 1988. As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua evolução crustal. São Paulo, IGC-USP. (Tese de doutoramento, inédito).
- TASSINARI, C.C.G., BARBOUR, A.P., DAITX, E.C.; SATO, K. 1990. Aplicação dos isótopos de Pb e Sr na determinação da natureza das fontes das mineralizações de chumbo do Vale do Ribeira - São Paulo e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. Anais... Natal, SBG. v. 3, p. 1254-1266.
- TEIXEIRA, W. 1982. Considerações sobre os dados radiométricos: interpretação e evolução geocronológica; Projeto Radambrasil. Folhas SG.21 - Assuncion, SG.22 - Curitiba e SG.23 - Iguape. Brasília, Ministério das Minas e Energia. (inédito).
- THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M.M.; MORAIS, S.M.; GODOY, H.K.; TAKAHASHI, A.T. 1986. Projeto Engenheiro Maia-Ribeirão Branco. Relatório Final. São Paulo, contrato CPRM/Pró-Minério (inédito).
- THEODOROVICZ, A., CÂMARA, M.M., TAKAHASHI, A.T., MORAES, S.M., GODOY, H.K. 1988. Geologia do Pré-Cambriano das folhas Engenheiro Maia e Ribeirão Branco, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG. v. 6, p. 2713-2726.
- WEAVER, B.L. & TARNEY, J. 1980. Rare Earth Geochemistry of Lewisian Granulite-Facies Gneisses, Northwest Scotland: Implications For the Petrogenesis of the Archaean Lower Continental Crust. *Earth Planet. Sci. lett.*, 51:279-296.
- WERNICK, E.; RIGO JUNIOR, L.; GALEMBECK, T.M.B.; WEBER-DIEFENBACH, K. 1990a. Os Complexos Granitóides Cunhaporanga e Três Córregos (PR): Zoneamento Magmático e Implicações Geotectônicas. *Geociências*, Rio Claro/UNESP, 9:67-85.
- WERNICK, E.; GALEMBECK, T.M.B.; RIGO JUNIOR, L.; ARTUR, A.C.; WEBER-DIEFENBACH, K. 1990b. Razão Sr-Ba-Rb e Tipologia de Zircão em Granitóides dos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. *Geociências*, Rio Claro/UNESP, 9:87-160.

WILSON, M. 1989. *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach*. London, Unwin Hyman. 466 p.

APÊNDICE 1

Análises químicas dos granitóides (dados compilados da literatura e análises deste trabalho).

Tabela 1 - Dados de análises químicas em 10 amostras de granitóides do Complexo Três Córregos e 2 do Granito Campina do Veadó (Gomes et al., 1975a, b). Óxidos em % e traços em ppm.

	GRANITOÍDE TRÊS CÔRREGOS										GCV	
	IG-404A	IG-404B	IG-404C	IG-394	IG-425	UC-409	IG-453	IG-45	IG-47	C-513	UC-327	UC-334
SiO ₂	69.70	68.83	73.55	71.99	72.95	71.30	66.43	70.84	69.39	72.58	77.62	74.14
TiO ₂	0.44	0.30	0.09	0.35	0.10	0.26	0.63	0.19	0.32	0.31	0.21	0.15
Al ₂ O ₃	14.28	14.88	13.44	13.46	13.50	13.60	13.79	14.33	13.95	12.71	11.47	12.44
Fe ₂ O ₃	0.70	0.34	0.16	0.25	0.43	0.93	1.37	0.38	0.69	0.82	0.16	0.43
FeO	1.28	1.19	0.63	1.78	0.69	1.28	2.06	1.10	1.65	1.42	0.73	0.75
MnO	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.06
MgO	0.67	0.59	0.19	0.56	0.11	0.67	2.07	0.31	0.71	0.34	0.16	0.07
CaO	2.10	1.35	1.06	1.23	0.78	1.76	2.69	1.57	2.11	1.41	0.30	0.90
Na ₂ O	5.34	4.56	4.42	4.04	5.01	4.42	4.74	6.04	6.20	3.75	3.21	4.56
K ₂ O	4.02	5.95	5.14	5.50	5.02	4.56	4.37	4.18	3.76	5.10	5.44	5.13
P ₂ O ₅	0.14	0.12	0.06	0.10	0.03	0.88	0.24	0.09	0.16	0.09	0.05	0.03
H ₂ O ⁺	0.47	1.47	1.02	0.01	1.05	0.30	0.01	0.52	0.15	0.77	0.01	1.22
H ₂ O ⁻	0.50	0.07	0.03	0.57	0.15	0.58	1.06	0.11	0.35	0.66	0.53	0.08
TOTAL	99.68	99.69	99.80	99.88	99.86	99.79	99.52	99.71	99.49	99.94	99.92	99.96
Cr	<10.00	25.00	<10.00	<10.00	130.00	10.00	30.00	10.00	10.00	<10.00	<10.00	<10.00
Nb	20.00	15.00	10.00	30.00	55.00	20.00	15.00	25.00	10.00	30.00	30.00	30.00
Ni	5.00	15.00	5.00	5.00	10.00	10.00	15.00	5.00	15.00	5.00	5.00	5.00
Zr	230.00	180.00	50.00	290.00	120.00	160.00	320.00	220.00	220.00	300.00	130.00	200.00
Sr	760.00	780.00	660.00	175.00	115.00	510.00	900.00	750.00	1200.00	180.00	105.00	80.00
Ba	1700.00	2150.00	1550.00	750.00	300.00	1180.00	1900.00	1060.00	1670.00	680.00	520.00	390.00
Rb	195.00	265.00	250.00	255.00	800.00	190.00	150.00	130.00	60.00	270.00	320.00	340.00

GCV - GRANITO CAMPINA DO VEADO

Tabela 2 - Dados de análises químicas em amostras de granitóides do Complexo Três Córregos (Theodorovicz et al., 1986). Inclui uma amostra de Goraieb et al. (1987) para o Granito Correias. Óxidos em % e traços em ppm.

GRANITOÍDE TRÊS CÓRREGOS											
GRANITOÍDES ORIENTADOS				GRANITO		CAPOTE				GPT	
	C-259	C-255	B-85	B-01A	C-10	B-163	C-18	B-05	C-16	B-149	C-09
SiO ₂	66.10	66.40	72.00	66.00	60.80	69.30	67.70	62.80	69.10	65.40	65.00
TiO ₂	0.54	0.50	0.42	0.54	1.10	0.52	0.72	0.83	1.42	0.54	0.53
Al ₂ O ₃	15.10	15.10	13.20	15.10	16.10	13.20	12.80	15.60	16.10	15.10	15.10
Fe ₂ O ₃	1.70	1.60	1.20	1.90	2.90	2.90	2.30	2.90	1.20	2.60	2.00
FeO	1.70	1.70	1.10	1.70	3.30	1.50	3.20	1.70	1.30	1.90	2.30
MgO	1.60	1.20	0.33	1.30	2.90	0.33	0.66	1.70	0.75	1.70	1.70
CaO	2.80	3.20	0.98	3.20	4.40	1.10	3.10	3.10	2.90	1.70	3.40
Na ₂ O	4.30	4.60	3.50	4.60	3.50	4.10	3.50	4.10	4.70	4.70	4.50
K ₂ O	4.40	4.40	6.30	4.60	3.10	5.90	5.20	4.40	3.00	4.80	4.50
P ₂ O ₅	0.25	0.20	0.12	0.25	0.37	0.18	0.35	0.22	0.11	0.32	0.28
Ba	1500.00	1000.00	500.00	1500.00	1000.00	2000.00	2000.00	1500.00	500.00	200.00	1500.00
Rb	-	-	330.00	150.00	120.00	270.00	230.00	200.00	100.00	190.00	160.00
Sr	700.00	700.00	200.00	700.00	1000.00	300.00	300.00	700.00	700.00	700.00	1500.00
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SUÍTE PÓS-TECTÔNICA															
GRANITO SQUÁRIO								GC		GRANITO CAMPINA DO VEADO					
	B-83A	C-258	C-44	C-112	C-41	C-45	C-48	C-126	GC	B-67	B-68	E-76	E-76A	E-76B	C-66
SiO ₂	72.90	74.60	75.00	73.60	75.00	76.20	72.10	76.20	73.20	73.80	75.30	73.50	78.00	76.50	58.60
TiO ₂	0.23	0.21	0.25	0.38	0.33	0.17	0.33	0.19	0.11	0.33	0.21	0.25	0.46	0.05	0.90
Al ₂ O ₃	13.20	12.30	12.30	12.30	12.30	12.20	13.70	12.30	12.80	12.30	12.50	12.30	9.40	12.30	18.90
Fe ₂ O ₃	0.73	0.89	1.40	0.81	1.10	0.56	0.97	0.74	0.69	1.40	1.10	1.20	0.20	0.51	1.60
FeO	0.72	0.62	0.45	1.20	1.00	0.42	1.10	0.53	1.18	0.91	0.67	0.31	0.62	0.14	2.20
MgO	0.66	0.17	0.25	0.25	0.33	0.17	0.25	0.14	0.22	0.33	0.23	0.33	0.58	0.10	1.20
CaO	0.91	0.42	0.70	0.84	0.91	0.77	0.98	0.36	0.91	0.91	0.70	0.49	0.49	0.49	7.00
Na ₂ O	4.50	3.40	4.10	3.60	3.80	3.50	3.50	3.50	4.20	3.80	3.80	3.80	2.70	4.20	6.80
K ₂ O	5.60	5.30	5.00	6.70	4.80	5.30	5.30	5.30	5.10	5.20	5.10	5.60	4.10	4.60	0.73
P ₂ O ₅	0.07	0.06	0.06	0.10	0.09	0.05	0.10	0.05	-	0.10	0.05	0.08	0.14	0.05	0.23
Ba	700.00	200.00	300.00	300.00	200.00	200.00	300.00	100.00	-	300.00	200.00	500.00	200.00	100.00	200.00
Rb	260.00	-	510.00	470.00	540.00	580.00	550.00	650.00	-	400.00	390.00	-	-	-	80.00
Sr	300.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	150.00	100.00	-	150.00	100.00	100.00	<100.00	-	700.00
F	-	550.00	900.00	1300.00	-	2050.00	1300.00	1350.00	3000.00	-	-	-	-	-	-

GPT - GRANITO PAIOL DE TELHA

GC - GRANITO CORREAS (Dados de Goraieb et al., 1987)

TABELA 3 - Dados de análises químicas obtidos em gnaisses, enclaves e nos granitóides da área investigada. Óxidos, F e S em %; demais elementos em ppm.

AMOSTRAS	AUGEN GNAISSES				ENCLAVES NOS GRANITÓIDES TRÊS CÔRREGOS								
					nos Granitóides Orientados						no Gr. Barra do Chapéu		
	MP-1	MP-14	MN-1	MN-2	GD1-A	GD1-C	GD1-D	GD2-A	GD2-B	GD2-C	ET-21	ET-25	ET-51
SiO ₂	58.70	62.30	63.40	63.70	60.10	62.40	51.70	61.20	61.00	66.00	54.60	54.40	56.90
TiO ₂	0.85	0.62	0.31	0.40	0.90	0.78	1.40	0.74	0.75	0.53	1.30	1.40	1.20
Al ₂ O ₃	17.30	13.80	18.90	18.00	15.60	14.90	16.80	17.00	16.90	16.40	15.70	15.60	14.70
Fe ₂ O ₃	4.10	2.30	1.30	1.90	3.50	2.80	4.50	2.10	2.60	2.30	4.50	4.70	3.80
FeO	2.30	3.70	1.70	2.00	3.00	2.80	5.40	3.50	3.10	1.50	4.20	4.40	4.20
MnO	0.10	0.10	0.05	0.06	0.09	0.08	0.12	0.08	0.07	0.05	0.11	0.12	0.11
MgO	1.60	4.30	1.10	1.30	3.10	2.70	4.80	1.50	1.50	0.95	4.00	4.10	3.80
CaO	4.60	5.00	4.00	4.00	4.80	4.30	7.60	4.40	4.60	2.90	6.10	6.20	5.80
Na ₂ O	4.50	3.40	5.90	5.70	3.50	3.40	3.40	3.70	3.50	3.70	3.50	3.40	3.40
K ₂ O	4.30	2.30	2.10	1.70	4.00	4.20	2.40	4.00	4.10	4.40	3.40	3.50	3.80
P ₂ O ₅	0.45	0.41	0.10	0.14	0.30	0.27	0.53	0.27	0.29	0.18	0.57	0.56	0.55
F	0.15	0.22	0.07	0.08	0.15	0.10	0.20	0.14	0.11	0.06	0.30	0.25	0.23
P.F.	0.62	1.15	0.64	0.57	0.50	0.94	0.58	0.91	0.96	0.71	1.15	0.83	0.94
TOTAL	99.57	99.60	99.57	99.55	99.54	99.67	99.43	99.54	99.48	99.68	99.43	99.46	99.43
H ₂ O ⁺	0.35	0.89	0.54	0.57	0.54	0.51	1.08	0.61	0.57	0.51	0.95	0.81	0.73
H ₂ O ⁻	0.12	0.30	0.17	0.17	0.12	0.20	0.13	0.47	0.21	0.29	0.25	0.40	0.24
S	0.07	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	120.00	64.00	73.00	47.00	310.00	250.00	390.00	150.00	180.00	110.00	310.00	380.00	280.00
Ba	1630.00	390.00	730.00	410.00	1460.00	1330.00	1310.00	1420.00	1470.00	1370.00	1470.00	1720.00	1740.00
Rb	120.00	140.00	78.00	93.00	89.00	99.00	57.00	110.00	110.00	130.00	96.00	100.00	90.00
Sr	1200.00	360.00	1590.00	1460.00	870.00	800.00	1040.00	850.00	820.00	920.00	970.00	920.00	850.00
Zr	330.00	130.00	86.00	120.00	260.00	250.00	130.00	270.00	290.00	250.00	240.00	290.00	300.00
Nb	18.00	11.00	8.00	8.00	10.00	10.00	13.00	17.00	20.00	15.00	19.00	13.00	16.00
Ni	20.00	59.00	20.00	20.00	38.00	35.00	35.00	20.00	20.00	20.00	40.00	36.00	31.00
Y	29.00	33.00	10.00	14.00	24.00	23.00	32.00	26.00	26.00	30.00	31.00	33.00	33.00
V	65.00	130.00	43.00	53.00	100.00	87.00	190.00	64.00	64.00	36.00	150.00	150.00	140.00
Cr	20.00	210.00	21.00	23.00	81.00	68.00	96.00	20.00	20.00	20.00	300.00	92.00	98.00
La	147.00	-	15.53	-	71.74	-	-	-	-	57.17	-	-	83.81
Ce	323.80	-	35.97	-	134.60	-	-	-	-	117.40	-	-	197.20
Nd	150.20	-	17.42	-	61.05	-	-	-	-	47.28	-	-	87.63
Sm	23.90	-	2.92	-	10.25	-	-	-	-	7.71	-	-	14.87
Eu	4.52	-	0.74	-	1.97	-	-	-	-	1.41	-	-	2.75
Gd	13.61	-	1.69	-	6.41	-	-	-	-	4.74	-	-	9.02
Dy	9.89	-	1.28	-	4.80	-	-	-	-	3.55	-	-	6.59
Ho	1.83	-	0.25	-	0.99	-	-	-	-	0.68	-	-	1.32
Er	4.20	-	0.63	-	2.78	-	-	-	-	1.71	-	-	3.58
Yb	2.81	-	0.60	-	1.69	-	-	-	-	1.18	-	-	2.05
Lu	0.31	-	0.09	-	0.32	-	-	-	-	0.15	-	-	0.35

*enclaves

continua

Limites de detecção: P₂O₅ - 0.05%; S - 0.01%; Cl, Ni e Cr - 20 ppm; V - 10 ppm; Nb - 8 ppm;

TABELA 3 (continuação)

	GRANITÓIDES TRÊS CÓRREGOS														
	Granitóides Orientados					Granito Barra do Chapéu						Granito Saíval			
AMOSTRAS	Am1	Am3-A	Am4-H	E1-C	E2-A	ET-48	ET-50	TC-2	TC-14	TC-15	TC-16	S-1	S-5	S-15	
SiO ₂	67.60	66.50	67.10	71.60	70.70	67.70	66.50	66.80	60.00	67.70	67.50	70.30	70.20	65.90	
TiO ₂	0.52	0.54	0.57	0.22	0.29	0.53	0.54	0.64	0.82	0.59	0.60	0.37	0.34	0.59	
Al ₂ O ₃	14.90	15.20	14.80	14.60	14.60	14.90	15.40	15.10	15.70	14.70	14.50	14.60	14.30	14.90	
Fe ₂ O ₃	1.90	1.90	1.90	0.91	0.96	1.70	2.00	2.00	3.00	1.20	1.80	0.96	1.70	3.00	
FeO	1.70	2.00	2.00	0.98	1.30	1.70	1.80	1.70	3.50	2.00	1.70	1.30	0.84	1.10	
MnO	0.06	0.07	0.06	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.05	0.05	0.03	0.03	0.07	
MgO	1.10	1.50	1.40	0.43	0.69	1.20	1.30	1.40	2.70	1.40	1.40	0.76	0.87	1.50	
CaO	3.00	3.50	3.00	1.60	1.90	2.80	3.00	2.80	4.80	2.70	2.90	1.80	1.80	3.00	
Na ₂ O	3.50	3.70	3.50	4.70	4.50	3.90	3.90	4.00	3.60	3.70	3.70	4.60	4.80	3.70	
K ₂ O	4.60	3.60	4.50	4.20	4.00	4.40	4.20	4.30	4.10	4.90	4.60	4.20	4.00	4.70	
P ₂ O ₅	0.18	0.16	0.19	0.10	0.12	0.18	0.19	0.21	0.30	0.19	0.20	0.16	0.13	0.23	
F	0.09	0.09	0.14	0.08	0.07	0.16	0.13	0.11	0.12	0.12	0.10	0.11	0.10	0.10	
P.F.	0.45	0.84	0.57	0.43	0.52	0.44	0.53	0.48	0.77	0.52	0.64	0.43	0.44	0.85	
TOTAL	99.60	99.60	99.73	99.88	99.70	99.66	99.54	99.59	99.51	99.77	99.69	99.62	99.55	99.64	
H ₂ O ⁺	0.44	0.57	0.52	0.40	0.39	0.32	0.24	0.40	0.53	0.38	0.54	0.34	0.32	0.55	
H ₂ O ⁻	0.09	0.20	0.17	0.12	0.22	0.19	0.13	0.14	0.20	0.18	0.14	0.17	0.18	0.12	
S	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Cl	79.00	85.00	85.00	34.00	56.00	99.00	160.00	65.00	130.00	140.00	89.00	21.00	25.00	200.00	
Ba	1200.00	1110.00	940.00	930.00	1080.00	1420.00	1160.00	1630.00	1550.00	1640.00	1540.00	1520.00	1290.00	1330.00	
Rb	130.00	120.00	140.00	110.00	90.00	130.00	120.00	120.00	88.00	120.00	100.00	70.00	71.00	130.00	
Sr	710.00	580.00	630.00	820.00	820.00	860.00	850.00	1030.00	900.00	860.00	940.00	1120.00	1130.00	810.00	
Zr	190.00	220.00	180.00	160.00	170.00	250.00	240.00	290.00	260.00	240.00	270.00	190.00	200.00	220.00	
Nb	12.00	10.00	8.00	8.00	8.00	8.00	11.00	14.00	16.00	9.00	9.00	8.00	8.00	14.00	
Ni	20.00	16.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	23.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Y	28.00	22.00	25.00	34.00	12.00	17.00	16.00	29.00	27.00	76.00	63.00	170.00	14.00	23.00	
V	43.00	59.00	54.00	15.00	24.00	42.00	47.00	54.00	110.00	45.00	47.00	28.00	27.00	56.00	
Cr	20.00	37.00	20.00	20.00	20.00	24.00	22.00	34.00	41.00	39.00	36.00	20.00	20.00	28.00	
La	-	-	-	-	-	59.65	-	-	-	65.42	-	-	-	55.39	
Ce	-	-	-	-	-	125.70	-	-	-	132.60	-	-	-	118.40	
Nd	-	-	-	-	-	48.88	-	-	-	50.52	-	-	-	46.66	
Sm	-	-	-	-	-	7.55	-	-	-	7.77	-	-	-	7.66	
Eu	-	-	-	-	-	1.36	-	-	-	1.43	-	-	-	1.44	
Gd	-	-	-	-	-	4.17	-	-	-	5.02	-	-	-	4.68	
Dy	-	-	-	-	-	2.55	-	-	-	3.68	-	-	-	3.26	
Ho	-	-	-	-	-	0.47	-	-	-	0.82	-	-	-	0.62	
Er	-	-	-	-	-	1.08	-	-	-	2.59	-	-	-	1.53	
Yb	-	-	-	-	-	0.78	-	-	-	1.71	-	-	-	1.18	
Lu	-	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.26	-	-	-	0.17	

(continua)

Limites de detecção: P₂O₅ - 0.05%; e S - 0.01%; Cl, Ni e Cr - 20 ppm; V - 10 ppm; Nb - 8 ppm;

TABELA 3 (continuação)

AMOSTRAS	GR. TRÊS CÓRREGOS				SUÍTE PÓS-TECTÔNICA								
	*1	*2	Gr. Lajeado		Veios Graníticos			Gr. Sguário		Gran. Correias			*3
	PT-1	B-2	L-5	L-16	MA-1	VA-1	VA-2	Sg1-A	Sg2-G	CO-2	CO-5	CO-7	CV-1
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
SiO ₂	61.30	70.20	71.20	71.20	72.20	71.90	68.90	71.30	73.30	73.60	73.30	73.50	76.00
TiO ₂	0.72	0.38	0.30	0.31	0.06	0.28	0.41	0.35	0.18	0.19	0.17	0.11	0.11
Al ₂ O ₃	16.50	14.40	14.70	14.70	14.90	14.40	15.00	13.90	13.70	13.60	13.30	13.60	12.30
Fe ₂ O ₃	2.70	1.20	0.26	0.87	0.36	1.20	2.00	1.10	0.67	0.58	0.81	0.77	0.62
FeO	3.00	1.40	1.30	0.84	0.42	0.70	0.98	1.50	0.84	1.10	0.98	0.84	0.70
MnO	0.09	0.05	0.02	0.03	0.01	0.04	0.04	0.06	0.04	0.05	0.06	0.04	0.03
MgO	1.90	1.00	0.54	0.55	0.22	0.43	0.88	0.34	0.24	0.20	0.23	0.18	0.12
CaO	4.60	2.40	1.70	1.80	1.20	1.40	2.10	1.20	1.10	1.00	1.20	0.87	0.55
Na ₂ O	3.70	3.50	4.10	4.00	3.50	4.10	3.60	3.50	3.30	3.30	3.40	3.50	3.30
K ₂ O	3.90	4.30	4.90	4.90	6.50	4.60	5.00	5.90	5.80	5.40	5.40	5.50	5.30
P ₂ O ₅	0.28	0.11	0.08	0.09	0.05	0.07	0.13	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
F	0.11	0.11	0.17	0.13	0.03	0.13	0.10	0.13	0.13	0.19	0.20	0.25	0.20
P.F.	0.68	0.71	0.47	0.38	0.52	0.56	0.60	0.43	0.56	0.77	0.89	0.76	0.75
TOTAL	99.58	99.76	99.74	99.80	99.97	99.81	99.74	99.81	99.91	100.03	99.99	99.97	100.03
H ₂ O ⁺	0.64	0.45	0.19	0.12	0.19	0.42	0.37	0.37	0.38	0.18	0.17	0.10	0.40
H ₂ O ⁻	0.12	0.10	0.12	0.24	0.13	0.20	0.20	0.19	0.14	1.27	1.33	1.19	0.28
S	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cl	65.00	62.00	50.00	20.00	66.00	75.00	92.00	98.00	95.00	110.00	97.00	92.00	140.00
Ba	1630.00	950.00	1290.00	1460.00	920.00	1040.00	1420.00	770.00	400.00	370.00	360.00	260.00	76.00
Rb	91.00	140.00	180.00	160.00	190.00	160.00	140.00	310.00	370.00	370.00	370.00	470.00	300.00
Sr	720.00	500.00	910.00	940.00	550.00	660.00	1000.00	170.00	150.00	130.00	120.00	110.00	32.00
Zr	250.00	190.00	210.00	180.00	91.00	220.00	210.00	400.00	210.00	200.00	200.00	170.00	200.00
Nb	11.00	8.00	8.00	8.00	8.00	25.00	12.00	27.00	24.00	28.00	17.00	37.00	35.00
Ni	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Y	29.00	30.00	11.00	10.00	11.00	150.00	230.00	84.00	47.00	87.00	61.00	350.00	51.00
V	82.00	37.00	17.00	18.00	10.00	13.00	39.00	13.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cr	23.00	29.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
La	-	-	30.03	-	-	-	-	-	-	-	-	66.37	-
Ce	-	-	76.04	-	-	-	-	-	-	-	-	128.10	-
Nd	-	-	28.29	-	-	-	-	-	-	-	-	52.58	-
Sm	-	-	4.07	-	-	-	-	-	-	-	-	11.13	-
Eu	-	-	0.74	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	-
Gd	-	-	2.04	-	-	-	-	-	-	-	-	9.08	-
Dy	-	-	1.14	-	-	-	-	-	-	-	-	14.86	-
Ho	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	3.96	-
Er	-	-	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	15.61	-
Yb	-	-	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	19.40	-
Lu	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	2.81	-

*1-Granito Paiol de Telha;

*2-Granito Córrego do Butiá;

*3-Granito Campina do Veado

Limites de detecção: P₂O₅ - 0.05% e S - 0.01%; Cl, Ni e Cr - 20 ppm; V - 10 ppm; Nb - 8 ppm;

APÊNDICE 2

Conjuntos litológicos processados para obtenção de isócrona Rb-Sr. Incluem tanto os dados de amostras que compõem diagramas isocrônicos (discutidos no capítulo 6), quanto daquelas não aproveitadas para tal fim.

Tabela 1 - Dados analíticos Rb-Sr (Análise semi-quantitativa através de fluorescência de raios X em rocha total) para amostras dos Augen Gnaisses.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24489	MN-1	1314	72	0,159	Quartzo monzodiorito gnáissico
24490	MN-2	1154	99	0,248	Biotita quartzo monzodiorito gnáissico
24491	MN-3	1393	58	0,120	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24492	MN-4	1382	76	0,158	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24493	MN-5	1297	65	0,146	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24494	MN-6	1326	80	0,175	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24495	MN-7	1402	62	0,129	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24496	MN-8	1317	94	0,206	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24497	MN-9	1240	111	0,258	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24498	MN-10	1406	79	0,162	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24499	MN-11	1365	57	0,120	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico
24500	MN-12	1187	95	0,233	Quartzo monzodiorito/diorito gnáissico

Tabela 2 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras dos enclaves nos Augen Gnaisses.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
22486	MP-1	SQ*	1216	145	0,345	Qzo monzodiorito gnáissico
22487	MP-2	SQ	1216	139	0,331	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22488	MP-3	SQ	1204	138	0,331	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22489	MP-4	Q	1038,1	167,0	0,466	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22490	MP-5	SQ	1031	138	0,388	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22491	MP-6	Q	1206,2	123,2	0,297	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22492	MP-7	Q	988,0	116,2	0,339	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22493	MP-8	SQ	1216	141	0,336	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22494	MP-9	SQ	1112	139	0,363	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22495	MP-10	Q	712,4	66,9	0,267	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22496	MP-11	Q	1098,4	150,4	0,396	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22497	MP-12	Q	765,0	120,1	0,456	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22498	MP-13	Q	714,9	62,6	0,255	Qzo monzodior./dior. gnáiss.
22499	MP-14	Q	342,7	128,0	1,090	Biot-hornb qzo diorito gn.
24366	MM-2	Q	489,5	156,2	0,922	Gnaiss bandado ("mistura")
24367	MM-3A	Q	563,0	143,3	0,731	Gnaiss bandado ("mistura")
24368	MM-3B	Q	549,8	164,2	0,860	Gnaiss bandado ("mistura")

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 3 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras de veios aplíticos que cortam os augen gnaisses e seus enclaves.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24351	MA-1	Q*	407,4	180,2	1,280	Sienogranito irregul. bandado
24352	MA-2	SQ	621	191	0,890	Sienogranito irregul. bandado
24353	MA-3	Q	269,2	156,0	1,673	Sienogranito irregul. bandado
24354	MA-4	Q	747,1	150,6	0,583	Sienogranito irregul. bandado
24355	MA-5	SQ	412	164	1,151	Sienogranito irregul. bandado
24356	MA-6	Q	595,8	184,2	0,762	Sienogranito irregul. bandado
24357	MA-7	Q	575,4	196,0	0,985	Sienogranito irregul. bandado
24358	MA-8	SQ	575	192	0,967	Sienogranito irregul. bandado
24359	MA-9	SQ	665	190	0,826	Sienogranito irregul. bandado
24360	MA-10	SQ	608	162	0,772	Sienogranito irregul. bandado
24361	MA-11	SQ	792	134	0,561	Sienogranito irregul. bandado
24362	MA-12	SQ	770	155	0,584	Sienogranito irregul. bandado
24363	MA-13	SQ	444	171	1,115	Sienogranito irregul. bandado

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 4 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras dos Granitóides Orientados.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
25145	Am1	Q*	646,4	129,5	0,581	Monzogranito porfirítico
25146	Am3-A	Q	582,6	161,6	0,801	Biotita granodiorito porfirít.
24600	Am4-A	Q	606,5	128,8	0,616	Granodiorito porfirítico
24601	Am4-B	SQ	584	149	0,736	Granodiorito porfirítico
24602	Am4-C	SQ	575	149	0,753	Granodiorito porfirítico
24603	Am4-D	SQ	627	147	0,679	Granodiorito porfirítico
24604	Am4-E	Q	641,5	154,1	0,704	Granodiorito porfirítico
24605	Am4-F	Q	652,8	130,2	0,577	Granodiorito porfirítico
24606	Am4-G	SQ	631	153	0,700	Granodiorito porfirítico
24607	Am4-H	Q	572,6	150,9	0,755	Biotita granodiorito porfirít.
24608	Am4-I	SQ	637	152	0,688	Granodiorito porfirítico
24609	Am4-J	SQ	640	159	0,720	Granodiorito porfirítico

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 5 - Dados analíticos Rb-Sr (Análise semi-quantitativa através de fluorescência de raios X em rocha total) para amostras dos Granitóides Orientados.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24181	E2-A	651	97	0,430	Sienogranito médio-grosso
24182	E2-B	665	88	0,382	Sienogranito médio-grosso
24183	E2-C	667	94	0,407	Sienogranito médio-grosso
24184	E2-D	673	84	0,361	Sienogranito porfirítico
24185	E2-E	734	92	0,363	Sienogranito porfirítico
24186	E2-F	704	80	0,327	Sienogranito médio-grosso
24187	E2-H	601	120	0,576	Sienogranito médio-grosso
24188	E2-I	685	120	0,506	Sienogranito médio-grosso
24189	E2-J	702	100	0,414	Sienogranito médio-grosso
24190	E2-K	672	88	0,379	Sienogranito médio-grosso

Tabela 6 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras do Granito Barra do Chapéu.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24890	TC-14	SQ*	934	95	0,294	Granodiorito porf. orientado
25143	TC-15	SQ	804	143	0,516	Monzogranito porf. orientado
25144	TC-16	SQ	914	92	0,290	Monzogranito porf. orientado
25138	ET-48	Q	801,6	143,7	0,517	Monzogranito porf. orientado
25139	ET-49	Q	610,3	171,0	0,812	Monzogranito porf. orientado
25140	ET-50	SQ	661	149	0,653	Monzogranito porf. orientado
25141	ET-52	SQ	627	134	0,620	Monzogranito porf. orientado
25142	ET-53	Q	577,7	134,0	0,672	Monzogranito porf. orientado
25228	ET-54	Q	816,5	119,2	0,422	Monzogranito porf. orientado
25229	ET-55	Q	891,8	133,6	0,435	Monzogranito porf. orientado

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 7 - Dados analíticos Rb-Sr (Análise semi-quantitativa através de fluorescência de raios X em rocha total) para amostras do Granito Saival.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24650	S-1	798	63	0,229	Monzogranito porfirítico orientado
24651	S-2	857	69	0,234	Monzogranito porfirítico orientado
24652	S-3	822	59	0,207	Monzogranito porfirítico orientado
24653	S-4	792	65	0,237	Monzogranito porfirítico orientado
24654	S-5	857	78	0,262	Quartzo monzonito porfir. orientado
24655	S-6	741	75	0,294	Monzogranito porfirítico orientado
24656	S-7	801	68	0,247	Monzogranito porfirítico orientado
24657	S-8	845	62	0,211	Monzogranito porfirítico orientado
24658	S-9	754	56	0,215	Monzogranito porfirítico orientado
24659	S-10	847	63	0,217	Monzogranito porfirítico orientado
24660	S-11	890	73	0,237	Monzogranito porfirítico orientado
24661	S-12	718	55	0,222	Monzogranito porfirítico orientado
24662	S-13	861	66	0,227	Monzogranito porfirítico orientado
24663	S-14	837	69	0,237	Monzogranito porfirítico orientado
25147	S-15	812	177	0,632	Quartzo monzonito porfir. orientado

Tabela 8 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras do Granito Córrego do Butiá.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24191	B-2	SQ*	433	146	0,975	Monzogranito porfir. orientado
24192	B-3	SQ	473	167	1,020	Monzogranito porfir. orientado
24193	B-4	SQ	446	155	1,007	Monzogranito porfir. orientado
24194	B-5	Q	446,0	145,0	0,937	Monzogranito orientado
24195	B-6	Q	459,0	137,6	0,866	Monzogranito porfir. orientado
24196	B-7	SQ	462	149	0,935	Monzogranito porfir. orientado
24197	B-8	Q	507,6	146,9	0,838	Monzogranito porfir. orientado
24198	B-9	SQ	444	151	0,983	Monzogranito porfir. orientado
24199	B-10	SQ	459	147	0,925	Monzogranito porfir. orientado
24200	B-11	Q	433,6	172,3	1,149	Monzogranito porfir. orientado
24201	B-12	SQ	436	132	0,876	Monzogranito porfir. orientado
24202	B-13	SQ	474	158	0,964	Monzogranito porfir. orientado
24203	B-14	SQ	443	144	0,944	Monzogranito porfir. orientado

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 9 - Dados analíticos Rb-Sr (Análise semi-quantitativa através de fluorescência de raios X em rocha total) para amostras do Granito Lajeado.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24369	L-1	665	183	0,795	Monzogranito porfirítico orientado
24370	L-2	601	180	0,867	Monzogranito porfirítico orientado
24371	L-3	684	166	0,703	Monzogranito porfirítico orientado
24372	L-4	608	165	0,787	Monzogranito porfirítico orientado
24373	L-6	659	184	0,808	Monzogranito porfirítico orientado
24374	L-8	794	184	0,669	Monzogranito porfirítico orientado
24375	L-9	731	176	0,696	Monzogranito porfirítico orientado
24376	L-11	719	160	0,643	Monzogranito porfirítico orientado
24377	L-12	651	149	0,662	Monzogranito porfirítico orientado
24378	L-15	719	184	0,741	Monzogranito porfirítico orientado
24379	L-16	786	149	0,549	Monzogranito porfirítico orientado
24380	L-17	764	169	0,642	Monzogranito porfirítico orientado
24381	L-18	690	179	0,750	Monzogranito porfirítico orientado
24382	L-19	715	171	0,694	Monzogranito porfirítico orientado
24383	L-20	781	182	0,675	Monzogranito porfirítico orientado

Tabela 10 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras dos Enclaves nos Granitóides Orientados.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
25126	GD1-A	SQ*	833	119	0,413	Biot hornb qzo monzodiorito gn.
25127	GD1-B	Q	891,2	116,6	0,379	Biot hornb qzo monzodiorito gn.
25128	GD1-C	SQ	861	90	0,301	Biot hornb qzo monzonito gnáiss.
25129	GD1-D	Q	1111,0	72,9	0,190	Biot hornb.qzo monzodiorito gn.
25130	GD1-E	SQ	1021	146	0,413	Biot hornb qzo monzodiorito gn.
25131	GD1-F	Q	812,7	120,9	0,431	Biot hornb qzo monzodiorito gn.
25132	GD1-G	Q	948,7	90,7	0,276	Biot hornb qzo monzodiorito gn.
25133	GD2-A	SQ	864	106	0,355	Biot qzo monzodiorito gnáissico
25134	GD2-B	Q	835,1	101,9	0,356	Biot qzo monzodiorito gnáissico
25135	GD2-C	SQ	866	153	0,511	Quartzo monzodiorito
25136	GD2-D	Q	736,1	164,3	0,649	Quartzo monzodiorito
25137	GD2-E	Q	848,0	147,9	0,504	Biot qzo monzodiorito gnáissico

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 11 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras de enclaves no Granito Barra do Chapéu.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
22499	ET-14	SQ*	1025	105	0,298	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22500	ET-16	Q	898,6	116,3	0,382	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22501	ET-17	SQ	907	127	0,405	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22502	ET-18	Q	1056,1	101,3	0,277	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22503	ET-19	Q	885,3	124,9	0,407	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22504	ET-20	Q	955	109	0,329	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22505	ET-21	SQ	1078	112	0,301	Biot hornb qzo monzodior.gn.
22506	ET-22	SQ	982	135	0,396	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22507	ET-23	Q	1008,5	125,4	0,358	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22508	ET-25	SQ	950	107	0,327	Biot hornb qzo monzodior.gn.
22509	ET-26	Q	944,7	96,8	0,291	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22510	ET-27	SQ	945	99	0,303	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22511	ET-28	Q	935,6	103,8	0,320	Qzo monzodior./dior. gnáis.
22512	ET-30	Q	852,3	87,1	0,309	Qzo monzodior./dior. gnáis.
25149	ET-51	Q	917,5	157,0	0,498	Hornb qzo monzodior. gnáis.

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 12 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras do Granito Corrêas.

Nº DE SEPAR.	Nº DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
25116	CO-1	SQ*	101	377	10,760	Monzogranito maciço porfirítico
25117	CO-2	SQ	108	406	10,844	Monzogranito maciço porfirítico
25118	CO-3	Q	122,5	405,9	9,661	Monzogranito maciço porfirítico
25119	CO-4	Q	117,8	339,7	8,383	Monzogranito maciço porfirítico
25120	CO-5	SQ	107	414	11,158	Sienogranito maciço porfirítico
25121	CO-6	Q	86,5	375,6	12,597	Monzogranito maciço porfirítico
25122	CO-7	SQ	65	445	19,849	Monzogranito maciço porfirítico
25123	CO-8	SQ	110	435	11,467	Monzogranito maciço porfirítico
25124	CO-9	Q	83,5	534,5	18,646	Monzogranito maciço porfirítico
25125	CO-10	Q	56,5	374,1	19,285	Sienogranito maciço porfirítico

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

Tabela 13 - Dados analíticos Rb-Sr (Fluorescência de raios X em rocha total) para amostras do Granito Squário.

N.º DE SEPAR.	N.º DE CAMPO	TIPO ANÁL.	Sr (ppm)	Rb (ppm)	Rb/Sr	ROCHA
24889	Sg1-A	Q*	159,8	356,0	6,469	Monzogran. maciço médio-grosso
25703	Sg1-B	Q	138,1	288,3	5,996	Monzogran. maciço médio-grosso
25704	Sg1-C	SQ	102	335	9,519	Monzogran. maciço médio-grosso
25705	Sg1-D	SQ	100	321	9,245	Monzogran. maciço médio-grosso
25706	Sg1-E	Q	75,7	361,8	13,804	Monzogran. maciço médio-grosso
25707	Sg1-F	Q	73,5	359,7	14,133	Monzogran. maciço médio-grosso
25708	Sg2-C	SQ	120	343	8,261	Sienogran. mac. porf. fino-méd.
25709	Sg2-D	Q	114,2	343,7	8,678	Sienogran. mac. porf. fino-méd.
24892	Sg2-G	Q	144,8	347,3	6,985	Sienogran. mac. porf. fino-méd.

*(SQ=semi-quantitativa; Q=quantitativa)

LEGENDA

- PONTOS COM AMOSTRAS ANALISADAS :
- ☐ — Análise petrográfica e química (elementos maiores e traços)
 - ☒ — Idem, idem, + terras raras
 - + — Determinações K-Ar em biotitas
 - — Determinações Rb-Sr (inclui amostras analisadas (a) e/ou apenas processadas (p)), conforme Apêndice 2)
 - △ — Determinações U-Pb em zircões (dados preliminares)

- IG e UC : Gomes et al (1975 a, b) (localização imprecisa)
B e C : Theodorovicz et al (1986)

Obs : Legenda (geologia), conforme ANEXO A

Desenho: W.D.CORTEZ

ANEXO B - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS ANALISADAS

EVOLUÇÃO DO COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÔRREGOS A NOROESTE DE APIAÍ - SP
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANTONIO GIMENEZ FILHO
1993

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP
BIBLIOTECA

TA786