UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**O COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA NA
REGIÃO DE JOAQUIM MURTINHO, PIRAI DO SUL
(PR): CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DAS
ROCHAS GRANITÓIDES**

Gilson Burigo Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Horstpeter H. G. J. Ulbrich

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

São Paulo
1995

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**O COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA NA
REGIÃO DE JOAQUIM MURTINHO, PIRAÍ DO SUL
(PR): CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DAS
ROCHAS GRANITÓIDES**

Gilson Burigo Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Horstpeter H. G. J. Ulbrich

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

	nome	ass.
Presidente:	<u>Horstpeter H.G.J. Ulbrich</u>
Examinadores:	<u>Silvio Roberto Farias Vlach</u>	
	<u>Antonio Carlos Artur</u>	

São Paulo
1995

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**O COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA NA
REGIÃO DE JOAQUIM MURTINHO, PIRAI DO SUL
(PR): CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA DAS
ROCHAS GRANITÓIDES**

Gilson Burigo Guimarães

Orientador: Prof. Dr. Horstpeter H. G. J. Ulbrich

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia

DEDALUS - Acervo - IGC

30900006554

São Paulo
1995

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	III
AGRADECIMENTOS.....	V
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
I.1 - GENERALIDADES.....	1
I.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS À ÁREA DE ESTUDO	1
I.3 - OBJETIVOS.....	4
I.4 - JUSTIFICATIVAS.....	4
I.5 - ASPECTOS FISIOGRÁFICOS E GEOMORFOLÓGICOS.....	5
CAPÍTULO II - METODOLOGIA E TRABALHOS ANTERIORES.....	8
II.1 - METODOLOGIA.....	8
II.2 - TRABALHOS ANTERIORES.....	11
CAPÍTULO III - GEOLOGIA REGIONAL.....	18

III.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
III.2 - EMBASAMENTO CRISTALINO.....	18
III.2.1 - BLOCO NOROESTE.....	20
"QUARTZITO SERRA DAS PEDRAS".....	23
COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA.....	24
GRUPO CASTRO.....	27
III.2.2 - BLOCO SUDESTE.....	28
III.3 - BACIA DO PARANÁ.....	30
III.3.1 - FORMAÇÃO FURNAS.....	30
III.3.2 - DIABÁSIOS CORRELATOS À FORMAÇÃO SERRA GERAL.....	31
 CAPÍTULO IV - GEOLOGIA LOCAL.....	 33
IV.1 - ROCHAS GRANITÓIDES.....	33
FÁCIES E ASSOCIAÇÕES DE FÁCIES.....	33
ESTRUTURAS DE DEFORMAÇÃO.....	35
ENCLAVES.....	37
APLITOS E PEGMATITOS.....	40
VEIOS DE QUARTZO.....	41
AS RELAÇÕES DE CONTATO.....	43
FORMA DAS INTRUSÕES.....	49
IV.2 - MILONITOS.....	51
IV.3 - "QUARTZITO SERRA DAS PEDRAS".....	52

IV.4 - GRUPO CASTRO.....	57
IV.4.1 - SEDIMENTOS PELITO-PSAMÍTICOS	57
IV.4.2 - SEDIMENTOS PSEFÍTICOS.....	59
IV.4.3 - ROCHAS ÍGNEAS.....	63
IV.5 - FORMAÇÃO FURNAS.....	65
IV.6 - DIABÁSIOS CORRELATOS À FORMAÇÃO SERRA GERAL	66
IV.7 - SEDIMENTOS CENOZÓICOS.....	68
 CAPÍTULO V - PETROGRAFIA DAS ROCHAS GRANITÓIDES.....	69
 V.1 - ASSOCIAÇÃO I.....	69
V.1.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS.....	74
V.1.2 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO.....	75
V.2 - ASSOCIAÇÃO II.....	87
V.2.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA FÁCIES <i>IIa</i>	87
V.2.2 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES <i>IIa</i> .	90
V.2.3 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA FÁCIES <i>IIb</i>	93
V.2.4 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES <i>IIb</i> .	93
V.3 - ASSOCIAÇÃO III (FÁCIES <i>IIIa</i>).....	96
V.3.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS.....	97

V.3.2 - MINERAIS	E	
ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO.....		98
V.4 - ASSOCIAÇÃO IV.....		101
V.4.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA		
FÁCIES <i>Ive</i>		102
V.4.2 - MINERAIS E ORDEM DE		
CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES <i>Ive</i> .		102
V.4.3 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DAS		
DEMAIS FÁCIES DA		
ASSOCIAÇÃO IV.....		104
V.4.4 - MINERAIS E ORDEM DE		
CRISTALIZAÇÃO DAS DEMAIS		
FÁCIES DA ASSOCIAÇÃO IV.....		105
V.5 - ASSOCIAÇÃO V.....		112
V.5.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA		
FÁCIES <i>Va</i>		112
V.5.2 - MINERAIS E ORDEM DE		
CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES <i>Va</i> ..		112
V.5.3 - FÁCIES <i>Vb</i>		114
V.6 - PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE		
AS ASSOCIAÇÕES.....		115
CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....		116
VI.1 - A UNIDADE "GRANITO JOAQUIM MURTINHO"..		116
VI.2 - AS RELAÇÕES DOS GRANITÓIDES COM O		
COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA.....		118

VI.3 - OS GRANITÓIDES DA ÁREA ESTUDADA E AS CLASSIFICAÇÕES TIPOLOGICAS.....	120
VI.4 - POTENCIAL METALOGENÉTICO.....	125
CAPÍTULO VII - RESUMO E CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
ANEXO 1 - MAPA GEOLÓGICO.....	encarte
ANEXO 2 - MAPA DE PONTOS.....	encarte
ANEXO 3 - TABELA II.....	encarte
ANEXO 4 - TABELA VIII.....	encarte

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	Mapa de localização e principais acessos à área de estudo.....	2
FIGURA 2:	Localização da área estudada em relação às principais unidades geológicas regionais.....	3
FIGURA 3:	Diagrama QAP com estimativas composicionais para rochas porfiríticas.....	10
FIGURA 4:	Localização geográfica dos projetos e/ou mapeamentos geológicos realizados na Folha SG-22-X e que estão citados no texto.....	14
FIGURA 5:	Mapa geológico simplificado do leste paranaense...	21
FIGURA 6:	Dados químicos referentes ao Granito Cunhaporanga (Issler, 1987 e Reis Neto, 1994), lançados em um diagrama (CaO, Na ₂ O + K ₂ O) X SiO ₂	26
FIGURA 7:	Representação esquemática das relações de contato entre granitóides da Associação I (ponto 25).....	45
FIGURA 8:	Provável esquema de colocação dos granitóides da área estudada.....	50
FIGURA 9:	Diagrama modal QAP com dados referentes às amostras da fácies Ia.....	71
FIGURA 10:	Diagrama QAP com estimativas composicionais para amostras da fácies Ib.....	73
FIGURA 11:	Diagrama modal QAP com dados referentes às amostras da Associação II.....	89

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 1:	Serra das Furnas, vista do ponto 98.....	6
FOTO 2:	Serra das Pedras, vista do ponto 98.....	7
FOTO 3:	Granitóide da Associação IV. Notar brechação, cimentação ferruginosa, fraturas em direções múltiplas e cavidades miarolíticas (ponto 97).....	36
FOTO 4:	Enclave microgranular claro encaixado em granitóide <i>Ia</i> (ponto 137).....	38
FOTO 5:	Enclave biotítico encaixado em granitóide <i>IIa</i> (ponto 134).....	39
FOTO 6:	Aplito encaixado em granitóide da Associação IV (ponto 96).....	41
FOTO 7:	Pegmatito desenvolvido em granitóide da Associação IV (ponto 97).....	42
FOTO 8:	Granitóide <i>Ib</i> com fenocristais de feldspato potássico (ponto 44).....	44
FOTO 9:	Expressão morfológica de um dique do granitóide pórfiro <i>IVe</i> , evidenciado no relevo pela elevação longitudinal (ponto 70).....	46
FOTO 10:	Serra das Pedras vista do ponto 70. Setas indicam saibreiras.....	53
FOTO 11:	Saibreira do "Quartzito Serra das Pedras" (ponto 21).....	54

FOTO 12:	Provável acamamento sedimentar no "Quartzito Serra das Pedras" (ponto 21).....	55
FOTO 13:	Rocha pefítica do Grupo Castro (ponto 59).....	60
FOTO 14:	Rocha pefítica do Grupo Castro. Observem-se os seixos de quartzito (ponto 59).....	61
FOTO 15:	Matações de arenito conglomerático. Observe-se a concentração de cristais de feldspato (ponto 70).	62
FOTO 16:	Contato tectônico entre granitóides da Associação IV e conglomerados do Grupo Castro (ponto 71).....	63
FOTO 17:	Dique traqui-andesítico (?) intrusivo em granitóides da Associação V. Observe-se o elevado estado de alteração dos granitóides (ponto 106)....	64
FOTO 18:	Dique (básico a intermediário) intrusivo em granitóides da Associação IV (ponto 96).....	67
FOTO 19:	Fenocristais de feldspato potássico. Geminação "em grade" e inclusões arredondadas de quartzo presentes preferencialmente nas bordas do fenocristal (ponto 63).....	78
FOTO 20:	Cristal de anfibólio intercrescido com opacos com núcleo formado por clinopiroxênio corroído (ponto 63).....	80
FOTO 21:	Cristal de prehnita incluso em agregado de cloritas, exibindo hábito "bow-tie" (ponto 20).....	85
FOTO 22:	Aspecto geral da fácies I Ib . Destaque para os cristais de muscovita e para a textura xenomórfica equigranular (ponto 111).....	94

FOTO 23:	Estrutura cataclástica em granitóide da fácies <i>IIIa</i> (ponto 85).....	97
FOTO 24:	Aspecto típico dos granitóides da Associação IV (exceto fácies <i>IVe</i>), constituídos essencialmente por mesopertita e quartzo (ponto 96).....	101
FOTO 25:	Fenocristal subedral de quartzo da fácies <i>IVe</i> , com sinais de corrosão (ponto 70).....	103
FOTO 26:	Estrutura cataclástica em granitóide da Associação IV (ponto 70).....	104
FOTO 27:	Mineral acessório (xenotima ou zircão) típico dos granitóides da Associação IV, incluso em quartzo (ponto 70).....	108
FOTO 28:	Núcleo com elevada concentração de minerais opacos (pseudomorfo de mica ?). Observam-se argilominerais e micas intercalados (ponto 96).....	109
FOTO 29:	Mica clara com inclusões de fluorita. Observa-se o mesmo mineral acessório da Foto 27 (ponto 97).....	111
FOTO 30:	Intercrescimento micrográfico, com dimensões semelhantes as de cristais isolados de feldspato, em matriz xenomórfica equigranular (ponto 106)....	112

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA	I - Critérios para discriminação de fácies granitóides.....	34
TABELA	II - Características das fácies granitóides (Anexo III).....	**
TABELA	III - Dados modais referentes às amostras da fácies Ia.....	70
TABELA	IV - Comparação entre os sub-tipos de fácies equigranulares (IaS e IaN) da Associação I, através de parâmetros selecionados.....	72
TABELA	V - Porcentagens de fenocristais de feldspato potássico para que uma rocha, com composição da matriz conhecida, seja classificada de acordo com Streckeisen (1976).....	74
TABELA	VI - Dados modais referentes às amostras da fácies IIa.....	88
TABELA	VII - Dados modais referentes às amostras da fácies IIb.....	88
TABELA	VIII - Principais diferenças petrográficas entre as 5 Associações de Fácies Granitóides (Anexo IV)..	**
TABELA	IX - Granitos tipo A agrupados de acordo com sua situação geológica de ocorrência (segundo Eby, 1990).....	124

** encarte

RESUMO

A área representada na Folha Geológica Joaquim Murtinho (CCGP, 1970 a) como sendo ocupada pelo "Granito intrusivo Joaquim Murtinho" e também suas vizinhanças imediatas, foram objeto de mapeamento geológico na escala 1:50.000. As rochas granitóides foram separadas em 13 fácies e agrupadas em 5 Associações de Fácies.

A Associação de Fácies I é formada por monzogranitos (e granodioritos, quartzomonzonitos e quartzomonzodioritos) equigranulares médios (fácies *Ia*) e monzogranitos e granodioritos porfiríticos, de matriz média a grossa (fácies *Ib* e *Ic*). A Associação II é constituída por monzogranitos (e granodioritos e quartzomonzonitos) finos a médios, cinzentos e levemente foliados (fácies *IIa*) e por monzogranitos e granodioritos finos a médios, róseos (fácies *IIb*). A Associação III mostra granitos a granodioritos inequigranulares a porfiríticos (matriz afanítica a grossa), vermelhos, com estrutura cataclástica (fácies *IIIa*). A Associação IV apresenta álcali-feldspato granitos médios a grossos, avermelhados (fácies *IVa* e *IVb*) ou cinzentos (fácies *IVc* e *IVd*), com estrutura cataclástica (*IVa* e *IVc*) e cavidades miarolíticas (principalmente *IVb*); a fácies *IVe* ocorre como diques de granitóides porfiríticos com matriz fina a média e cor rósea. Na Associação V, ocorrem álcali-feldspato granitos alaranjados (fácies *Va*) e sienitos a quartzo sienitos inequigranulares a porfiríticos (matriz afanítica a média), amarelo-rosados (fácies *Vb*).

Identificaram-se ainda meta-arenitos do "Quartzito Serra das Pedras", milonitos, rochas do Grupo Castro, arenitos da Formação Furnas, diabásios relacionados à Formação Serra Geral e sedimentos cenozóicos.

A seqüência de colocação dos granitóides iniciou-se com as

rochas da Associação I, seguidas pela Associação II (fácies *I Ib* contemporânea a posterior à fácies *IIa*), culminando com o posicionamento do conjunto formado pelas Associações IV e V (exceto a fácies *IVe*, posterior). A Associação III deve ser anterior (ou contemporânea) às Associações IV e V e posterior às Associações I e II.

A proposta de criação da unidade estratigráfica "Granito Joaquim Murtinho" por parte da Comissão da Carta Geológica do Paraná foi deficiente. Os maiores problemas foram a falta de controle de campo e o uso do mesmo nome para duas áreas diferentes, distantes 35 km uma da outra. Sugere-se aqui denominar de Granito Joaquim Murtinho apenas as Associações IV e V, por apresentarem estas rochas composição "alasquítica", conforme a definição original da unidade.

O conjunto formado pelas cinco Associações de Fácies Granitóides pertence ao Complexo Granítico Cunhaporanga. É possível que as Associações IV e V representem os equivalentes intrusivos das rochas vulcânicas ácidas do Grupo Castro.

A falta de dados químicos e isotópicos inibiu o enquadramento dos granitóides nas diferentes classificações tipológicas apresentadas na literatura. Entretanto, considerando-se aspectos petrográficos e geológicos, as Associações IV e V assemelham-se a granitos tipo A, enquanto que a Associação I equivaleria a granitos tipo I.

As áreas potencialmente mais promissoras de encontrar mineralizações são as ocupadas pelas Associações IV e V e os contatos entre as diferentes Associações (principalmente entre as Associações I e II).

ABSTRACT

The "Joaquim Murtinho alaskitic granite", as represented in the Joaquim Murtinho Geological Sheet (CCGP, 1970a), was mapped at a 1:50.000 scale, together with neighboring areas. The granitoid rocks were separated into 13 facies, grouped into 5 mappable Facies Associations.

The Facies Association I is formed by facies *Ia* (mainly monzogranites), *Ib* and *Ic* (both porphyritic monzogranites and granodiorites). Association II is constituted by facies *IIa* (mainly monzogranites, slightly foliated) and facies *IIb* (monzogranites and granodiorites). Association III shows cataclastic granites to granodiorites (facies *IIIa*). Association IV is formed by alkali-feldspar granites (facies *IVa*, *IVb*, *IVc* and *IVd*) and dikes of porphyritic granitoids (facies *IVe*). Association V is composed by facies *Va* (alkali-feldspar granites) and *Vb* (syenites to quartz syenites).

Other identified stratigraphic units were the "Serra das Pedras Quartzite", mylonites, rocks of the Castro Group, sandstones of the Furnas Formation, diabases related to the Serra Geral Formation, and Cenozoic sediments.

The granitoid sequence of emplacement begins with the intrusion of Association I, followed by Association II (facies *IIa* prior to or contemporary to facies *IIb*), ending with the intrusion of rocks of the associations IV and V; facies *IVe*, however, is the latest intrusion. Association III is probably later than Associations I and II, and earlier than, or contemporary with, rocks of the Associations IV and V.

The definition of the stratigraphic "Joaquim Murtinho Granite" unit by the Committee for the Geological Chart of Paraná

is considered deficient, mainly because little or no field control was exercised, and the same unit name was used, in different reports, for granites lying 35 km apart. It is here suggested to apply the name "Joaquim Murtinho Granite" only to the Facies Association IV and V, that is, rocks showing "alaskitic" compositions.

The five Facies Associations are an integral part of the large and still poorly defined "Cunhaporanga Granitic Complex". It may also be possible that Associations IV and V represent the intrusive counterparts of the acid volcanic rocks belonging to the Castro Group.

So far, chemical and isotopic data are missing for these granitoids. Taking into consideration only petrographic and geological aspects, Facies Associations IV and V are similar to A-type granites, while Association I are equivalent to I-type granites.

The areas with larger potential for mineralizations are the ones occupied by Associations IV and V, and the contact zones between the different Associations.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrado meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de uma forma ou outra, atuaram de modo a tornar possível a execução deste trabalho.

- Ao Prof. Dr. Horstpeter H. G. J. Ulbrich pela solicitude, presteza, paciência e conhecimentos dedicados desde o período de seleção para a admissão à pós-graduação.

- À FAPESP (beneficiário Prof. Dr. H. H. G. J. Ulbrich) pelo auxílio financeiro à etapa de campo de 1992 (Proc. 90/0940-0).

- À Universidade Estadual de Londrina e à MINEROPAR pelo apoio ao projeto "Potencial Metalogenético e Caracterização Faciológica do Granito Joaquim Murtinho", em especial aos geólogos Antonio M. de A. Rebelo, Edir E. Arioli e Luciano C. de Loyola, ao economista Noé V. dos Santos e à bibliotecária Marlene, todos da MINEROPAR.

- Aos colegas da Universidade Estadual de Londrina, pela amizade e apoio durante os primeiros dois anos da pós-graduação.

- Ao colega de UEL e pós-graduação, M.Sc. José P. P. Pinese pela amizade, apoio e incentivo ao ingresso na pós-graduação.

- Aos colegas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo constante estímulo e apoio para a finalização deste trabalho, em especial os professores José Carlos Borsato, Eraldo S. Medeiros, Daniel A. Tavares e Luiz C. Godoy e os funcionários Soely M. Z. Moreira e Paulo M. Redkva.

- Aos colegas do Departamento de Mineralogia e Petrologia do IG-USP, pelo convívio amistoso.

- Aos professores Dr. Valdecir de Assis Janasi e M.Sc. Gergely

Szabó pelas discussões, sugestões e auxílio durante a etapa de descrição e interpretação das seções delgadas.

- Ao professor Dr. Sílvio R. F. Vlach pelas preciosas sugestões emitidas com respeito ao texto final e os mapas em anexo.
- Ao geólogo Elielson Krubiniki e família pela acolhida em sua residência durante as etapas de campo realizadas no ano de 1990.
- Ao tio Zoca e família pelo apoio "informático", além de todo o carinho especial dispensado, sem o qual este trabalho teria sido muito mais difícil do que o foi.
- À mãe Irene pela esmerada pintura dos mapas geológicos dos diferentes volumes desta dissertação.
- Ao amigo Adílson Machiavelli e família pelas oportunidades em que me hospedei em sua residência em São Paulo.
- À "tante" Lea von Hrabovski, pela inestimável ajuda durante todos estes anos em que sua casa em São Paulo foi para mim uma extensão de meu lar.
- E a toda a minha família, que durante todos estes (longos) anos, demonstrou o verdadeiro significado do que é amizade, companheirismo, paciência e amor.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I.1 - GENERALIDADES

A elaboração da presente Dissertação de Mestrado derivou da pesquisa efetuada pelo autor, inicialmente na Universidade Estadual de Londrina e atualmente na Universidade Estadual de Ponta Grossa, em parceria com a Minerais do Paraná SA (MINEROPAR), então intitulada "Potencial Metalogenético e Caracterização Faciológica do Granito Joaquim Murtinho". Infelizmente os objetivos previamente estabelecidos tiveram de ser revistos, uma vez que por motivos financeiros as análises químicas que seriam realizadas não puderam ser custeadas. Assim mesmo, dada a extrema escassez de trabalhos correlatos em território paranaense, resultados significativos foram obtidos, tal como se verá adiante.

I.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS À ÁREA DE ESTUDO

A área estudada situa-se (Figura 1) quase que completamente dentro do município de Piraí do Sul (PR), ficando apenas uma pequena porção no município de Jaguariaíva (PR), estando compreendida principalmente no setor sul da Folha Jaguariaíva (SG-22-X-A-III; escala 1:100.000; IBGE) e subordinadamente no setor norte da Folha Piraí do Sul (SG-22-X-A-VI-1; escala 1:50.000; SGEx).

Como principal via de acesso, tem-se a rodovia PR-151 (pavimentada), a qual serve de ligação entre Piraí do Sul e Jaguariaíva. A área encontra-se ainda relativamente bem servida por estradas municipais (ensaibradas), a maioria das quais em boas condições de uso. Paralelamente à rodovia PR-151, na porção oeste

FIGURA 1: Mapa de localização e principais acessos à área de estudo (em destaque). Simplificado do mapa de localização do Projeto Geoquímica na Área de Castro-Piraí, DNPM/CPRM (Licht, 1987). Linhas segmentadas: ferrovias; linhas contínuas grossas: rodovias; linhas contínuas finas: Rio Iapó e principais afluentes.

FIGURA 2: Localização da área estudada (em destaque) em relação às principais unidades geológicas regionais (estão omitidos os Diques do Arco de Ponta Grossa e os Sedimentos Cenozóicos). EC: Embasamento Cristalino indiviso; Qsp: Quartzito Serra das Pedras; CYC: Complexo Granítico Cunhaporanga; YJM: Granito Joaquim Murtinho; Gc: Grupo Castro; Ff: Formação Furnas; BP: rochas da Bacia do Paraná pós-Furnas. Modificado de Biondi et al. (1989), escala 1:650.000.

da área, existe a ligação ferroviária entre Ponta Grossa e Telêmaco Borba (PR), Itararé (SP) e Ourinhos (SP).

Em termos geológicos (Figura 2), a área engloba rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga, "Quartzito Serra das Pedras" e Grupo Castro e, em menor proporção, da Bacia do Paraná (Formação Furnas e diques básicos), além de coberturas cenozóicas.

I.3 - OBJETIVOS

Os principais objetivos do presente trabalho foram:

- * Mapear a área representada como Granito Joaquim Murtinho na Folha Geológica de Joaquim Murtinho (CCGP, 1970 a);
- * Caracterizar petrograficamente os tipos litológicos que compõem o referido granito;
- * Esboçar uma interpretação preliminar a respeito do potencial metalogenético do granito (suas fácies e suas relações com as encaixantes);
- * Reconhecer petrográfica e estruturalmente a atuação de processos de natureza tardi-magmática;
- * Estabelecer preliminarmente a evolução geológica do granito;

I.4 - JUSTIFICATIVAS

Com o objetivo de escolher-se um alvo que atendesse aos interesses das partes envolvidas, a Universidade Estadual de Londrina (posteriormente a Universidade Estadual de Ponta Grossa) e a MINEROPAR, analisou-se a bibliografia relacionada ao tema

"granitos do Paraná", visitaram-se áreas pré-selecionadas, concluindo-se finalmente pelo Granito Joaquim Murtinho como melhor objeto de estudo. Os principais motivos para tal decisão foram: escassez de dados relativos ao granito; possibilidade da existência de uma diversidade facirológica (Ribas, 1981); possibilidades promissoras (do ponto de vista estrutural) de mineralizações (Fiori, 1984); enquadramento do granito, por alguns autores (Hassui et al., 1978; Kaul, 1984; dentre outros), como anorogênico (ou, pelo menos, pós-tectônico), tipo que mostra-se favorável à ocorrência de mineralizações; facilidade de acesso.

I.5 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS E GEOMORFOLÓGICOS

O relevo local é significativamente contrastado, comportando tanto áreas elevadas, com freqüentes exposições de rochas, como áreas baixas, aplainadas e de solos espessos. Destacam-se, como principais acidentes topográficos, a Serra das Furnas na parte norte (Foto 1) e a Serra das Pedras no extremo sul da área (Foto 2).

A Serra das Furnas, num contexto regional, orienta-se segundo ENE-WSW. Porém, quando analisada em uma escala maior, mostra um arranjo complexo e suas bordas podem assumir direções as mais variadas. Mostrando tipicamente um relevo em cuesta, com topo do "front" alcançando entre 1200 e 1275 m na área estudada, apresenta desníveis consideráveis, muitas vezes da ordem de 200 a 250 m. Constituída por arenitos da formação homônima, a serra representa o limite entre o primeiro e o segundo planalto paranaense, este último tendo início na área de reverso da cuesta.

A Serra das Pedras dispõe-se como uma grande crista alongada na direção NNE-SSW, desde as cercanias de Castro até junto à cidade de Piraí do Sul. Sustentada por meta-arenitos feldspáticos, atinge altitudes máximas ao redor de 1240 m na porção sul da área de trabalho, tendo seu ponto culminante 1359 m de altitude (situ-

FOTO 1: Serra das Furnas, constituída de arenitos da formação homônima, vista do ponto 98 (ver Anexo 2). Observe-se o típico relevo em cuesta e o contraste acentuado na vegetação (denso e de grande porte junto à base da serra e de pequeno porte na área de reverso).

ado além dos limites do presente estudo).

Na área são encontradas as nascentes dos rios Iapó e das Cinzas, assim como tributários do rio Jaguariaíva, afluentes de 1ª (rio das Cinzas) ou 2ª ordem (rios Iapó e Jaguariaíva) do rio Paranapanema. No entanto, a característica mais destacada com relação à hidrografia é o caráter senil da maioria dos cursos d'água presentes na área, apesar da proximidade de suas nascentes. Este comportamento é prontamente identificável na bacia hidrográfica do rio Iapó, tanto em fotografias aéreas como em mapas topográficos e geológicos (ver, por ex., a Folha Geológica de Joaquim Murtinho, CCGP, 1970 a).

FOTO 2: Serra das Pedras (ao fundo), formada pelos meta-arenitos da unidade "Quartzito Serra das Pedras", vista do ponto 98. Em primeiro plano, matações do arenito Furnas.

O restante da área é dominado por uma topografia suavemente ondulada a quase plana (altitudes ao redor de 1000 a 1050 m), em particular nas proximidades do rio Iapó e da maioria de seus tributários, proveniente tanto da intensa alteração principalmente das rochas graníticas (Complexo Granítico Cunhaporanga), como da deposição de extensos aluviões. Localmente sobressaem algumas elevações, concentradas preferencialmente junto à escarpa do arenito Furnas. A exceção mais destacada deve-se a uma crista alongada (NNE-SSW) de conglomerados do Grupo Castro, posicionada no flanco oeste da área, a qual pode alcançar até 1150 m de altitude.

CAPÍTULO II

METODOLOGIA E TRABALHOS ANTERIORES

II.1 - METODOLOGIA

A consulta bibliográfica, etapa preliminar do trabalho, consistiu de um levantamento e análise crítica dos trabalhos relativos à geologia do leste paranaense e, em especial, ao Granito Joaquim Murtinho. Outros temas, relacionados com as particularidades da área pesquisada, foram também investigados, tais como a tipologia dos granitos e a evolução geológica do sul e sudeste do Brasil durante o Ciclo Brasileiro.

Antes de se iniciar a segunda etapa, a de fotointerpretação, fez-se uma visita de reconhecimento ao campo (junho de 1990), com o intuito de identificar os aspectos geológicos e geomorfológicos gerais da região. Em seguida, de posse de fotografias aéreas nas escalas 1:70.000 (ano 1963; USAF) e 1:25.000 (ano 1980; Instituto de Terras, Cartografia e Florestas), elaborou-se um mapa fotogeológico que serviu de base para o mapeamento faciológico posteriormente desenvolvido (etapas de campo em julho/agosto de 1990 e dezembro de 1992).

A identificação de diferentes fácies graníticas, agrupadas em associações, representou um dos pontos importantes da pesquisa. Sensivelmente prejudicado pela escassez de bons afloramentos, o mapeamento das diferentes associações de rochas graníticas orientou-se, basicamente, pela metodologia descrita por Ulbrich (1984) e Vlach (1985).

Como bases cartográficas, para a representação em mapa dos dados de campo, utilizaram-se as folhas topográficas de Jaguaria-

iva (SG-22-X-A-III; escala 1:100.000; IBGE; 1967) e Pirai do Sul (SG-22-X-A-VI-1; escala 1:50.000; SGEx; 1961), além das fotos aéreas na escala 1:25.000. Os contatos e demais estruturas geológicas foram marcados em papel overlay e/ou vegetal sobre as fotos aéreas 1:25.000 e posteriormente transferidos para uma base topográfica em escala 1:50.000. Esta base foi obtida, principalmente, da ampliação da folha SG-22-X-A-III (escala 1:100.000), controlando-se as distorções presentes em fotos em escala 1:25.000.

A análise petrográfica, no laboratório, efetuou-se em dois passos. Primeiramente, no Laboratório de Geologia do Departamento de Geociências da UEPG, descreveram-se minuciosamente as principais características macroscópicas das amostras coletadas, contando para isso com o auxílio de lupa estereoscópica Zeiss. Já a descrição microscópica foi realizada no Laboratório de Óptica do Departamento de Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. O equipamento usado foi essencialmente um microscópio petrográfico da marca Zeiss, modelo Axioplan.

Durante a análise ao microscópio foram estudadas um total de 66 lâminas, observando-se os minerais e as texturas das rochas, verificando-se as ordens de cristalização e estabelecendo-se as composições modais das rochas. Para a obtenção da seqüência de formação dos minerais das rochas granitóides, centraram-se as interpretações em critérios clássicos, como idiomorfismo, inclusões, relações de contato e texturas indicativas de reação. Já as modas, para amostras equigranulares finas ou médias, foram conseguidas utilizando-se o método de Chayes (1949), contando-se uma média de 2000 pontos para lâminas delgadas dos granitóides da Associação I e 1300 pontos para a Associação II.

Para rochas porfiríticas da Associação I obtiveram-se apenas estimativas aproximadas. Neste caso, as composições resultaram da média ponderada entre a composição modal da matriz (obtida

FIGURA 3: Diagrama QAP com estimativas composicionais para rochas porfiríticas. Divisões e nomenclatura conforme Streckeisen (1976). Campo 3b: monzogranitos; campo 4: granodioritos; campo 8*: quartzomonzonitos. I: composição da matriz. a,b,c: ver significado no texto.

pelo método de Chayes, 1949) e a porcentagem de fenocristais de feldspato potássico (avaliada nos afloramentos). Para melhor compreensão, tome-se por exemplo uma rocha porfirítica (cuja estimativa de campo indicou aproximadamente 25% de fenocristais) com composição modal da matriz (homogênea) de $0,55 P + 0,25 Q + 0,20 A$ (campo dos granodioritos; ponto I na Figura 3). Desde que sejam desprezadas eventuais inclusões de quartzo e plagioclásio nos fenocristais de feldspato potássico, a composição total da rocha estará situada em algum ponto sobre a linha que une o vértice A do diagrama QAP ao ponto I da Figura 3. Assim, neste exemplo, se a rocha tiver entre 0 (ponto I) e 9% (ponto a) de fenocristais, será um granodiorito, entre 9% (ponto a) e 20% (ponto b) um monzogranito e entre 20% (ponto b) e 45% (ponto c) um quartzomonzonito. Como a estimativa de campo apontou aproximadamente 25% de fenocristais, esta rocha deve ter uma composição global ou de um monzogranito ou, mais provavelmente, de um quartzomonzonito.

Na etapa de consolidação do trabalho, confrontaram-se os dados e informações das etapas anteriores com os modelos propostos na literatura para as rochas graníticas em geral e as demais unidades presentes na região.

II.2 - TRABALHOS ANTERIORES

Apesar da denominação de Granito Joaquim Murtinho ter sido proposta, como se verá adiante, somente no início dos anos 70 nos trabalhos da Comissão da Carta Geológica do Paraná (CCGP), existem referências mais antigas à ocorrência de rochas graníticas na região de Joaquim Murtinho, Piraí do Sul (PR). Oliveira (1927), ao descrever alguns aspectos do "Complexo Crystallino Archeano", identificou quantidades significativas de rochas ígneas intrusivas ("de idade desconhecida") nas proximidades das cabeceiras do rio Iapó. Em especial, nos cortes da ferrovia São Paulo-Rio

Grande, perto de Joaquim Murtinho, o autor assinalou a presença de "affloramentos de granito de granulação grossa".

Coutinho (1955) fez considerações pertinentes à geologia e petrologia de rochas encontradas nas cercanias de Piraí do Sul. O autor relatou a exposição de grandes afloramentos de alasquitos "perto de Joaquim Murtinho 9 km ao norte de Piraí". Interpretou-os (ao lado de riolitos e quartzo-pórfiros) como os produtos finais da diferenciação de magmas gábricos, provavelmente acompanhada de assimilação de encaixantes quartzo-feldspáticas (arcósios).

Em 1970 a Comissão da Carta Geológica do Paraná (CCGP) editou a Folha Geológica de Joaquim Murtinho (escala 1:70.000), onde se observa um corpo ígneo intrusivo denominado de Granito Joaquim Murtinho (ver localização da Folha na Figura 4a). Suas principais características seriam: composição de "alasquito"; contatos tectônicos tanto com o Grupo Castro (a oeste) quanto com o Granito Cunhaporanga (a leste); formato grosseiramente retangular (eixo maior N-S), com área de exposição, na referida folha, de aproximadamente 60 km²; cobertura, em sua porção mais setentrional, por sedimentos devonianos (silurianos?) da Formação Furnas; extensão, para sul, além dos limites da Folha; posição, na coluna estratigráfica, posterior ao Granito Cunhaporanga e anterior ao Grupo Castro (este último referido como Eopaleozóico). É importante ressaltar que a Folha citada carece de nota explicativa acompanhando o mapa geológico e que o mapeamento é principalmente fotogeológico, com apenas 5 pontos indicados de controle de campo.

Ainda em 1970, a Comissão da Carta Geológica do Paraná publicou também a Folha Geológica de Varzeão (escala 1:70.000; ver localização na Figura 4a). Nesta Folha, igualmente, aparece identificado um corpo granítico (situado a 35 km da Folha Geológica de Joaquim Murtinho) com o mesmo nome de "Granito intrusivo Joaquim Murtinho, tipo *alaskite*", mas com diferenças significati-

vas. A forma é retangular (eixo maior E-W), com área de aproximadamente 1 km², estando ele justaposto aos metassedimentos do Grupo Açungui e ao Granito Cunhaporanga, sendo que somente seu contato a norte é tectônico. Não há nota explicativa acompanhando o mapa geológico.

Muratori et al. (1970) apresentaram os principais resultados do mapeamento geológico efetuado nas Folhas Joaquim Murtinho, Jaguariaíva-Sul e Serra das Antas (todas na escala 1:70.000; ver localização na Figura 4a). Caracterizaram brevemente o Granito Joaquim Murtinho como "alasquítico", dizendo que "suas relações de campo e sua freqüente associação com fluorita" indicam que este corpo ígneo seria contemporâneo aos "episódios de intrusões ácidas post-orogênicas que ocorrem em Santa Catarina". Apesar de salientarem a necessidade de datações radiométricas, posicionaram o Granito Joaquim Murtinho no Eo-Paleozóico, posterior ao Grupo Castro.

Algarte e Kaefer (1972), ao descreverem o Complexo Granítico Cunhaporanga, no âmbito da Folha de Itararé (SG-22-X-B; ver localização na Figura 4b), consideraram o Granito Joaquim Murtinho da região de Varzeão como uma variação petrográfica do Granito Cunhaporanga. Análises modais teriam indicado uma composição granodiorítica para a rocha, vermelha-tijolo, referida como granito alasquítico Joaquim Murtinho pela Comissão da Carta Geológica do Paraná. Deste modo, sugeriram o abandono, na área em questão, do uso do nome "Granito Joaquim Murtinho".

Kaefer e Cunha (1974), ao relatarem a geologia de um terço da Folha de Castro (SG-22-X-A; ver localização na Figura 4d), incluíram a área reservada ao Granito Joaquim Murtinho pela Comissão da Carta Geológica do Paraná (1970 a) no Complexo Granítico Cunhaporanga.

Nos relatórios geológicos do Projeto Leste do Paraná (1977), Folhas Cerro Azul (SG-22-X-B-IV) e Pirai do Sul (SG-22-X-A-VI),

FIGURA 4: Localização geográfica dos projetos e/ou mapeamentos geológicos realizados na Folha SG-22-X e que estão citados no texto. De a a e, destacam-se como referências as localizações das Folhas Joaquim Murtinho e Varzeão. a) Comissão da Carta Geológica do Paraná (CCGP, 1970a, b; Muratori et al. 1970): M, Folha Geológica de Joaquim Murtinho; J, Folha Geológica Jaguariaíva-Sul; S, Folha Geológica de Serra das Antas; V, Folha Geológica de Varzeão. b) Projeto Sudeste do Estado de São Paulo (Algarte e Kaefer, 1972): I, Folha Itararé. c) Projeto Castro-Piraí do Sul (CNEN-CPRM, 1972, in Licht, 1987). d) Geologia de um terço da Folha Castro (Kaefer e Cunha, 1974). e) Projeto Leste do Paraná (CPRM 1977a, b): CA, Folha Cerro Azul; PS: Folha Piraí do Sul.

novamente não há menção ao Granito Joaquim Murtinho. Entretanto, nas fichas de descrição de afloramentos, é freqüente a denominação de Granito Joaquim Murtinho para as rochas (graníticas) de cor vermelho-tijolo. Atente-se ao fato de que a área abrangida pelo projeto não envolveu a "área-tipo" do Granito Joaquim Murtinho, ou seja, a Folha Joaquim Murtinho (ver localização na Figura 4e).

Hasui et al. (1978) propuseram, para a região de dobramentos sudeste (estados de São Paulo e Paraná), subdividir granitos e granitóides em fácies Migmatítica, Cantareira, Itu, Graciosa e Granofírica. Dentro desta classificação, o Granito Joaquim Murtinho está listado como pertencente à fácies Itu. Por seu lado, a fácies Itu foi caracterizada como constituída de granitos (eventualmente granodioritos) cinza-claros a vermelhos, finos a grossos, isótipos e de textura hipidiomórfica granular, pós-tectônicos e provavelmente epizonais.

Ribas (1981), ao discutir os resultados do reconhecimento geológico regional do Complexo Granítico Cunhaporanga, colocou o Granito Joaquim Murtinho como pós-tectônico, intrusivo e idêntico ao Granito Carambeí (situado no extremo sudoeste do Complexo Cunhaporanga). Petrograficamente, distinguiu duas fácies de coloração rósea-avermelhada, uma equigranular aparentemente predominante (álcali-granito) e outra porfiroblástica (quartzo sienito cataclasado). Segundo o autor, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), no início da década de 70, teria detectado anomalias radioativas em zonas de falha nesta região. As anomalias, estudadas através de sondagens, perfilagem geofísica e análises mineralógicas, seriam devidas a mineralizações de torita. No entanto, saliente-se que segundo o cadastramento dos projetos de prospecção geoquímica executados no Paraná (Licht, 1987), a área estudada pela CNEN/CPRM em 1972 não teria englobado a Folha Joaquim Murtinho (ver localização na Figura 4c).

Fritzsens Jr. e Biondi (1983), visando identificar áreas

favoráveis em rochas graníticas para a MINEROPAR, efetuaram uma compilação e síntese a respeito do tema "granitos paranaenses". Neste estudo, procuraram estabelecer o grau de conhecimento dos corpos, além de agrupá-los, utilizando critérios como forma e dimensão dos granitos e descrições petrográficas macroscópica e microscópica (quando existentes). No caso do Granito Joaquim Murtinho, os autores o consideraram muito pouco conhecido e integrante do "Grupo dos ortoclásicos com plagioclásio sódico" (ou seja, rochas com ortoclásio como feldspato potássico e albita-oligoclásio como plagioclásio), os quais seriam tardi- a pós-tectônicos e alóctones. Ao grupo pertenceriam ainda os granitos Barra do Santana (ou Taíci), Banhado, Chacrinha, talvez Rio Abaixo (todos considerados pouco conhecidos) e Carambeí (considerado razoavelmente conhecido).

Fiori (1984; ver também Fassbinder et al., 1985) analisou os lineamentos tectônicos do leste paranaense, bem como suas relações com mineralizações e intrusões graníticas, identificando quatro sistemas principais: nordeste, norte-noroeste, noroeste e leste-nordeste. No modelo proposto pelo autor, seriam mais promissoras no tocante a mineralizações as intrusões posicionadas nas interseções de lineamentos dos sistemas nordeste e noroeste. Dentre outros, citou o exemplo do Granito Joaquim Murtinho, situado na interseção dos lineamentos Pirai do Sul-Jaguariaíva (sistema nordeste) e Serra das Furnas-Ilha do Mel (sistema noroeste).

Kaul (1984) avaliou o significado geológico dos granitos anorogênicos da Suíte Intrusiva Serra do Mar (definida por Kaul et al., 1982, in Kaul, 1984) nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, incluindo nesta suíte o Granito Joaquim Murtinho (ver, entretanto, Kaul, 1987).

Soares (1987;1988) fez uma ampla discussão de aspectos tais como sedimentação, metamorfismo, tectônica deformadora e magmatismo dos "Complexos Proterozóicos" e rochas Eo-Paleozóicas do Paraná. Ao descrever os diferentes estágios evolutivos a que

foram submetidos estes grupamentos litológicos, refere as seguintes atividades finais de um grande ciclo colisional para a região: reversão no movimento da Falha da Lancinha (assumindo nesta fase uma movimentação levógira), formação da bacia transtensional do Grupo Castro, vulcanismo riolítico e "provavelmente intrusões graníticas pós-orogênicas alcalinas, tipo Carambeí e Joaquim Murtinho, com características de granitos intra-placa" (Soares, 1987).

No Mapa Geológico do Estado do Paraná (escala 1:650.000) de Biondi et al. (1989), o Granito Joaquim Murtinho está representado no Proterozóico Superior, embutido na "Suíte Granítica-Cornubianítica Brasileira". Foi incluído, ao lado do Granito Carambeí, no grupo dos "Granitos Alaskitos"; estes foram descritos como "alaskitos, granitos alaskíticos e álcali-granitos de cores róseas e cinza, textura granular hipidiomórfica, raramente porfirítica, biotíticos. Ocorrências de fluorita".

Vlach et al. (1990) propuseram a existência, no Paraná e em São Paulo, de uma associação de granitóides cálcio-alcalinos (semelhantes aos do tipo I caledoniano) e do tipo A aluminosos, tardi- a pós-orogênicos, que em conjunto poderiam significar produtos de um mesmo mecanismo gerador. Estes granitóides foram agrupados pelos autores no Cinturão Itu que, ao lado da Suíte Intrusiva Serra do Mar (Kaul et al., 1982, in Kaul, 1984), marcariam a granitogênese final do Ciclo Brasileiro. No mapa geológico que acompanha o texto, a área correspondente a do Granito Joaquim Murtinho aparece individualizada como um maciço da categoria "indefinida", pertencente ao Cinturão Itu.

CAPÍTULO III

GEOLOGIA REGIONAL

III.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com o objetivo de situar a área de estudo no contexto geral da Geologia do Paraná, são feitas breves considerações a respeito dos dois domínios geológicos principais do estado, a Bacia do Paraná e seu "Embasamento Cristalino" (ou "Pré-Cambriano Paranaense" ou ainda "Escudo Paranaense").

III.2 - EMBASAMENTO CRISTALINO

As rochas agrupadas sob a denominação genérica de "Embasamento Cristalino" ocupam a quase totalidade dos domínios geomorfológicos conhecidos como "Primeiro Planalto Paranaense" (ou "Planalto de Curitiba"), "Serra do Mar" e "Litoral", correspondendo a aproximadamente um oitavo do território do estado. Estes terrenos correspondem à parcela paranaense do que Hasui et al. (1975) denominaram de Faixa Dobrada Ribeira, envolvendo litologias as mais variadas, com idades que oscilam do Arqueano(?) - Proterozóico Inferior ao Ordoviciano.

Apesar da região ser alvo de estudos desde o século passado (por ex., Derby, 1878), muitos problemas ainda permanecem. Assim, a literatura registra a proposição de diversos grupos, formações, complexos, seqüências, suítes, substituídos e novamente propostos, sem maior respeito às normas estratigráficas (maiores detalhes em Fiori, 1990).

As interpretações geotectônicas, que compreensivelmente sofrem a influência dos modelos em voga, normalmente acompanhadas de um conhecimento fragmentário e mal ponderado da situação geo-

lógica regional, admitem a atuação de fenômenos muito contrastantes durante o Proterozóico. Assim, a literatura sobre a região registra conclusões conflitantes: uma unidade para alguns autores seria base de uma seqüência, para outros topo; um mesmo conjunto de rochas indicaria uma paleozona de subducção inclinada ora para noroeste, ora para sudeste (confrontar, por ex., os textos de Soares, 1987 e Campanha et al., 1987).

Como principais fatores limitantes para um entendimento consensual da geologia regional, podem-se citar:

- a) extensas áreas em que o conhecimento geológico não ultrapassa o do nível de reconhecimento;
- b) ausência de mapeamentos geológicos sistemáticos (em qualquer escala);
- c) quantidade (e por vezes qualidade) insuficiente de dados geofísicos, geoquímicos e geocronológicos;
- d) falta de estudos estruturais adequados (Fiori, 1990);
- e) tendência de extrapolação de dados, obtidos em pequenas áreas, para áreas maiores, sem que se tomem os devidos cuidados;
- f) falta de tentativas ponderadas de integração, identificando problemas e carências de conhecimento.

Ao discutir a história geológica proterozóica do centro-sul do Brasil e, em especial, o quadro atual de hipervalorização de aspectos locais em detrimento de aspectos regionais, Soares (1988) afirmou que "o modelo particular deve suceder o geral". Mas é certo também que as interpretações gerais devem estar baseadas em dados específicos, os quais, em última instância, dão sustentação a qualquer modelo. Portanto, somente será possível a

construção de modelos mais realistas, após a superação das dificuldades e deficiências acima mencionadas.

A seguir, apresentam-se as associações litológicas do Embasamento Cristalino (Figura 5). Sem invocar qualquer significado geotectônico maior, o "Escudo Paranaense" é aqui dividido em dois grandes domínios geográficos, os Blocos Noroeste e Sudeste, limitados pelo lineamento São João-Lamenha Grande de Fiori (1984).

III.2.1 - BLOCO NOROESTE

O Bloco Noroeste, equivalente ao Sistema Dobrado Apiaí de Hasui et al. (1975), aparece constituído pelos seguintes grupos de rochas.

a) Metassedimentos clásticos e químicos (fundamentalmente carbonáticos) e, em menor proporção, rochas metavulcânicas, de grau baixo (localmente médio ou então muito baixo). A deformação é heterogênea, marcada por tectonismo de cavalgamento generalizado (transporte para sudeste), seguido por dobramentos e deformações associadas a transcorrências, eventualmente sincrônicas (ambas gerando foliações e estruturas planares com orientação nordeste; ver Fiori, 1990). A idade é incerta, tendo Fairchild (1977, 1982) sugerido, através do estudo de estromatólitos, valores superiores a 850 Ma e o intervalo Proterozóico Médio-Proterozóico Superior para a sedimentação das unidades Itaiacoca (Fairchild, 1977) e Capiuru (Fairchild, 1982), respectivamente. Correspondem às unidades Votuverava-Itaiacoca-Capiuru de Soares (1987), mais a unidade Antinha (como definida em Fiori, 1990).

b) Rochas para- e ortometamórficas de grau médio, retro-metamorfisadas em grau baixo. O padrão deformacional é complexo (geralmente incluindo o padrão descrito em

FIGURA 5: Mapa geológico simplificado do leste paranaense. Em destaque o "lineamento" São João-Lamenha Grande (SJLG). 1 - Embasamento Cristalino indiviso (exceto as unidades 2, 3 e 4); 2 - "Quartzito Serra das Pedras"; 3 - Complexo Granítico Cunha-poranga; 4 - Grupo Castro; 5 - Formação Furnas; 6 - Bacia do Paraná (exceto Fm. Furnas); 7 - Diques básicos; 8 - Sedimentos Cenozóicos. Modificado de MINEROPAR (1986).

a, acima). Com os dados atuais, a idade é incerta e especulativa, sendo para alguns autores proterozóica inferior (por ex., MINEROPAR, 1986), para outros proterozóica média (por ex., Soares, 1987). Correspondem às unidades Água Clara-Perau-Setuva de Soares (1987).

c) Rochas para- e ortometamórficas de grau médio a alto (?) que são encontradas em alguns núcleos antiformais, junto às associações a e b, citadas acima. O padrão deformacional é complexo (não incluindo, necessariamente, o padrão descrito em a, acima). A idade é incerta. Correspondem à unidade Pré-Setuva de Fiori (1990).

d) Complexos granitóides de dimensões batolíticas, genericamente tidos como cálcio-alcalinos. Localmente são foliados e com mega-enclaves ocasionais das associações a e b (acima). As poucas determinações isotópicas acusam idades entre 750 e 510 Ma (Rb-Sr; Reis Neto, 1994). Correspondem aos Granitos Porfiríticos Três Córregos e Cunhaporanga de Biondi et al. (1989).

e) Corpos graníticos intrusivos, contemporâneos(?) a posteriores aos dobramentos descritos em a (acima). Em geral, são pouco conhecidos (Fritzsens Jr. e Biondi, 1983). As poucas determinações radiométricas indicam idades dentro do intervalo de 500 a 600 Ma (p. ex., 586 ± 14 Ma, K-Ar, para o Granito Carambeí, in Biondi et al., 1989). Correspondem aos Granitos do Cerne, Piedade, Passa Três e Carambeí, dentre outros.

f) Sedimentos clásticos continentais e rochas vulcânicas ácidas-intermediárias, pouco ou nada metamorfisados. A deformação envolve dobramentos localizados e principalmente feições tectônicas rúpteis distensionais. A idade é presumidamente cambro-ordoviciano (em parte proterozóica superior?; isócrona Rb-Sr de $466 \pm 7,7$ M.a. em riolitos

do Grupo Castro, in Moro et al., 1993). Correspondem às unidades Camarinha, Castro e correlatas.

Por se apresentarem na área estudada, serão discutidos com mais detalhes o "Quartzito Serra das Pedras" (associação a?, b?, c? acima), o Complexo Granítico Cunhaporanga (associação d acima) e o Grupo Castro (associação f acima).

"QUARTZITO SERRA DAS PEDRAS"

O "Quartzito Serra das Pedras" (Muratori, inédito, in Fuck, 1967) representa uma unidade litoestratigráfica não devidamente formalizada, que aflora quase exclusivamente na Folha Piraí do Sul, escala 1:50.000 (SG-22-X-A-VI-1; CCGP, 1966), desde as cercanias da cidade de Piraí do Sul (3 a 4 quilômetros a leste desta), como um corpo alongado segundo o rumo SSW. Tem 5 a 6 quilômetros de largura por mais ou menos 30 quilômetros de extensão. Limita-se com rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga (a leste e, em parte, também a oeste) e com o Grupo Castro (a oeste).

É formado basicamente por quartzitos "brancos, friáveis, de granulação média, por vezes ricos em feldspatos róseos, muscovita e biotita" (Fuck et al., 1967 a), aos quais estariam associados migmatitos e xistos. Tanto a natureza de seus contatos com as unidades geológicas adjacentes, como o seu posicionamento cronoe stratigráfico, são questões ainda não esclarecidas.

Kaefer e Cunha (1974) incluíram o "Quartzito Serra das Pedras" no Grupo Açungui (ver também os mapas de Oliveira, 1925 e Maack, 1953), correlacionando-o geneticamente ao Granito Cunhaporanga (o "Quartzito Serra das Pedras" seria o material preservado de um processo de granitização gerador do Granito Cunhaporanga). Todavia, admitiram a possibilidade de que parte das rochas represente porções do embasamento, inclusas na Formação Setuva (segundo estes autores, unidade basal do Grupo Açungui).

Soares (1987) situou o "Quartzito Serra das Pedras" na associação aqui referida como a (ver acima) do Bloco Noroeste. Entretanto, salientou o caráter duvidoso desta vinculação, em virtude de um metamorfismo, segundo o autor, mais acentuado que o observado nas demais rochas da associação a (acima).

COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA

Esta unidade ocupa uma extensa área alongada de direção N30E, desde a região dos Alagados (limite dos municípios Ponta Grossa e Castro) até bem próximo à divisa Paraná-São Paulo, ao sul de Itararé. Seus limites são ao norte, nordeste e sudeste com os metamorfitos das unidades Itaiacoca (principalmente) e Água Clara, onde os contatos podem ser tectônicos ou normais, intrusivos ou não. Para oeste e noroeste os contatos são com o Grupo Castro (contatos tectônicos ou discordâncias erosivas) e com o "Quartzito Serra das Pedras". A sudoeste e norte-noroeste o Complexo é coberto pela Formação Furnas através de discordância erosiva.

A modificação de categoria da unidade, de "Granito de Cunhaporanga" (Oliveira, 1927) para "Complexo Granítico Cunhaporanga", deveu-se, provavelmente, a Algarte e Kaefer (1972). Esta alteração é plenamente justificável, pois a unidade engloba diversos tipos petrográficos de rochas graníticas (em termos composicionais, texturais e estruturais) e mega-enclaves de rochas metamórficas.

Os dados da literatura sobre as rochas graníticas do Complexo são resumidos a seguir.

- a) Composição: álcali-feldspato granitos, granitos, granodioritos, tonalitos, quartzo sienitos, quartzomonzonitos, quartzomonzodioritos (Ribas, 1981; Silva et al., 1981; Wernick et al., 1989); predominam monzogranitos,

granodioritos e quartzomonzonitos (Algarte e Kaefer, 1972; Ribas, 1981); presença de enclaves dioríticos e quartzodioríticos (Fuck et al., 1967 b).

b) Estrutura: predominantemente maciça, localmente gnáissica, migmatítica ou cataclástica (Silva et al., 1981; Fiori, 1987).

c) Textura: dominantemente porfiróide ou porfiroblástica a equigranular média a grosseira (Fuck et al., 1967 b; Kaefer e Cunha, 1974; Ribas, 1981; Algarte e Hama, 1984; Fiori, 1987).

Outra característica freqüentemente assinalada para o Complexo Granítico Cunhaporanga é a de sua natureza cálcio-alcalina (CCGP 1966, 1970 a,b; Soares, 1987, 1988; Wernick et al., 1989). Esta observação normalmente se baseia em dados petrográficos (posições ocupadas pelas rochas no diagrama QAP de Streckeisen, 1976; presença comum de paragêneses com andesina, hornblenda, titanita e magnetita), uma vez que as análises químicas são muito escassas (ver exemplos de análises em Issler, 1987 e Reis Neto, 1994; Figura 6).

O enquadramento do Complexo, tanto na escala do tempo geológico como na coluna estratigráfica regional, é problemático. Para isto contribuem a diversidade litológica acima mencionada, o caráter variado de seus contatos e a quase completa ausência de mapeamentos, descrições e datações absolutas (Reis Neto, 1994, apresenta duas isócronas Rb-Sr de baixa qualidade para rochas do Complexo: 746 ± 45 Ma, MSWD= 11,79 e 617 ± 406 Ma, MSWD= 0,51). Esta situação inconclusiva permitiu inúmeras interpretações. Assim, para alguns autores, as rochas do Complexo representariam o embasamento do Grupo Açungui (Almeida, 1957), e seriam similares ao "Batólito Três Córregos", onde a maior parte dos litotipos pertenceria ao Complexo Setuva, Arqueano, tido como embasamento das unidades Açungui e Itaiacoca (Hasui et al., 1984). Para ou-

FIGURA 6: Dados químicos referentes ao Granito Cunhaporanga (Issler, 1987 e Reis Neto, 1994) lançados em um diagrama (CaO, Na₂O + K₂O) X SiO₂. Apesar do baixo número de valores, pode-se antever antes um caráter álcali-cálcico que cálcio-alcálico para estas rochas (índice de Peacock provavelmente menor que 56).

tros, o Complexo apresentaria, ao mesmo tempo, características sin-cinemáticas e tardi- a pós-cinemáticas, sendo considerado sin-orogênico, dentro do quadro evolutivo do Grupo Açungui (Fuck et al., 1967 a) ou então intrusivo no Grupo Açungui, de natureza tardi-tectônica (Kaefer e Cunha, 1974). Do ponto de vista geotectônico o Complexo é interpretado como as raízes de um arco magmático (sin-colisional), indicativo de uma zona de subducção mergulhando para sudeste, formado entre 650 e 750 Ma (Soares, 1987,1988), ou para noroeste, conforme interpretação de Campanha et al. (1987) e Reis Neto (1994).

GRUPO CASTRO

O Grupo Castro (Trein e Fuck, 1967) situa-se no extremo noroeste do Embasamento Cristalino, ocupando uma região de formato triangular, com aproximadamente 740 km². Seus limites a oeste se dão com a Formação Furnas, que o recobre discordantemente, e a leste com o "Quartzito Serra das Pedras" e o Complexo Granítico Cunhaporanga.

Segundo Train e Fuck (1967), o Grupo apresenta a seguinte estratigrafia, da base para o topo: Seqüência Vulcânica Ácida, Seqüência Sedimentar, uma segunda Seqüência Vulcânica Ácida e Seqüência Vulcânica Intermediária.

As Seqüências Vulcânicas Ácidas são constituídas por riolitos e rochas piroclásticas diversas (Arioli, 1981), de coloração normalmente vermelha a castanha-avermelhada. Estas rochas, quando intemperizadas, assemelham-se muito aos sedimentos pelíticos da Seqüência Sedimentar (Kaefer e Cunha, 1974).

A Seqüência Sedimentar compõe-se de duas unidades (Train e Fuck, 1967; Kaefer e Cunha, 1974). Uma é de arcósios finos a médios, siltitos e argilitos castanho-avermelhados, com quartzo, feldspato (potássico e/ou plagioclásio sódico) e micas (muscovita em grandes quantidades nos siltitos). A outra é formada por conglomerados da mesma coloração, comumente silicificados, com seixos principalmente de rochas vulcânicas ácidas e matriz arcossiana grosseira. A alternância de camadas é comum na primeira unidade, freqüentemente acompanhada de estratificações plano-paralelas e localmente laminações e estratificações cruzadas. Já nos conglomerados, as estruturas são raras e mal desenvolvidas, eventualmente observando-se estratificações gradacionais.

A Seqüência Vulcânica Intermediária é dada pela intercalação de grauvacas e andesitos cinza-escuros a cinza-esverdeados (Train e Fuck, 1967), sendo estes, em geral, afaníticos, amigdaloidais e

alterados deutericamente.

Apesar da ausência de evidências de metamorfismo regional, o Grupo Castro mostra-se intensamente deformado (Coutinho, 1955; Trein e Fuck, 1967). A direção e o mergulho do acamamento das rochas, mesmo quando medidos em afloramentos próximos, variam extremamente. Soares (1987) procurou explicar este padrão como resultante de uma tectônica rúptil distensional, relacionada a uma movimentação sinistral da Falha da Lancinha, na culminação do Ciclo Brasileiro. A observação de mergulhos de até 70° em ignimbritos e siltitos indicaria a existência de dobramentos à escala regional (Arioli, 1981).

O Grupo Castro tem sido sistematicamente correlacionado a outras unidades, tais como a Formação Guaratubinha, a Formação Campo Alegre, e o Grupo Camaquã, entre outros, e que representariam as molassas cambro-ordovicianas do Ciclo Brasileiro (ver por ex., Almeida e Hasui, 1984). Especificamente no Grupo Castro, a aplicação do método Rb-Sr em riolitos forneceu idades ordovicianas ($466 \pm 7,7$ Ma segundo Moro et al., 1993).

III.2.2 - BLOCO SUDESTE

O Bloco Sudeste, equivalente ao Maciço Mediano Joinvile de Hasui et al. (1975), aparece constituído por vários grupos de rochas, como assinalado a seguir.

a) Rochas metamórficas (1 a 2 eventos de alto grau) basicamente ortoderivadas, com padrão deformacional complexo. Os protolitos são arqueanos, com metamorfismo de alto grau do Proterozóico Inferior (Siga Jr. et al., 1991; Basei et al., 1991), sem idades mais jovens. Correspondem ao Domínio Meridional do Maciço Joinville de Siga Jr. et al. (1991). Foi uma área estável durante o Ciclo Brasileiro (além dos autores acima, ver também

Hartmann et al., 1979; Kaul, 1980).

b) Gnaisses e migmatitos para- e ortoderivados com padrão deformacional complexo, onde é possível identificar-se uma foliação S_{n+1} , proveniente de cisalhamento dúctil de baixo ângulo, vergente para sudeste. Determinados núcleos mostram rochas da associação a acima. As idades para o conjunto são do Proterozóico Inferior ao Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico (Basei et al., 1991; Machiavelli, 1991). Correspondem ao Domínio Setentrional do Maciço Joinville de Siga Jr. et al. (1991).

c) Complexo batolítico granitóide, que além de composto por diversos tipos de granitos (destacando-se corpos tipicamente cálcio-alcalinos), engloba também metassedimentos (em menor escala, meta-ígneas) de grau baixo a médio (localmente alto?). Os granitóides forneceram idades, segundo Basei et al. (1991), de 614 Ma (U-Pb em zircões), 550 Ma (isócronas Rb-Sr) e entre 550 e 450 Ma (K-Ar em minerais). Já os metassedimentos possuem idades indefinidas. Corresponde ao Domínio Costeiro do Maciço Joinville de Siga Jr. et al. (1991).

d) Granitos alcalinos (peralcalinos a peraluminosos) em corpos de tamanhos variados; idades (U-Pb e Rb-Sr) entre 500 e 600 Ma (Kaul, 1984, 1987; Kaul e Cordani, 1994; Siga Jr. et al., 1994); pertencentes à Suíte Intrusiva Serra do Mar de Kaul et al. (1982, in Kaul, 1984).

e) Sedimentos clásticos continentais e rochas vulcânicas ácidas-intermediárias pouco ou nada metamorfisados. A deformação é principalmente rúptil e distensional. Segundo Biondi et al. (1989), as idades são cambrianas (isócrona Rb-Sr de 530 (a 550?) ± 15 Ma em rochas vulcânicas intermediárias). Correspondem à unidade Guaratubinha e possíveis correlatas.

III.3 - BACIA DO PARANÁ

As descrições a seguir concentram-se somente nas entidades geológicas da bacia inseridas na região estudada.

Zalán et al. (1987), ao descreverem minuciosamente o Siluriano da Bacia do Paraná, afirmaram que esta bacia consiste de cinco seqüências deposicionais principais: a Siluriana (Formações Rio Ivaí, Vila Maria e Furnas), a Devoniana (Formação Ponta Grossa), a Permo-Carbonífera (na porção sul da bacia, Grupos Itararé, Guatá e Passa Dois), a Triássica (Grupo Rosário do Sul/Formação Pirambóia) e a Juro-Cretácea (Formação Botucatu, Formação Serra Geral e Grupo Bauru). No estado do Paraná, junto a área de interesse do presente estudo, ocorrem rochas da Seqüência Siluriana (Formação Furnas) e rochas subvulcânicas correlatas à Seqüência Juro-Cretácea (diques do Arco de Ponta Grossa).

III.3.1 - FORMAÇÃO FURNAS

Segundo Zalán et al. (1987), a Formação Furnas é constituída por arenitos de cor branca, granulação média a muito grosseira, praticamente afossilíferos, com má seleção, quartzosos e com matriz caulínica, freqüentemente conglomeráticos na base. Os leitos argilosos intercalados (cauliníticos), decimétricos, são raros. A estratificação cruzada (em geral, festonada) seria uma das feições mais conspícuas da Formação.

Ainda de acordo com Zalán et al. (1987; ver também Schneider et al., 1974), o ambiente de sedimentação corresponderia ao fluvial de padrão anastomosado, possivelmente em circunstâncias periglaciais (Caputo e Crowell, 1985). Com relação à idade da Formação Furnas, tomando por base as unidades fossilíferas Ponta Grossa (sobrejacente) e Vila Maria (sotoposta), os autores assumiram o intervalo compreendido entre o Neo-Siluriano e o Eo-Devoniano (Gedinniano) para sua deposição.

III.3.2 - DIABÁSIOS CORRELATOS À FORMAÇÃO SERRA GERAL

A região do Arco de Ponta Grossa é representativa de um dos mais expressivos enxames de diques máficos do Brasil. Alinhados sub-paralelamente ao eixo do arco, os diques possuem atitudes preferencialmente entre N40-60W e mergulhos sub-verticais (Marini et al., 1967; Pinese, 1989), com frequência de 1,5 a 4 diques por quilômetro na porção correspondente ao Escudo Paranaense (Marini et al., 1967). As espessuras são desde centimétricas até 600 m, normalmente entre 20 e 50 m e comprimentos entre 1 e 50 km, podendo alcançar até 200 km (Marini et al., 1967; Ferreira, 1982).

Petrograficamente (Marini et al., 1967), identificam-se quatro tipos litológicos (em geral, equigranulares finos ou médios) de diques:

- a) Diabásios: os mais freqüentes, com clinopiroxênio (augita ou pigeonita) e plagioclásio (An 50-65); podem ocupar as bordas de diques com núcleo diorítico.
- b) Dioritos: normalmente como diques espessos (150 a 300 m ou até 600 m); formados por clinopiroxênio (augita ou pigeonita), plagioclásio (An 35-50), hornblenda, biotita e opacos.
- c) Dioritos pórfiros: normalmente como diques pouco freqüentes, com espessura em torno de 200 m; destacam-se os fenocristais de plagioclásio (An 35-50), piroxênio, piri-ta e magnetita em uma matriz fina a afanítica (nesta o plagioclásio é do tipo An 25-35).
- d) Quartzo dioritos: raros e pouco espessos; concentrados próximo a Piraí do Sul.

Os diques são correlacionados à Formação Serra Geral da Ba-cia do Paraná por praticamente todos os autores que a eles se

referiram. No entanto, Pinese (1989) restringiu esta correlação, através de dados químicos, somente aos basaltos da porção norte da bacia (situados a norte do lineamento São Jerônimo-Curiúva de Ferreira, 1982).

O enxame de diques do Arco de Ponta Grossa tem idades de $125,1 \pm 5,5$ Ma a $143,7 \pm 6,3$ Ma (K-Ar, Pinese, 1989) dentro do mesmo intervalo determinado para as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, ou seja, 120 a 150 Ma, com uma fase de maior atividade entre 130 e 135 Ma (Rocha-Campos et al., 1988).

CAPÍTULO IV

GEOLOGIA LOCAL

São descritas petrograficamente neste capítulo as rochas presentes na região mapeada, com ênfase especial na discriminação de várias fácies granitóides. O mapa geológico obtido é mostrado no Anexo 1 (encarte) e o mapa de pontos no Anexo 2 (encarte).

IV.1 - ROCHAS GRANITÓIDES

Fácies e Associações de Fácies

A observação, descrição e interpretação dos diferentes aspectos das rochas graníticas da área estudada constituíram-se no corpo principal do trabalho. Com base na metodologia descrita por Ulbrich (1984) e Vlach (1985), identificaram-se 13 fácies granitóides, sendo que os critérios básicos de discriminação utilizados foram a quantidade e tipo de minerais máficos, a coloração geral das rochas, suas granulações e tamanho relativo entre os principais minerais (Tabela I).

A individualização e representação em mapa das diferentes fácies observadas em uma determinada região são procedimentos relacionados a escala de trabalho adotada. Outro fator determinante é o número e a qualidade das exposições de rocha. Assim, freqüentemente, faz-se necessário adotar o conceito de associações de fácies como unidade básica de mapeamento (ver discussão em Vlach, 1985). No caso específico da área em estudo, as fácies que se mostraram geográfica e/ou petrograficamente correlacionáveis foram agrupadas em cinco associações:

TABELA I: Critérios para discriminação de fácies granitóides.

índice de cor	Estimativa aproximada através de tabelas comparativas
Minerais máficos presentes	Determinação macroscópica dos principais minerais máficos
Coloração geral	Cor ou cores predominantes na rocha
Granulação	Fina - minerais < 1mm Média - minerais de 1 a 5mm Grossa - minerais de 5 a 30mm Muito grossa - minerais > 30mm
Tamanho relativo dos minerais	Equigranular
	Inequigranular (quando porfirítica: marcante desigualdade por parte de um ou mais minerais)

Associação I: Fácies *Ia* + *Ib* + *Ic*, agrupadas por similaridade petrográfica e por coexistência em mesmo afloramento, com passagem aparentemente gradual.

Associação II: Fácies *IIa* + *IIb*. Em vista da escala adotada no mapeamento, impossível distingui-las em mapa.

Associação III: Fácies *IIIa*.

Associação IV: Fácies *IVa* + *IVb* + *IVc* + *IVd* + *IVe*, agrupadas pelos mesmos motivos da Associação I (exceto *IVe*, não identificável na escala do mapeamento).

Associação V: Fácies *Va* + *Vb*. Não identificáveis na escala adotada no mapeamento.

As principais características macroscópicas destas fácies são resumidas na Tabela II (ver Anexo III, no encarte).

Estruturas de deformação

Em rochas da Associação de Fácies IV, observa-se um padrão deformacional ligado a fraturas com orientações diversas, porém marcadamente sub-verticais, em que predominam as direções N-S, NW a WNW e ENE (nesta ordem). Ao fraturamento vincula-se intensa brechação, onde os fragmentos maiores de quartzo e feldspato encontram-se sustentados por uma matriz fina de quartzo, feldspato, hematita (eventualmente magnetita) e em menor proporção fluorita, calcita e pirita (Foto 3). Diques aplíticos e de granitóides pórfiros (Fácies *IVe*) tendem a se dispor segundo direções N-S.

Apesar da ocorrência de fraturamento e brechação significa-

tivos em algumas fácies das Associações III e V, o estabelecimento da orientação espacial destas estruturas não foi possível, em vista da ausência de exposições adequadas. Nestas fraturas, deve-se assinalar a presença comum de fluorita (Associação III) e de argilominerais e óxidos/hidróxidos de ferro (fácies das Associações III e V).

As rochas das Associações I e II normalmente mostram-se maciças. No entanto, nas proximidades do contato entre ambas, especialmente nos granitóides da fácies *IIa*, aparece uma foliação leve a moderada, através da orientação de biotitas, enclaves e fenocristais ocasionais de feldspato (ver item sobre relações de contato).

FOTO 3 - Granitóide da Associação IV. Notar brechação, cimentação ferruginosa, fraturas em direções múltiplas e cavidades miarolíticas. O mineral branco preenchendo fratura é calcita (ponto 97; ver Anexo 2).

Enclaves

Os enclaves são encontrados somente em rochas das Associações I (fácies *Ia*) e II (fácies *IIa* e mais raramente *IIb*). Nos granitóides da fácies *Ia*, os enclaves possuem uma distribuição muito irregular; este pode ser um aspecto apenas aparente, decorrente da ausência de bons afloramentos ao longo da maior parte da área ocupada por esta associação. Predominam os enclaves microgranulares claros sobre as raras ocorrências de enclaves microgranulares escuros e de enclaves biotíticos. Nas fácies *IIa* e *IIb* observam-se principalmente os enclaves biotíticos, em menor quantidade os xenólitos quartzosos (fácies *IIa*) e de modo muito restrito enclaves microgranulares escuros (nas fácies *IIb* e *IIa*).

Os enclaves microgranulares claros (fácies *Ia*) são rochas de granulação fina (ora quase afanítica, ora tendendo a granulação média), formadas à base de feldspatos (brancos ou cinzentos), anfibólio e/ou biotita e opacos, sendo o quartzo muito subordinado ou mesmo inexistente. Geralmente maciços e com contatos com os granitóides encaixantes tanto abruptos como difusos, possuem contornos curvilíneos, formato elipsoidal a irregular e normalmente eixo maior medindo poucos centímetros; eventualmente, alcançam valores da ordem de 60 cm ou mais (Foto 4). O índice de cor oscila entre 20 e 40 e o estado de alteração acompanha o da rocha encaixante.

Com índice de cor mais elevado, os enclaves biotíticos são rochas de granulação fina a média, que contêm quase exclusivamente biotita. Tipicamente associados aos granitóides da fácies *IIa*, comportam-se estruturalmente de modo similar às encaixantes, ou seja, mais alongados e com foliação interna mais evidente quanto mais foliado estiver o granitóide. De contatos abruptos, em geral têm poucos centímetros de comprimento máximo (Foto 5); os raros enclaves alojados nos granitóides da fácies *Ia* não alcançam sequer 1 cm de diâmetro (esféricos, maciços e mais comuns

FOTO 4 - Enclave microgranular claro encaixado em granitóide *Ia* (ponto 137; ver Anexo 2).

próximo ao contato com a fácies *IIa*). Quando a fácies *IIa* apresenta fenocristais, estes, em determinadas situações, parecem estar parcialmente dentro dos enclaves.

Também relacionados à fácies *IIa*, apesar de bem menos frequentes, existem os enclaves quartzosos. Estes, como o nome indica, são formados essencialmente de quartzo (branco a incolor), possuem formato arredondado e diâmetro máximo de 3 a 4 cm.

FOTO 5 - Enclave biotítico, posicionado paralelamente ao cabo do martelo, encaixado em granitóide *IIa* (ponto 134; ver Anexo 2).

Os enclaves microgranulares escuros são pouco representativos, seja em frequência ou em tamanho (geralmente inferiores a 2-3 cm de diâmetro; excepcionalmente 6 cm). Em geral encontram-se muito alterados, adquirindo uma coloração cinza-esverdeada, situação que se desenvolve mesmo quando a rocha encaixante é praticamente sã. Seus constituintes minerais são de difícil identificação, pois além do grau de alteração mencionado, a granulação da

rocha varia de afanítica a muito fina (a granulação é tanto mais fina quanto mais próximo da borda do enclave). Seus contatos são nítidos e a estrutura é maciça.

Aplitos e pegmatitos

Diques de aplitos são observados em granitóides das Associações I e II, mas boas exposições são encontradas somente na Associação IV. Nesta os aplitos possuem cor vermelha a róseo-alaranjada, índice de cor próximo a zero e são equigranulares desde finos (mais freqüentes e ocupando fraturas N5W a N5E; Foto 6) até médios a grossos (menos comuns e dispostos em fraturas N40-35W). Com quartzo e feldspatos avermelhados, estes aplitos ocorrem como diques finos (espessuras inferiores a 5 cm) e com estrutura maciça; as cavidades miarolíticas, milimétricas, são raras.

Uma avaliação dos aplitos vinculados às Associações I e II encontra-se muito prejudicada pelo grau de intemperismo geral das rochas da área. Somente esporadicamente mediram-se ali atitudes (Associação I: N30W/sub-vertical, N65W/60NE e E-W/sub-vertical; Associação II: N68W/sub-vertical) ou constatarem-se outros minerais que não fossem quartzo ou feldspatos caulinizados (por ex., piritas oxidadas e opacos cinza-metálicos não identificados, com 0,5 a 3 mm, nos aplitos do ponto 10, intrusivos em granitóides da fácies Ia).

Os corpos pegmatóides são pequenos e raros e exclusivamente ligados aos granitóides da Associação IV; cabe lembrar que os granitóides da fácies IVc são parcialmente de granulação muito grossa. Localizados em fraturas, possuem formato irregular a ovalado (Foto 7) e medidas oscilando entre 8 e 40 cm no comprimento menor e entre 20 e 80 cm no maior. São compostos de feldspato vermelho e quartzo branco ou, mais raramente, incolor a acinzentado (proporção feldspato/quartzo entre 3/1 e 1/1). Outros

FOTO 6 - Aplito encaixado em granitóide da Associação IV (as manchas escuras são cavidades miarolíticas. Ponto 96; ver Anexo 2).

minerais ocasionais são pirita (em geral oxidada) e fluorita (que pode, contudo, relacionar-se a fraturas tardias), com hematita presente em fraturas. O zoneamento é raro, mas quando visível caracteriza-se por mostrar bordas de feldspato e núcleo quartzo-so.

Veios de quartzo

Os veios de quartzo são relativamente freqüentes nos granitóides das Associações I e II, raros nas Associações III e IV e ausentes na Associação V. Estes veios são comuns nas proximidades dos contatos entre as diferentes unidades granitóides mapeadas. Isto é bem nítido na porção noroeste da área, onde então observam-se inúmeros veios e diques centimétricos (ocasionalmente

FOTO 7 - Pegmatito (feldspato avermelhado; quartzo esbranquiçado) desenvolvido em granitóide da Associação IV (ponto 97; ver Anexo 2).

alcançam até 1,5 m de largura) encaixados em granitóides da Associação I, destacados no terreno pelo intemperismo diferencial, ou ainda como blocos em meio aos granitóides da Associação II.

Nestes veios o quartzo é de cor branca, sendo muito comum a existência de "boxworks" em que eventualmente ainda se distinguem cubos oxidados de pirita. Nas cavidades, além da presença de óxidos de ferro (o que confere, localmente, uma coloração avermelhada), é possível verificar-se o desenvolvimento de cristais milimétricos (raramente centimétricos) de quartzo eudral. As cavidades muitas vezes representam o alargamento de fraturas principalmente longitudinais ao veio, tendo os cristais de quartzo crescido perpendicularmente às fraturas.

É interessante assinalar que somente no ponto 60 constatou-se a presença de boudinamento de um veio (direção N45W), encaixado em rochas da Associação III. Esta mesma direção é coincidente a uma foliação cataclástica, observada em granitóides desta Associação em um ponto próximo (130; ver localização dos pontos no Anexo 2).

As relações de contato

A ausência de bons afloramentos dificultou sobremaneira a avaliação da idade relativa entre as fácies, as Associações de Fácies e mesmo a destas com o Grupo Castro e o "Quartzito Serra das Pedras".

- Relações entre as fácies de uma mesma Associação

a) Associação I

Ao longo da área assinalada para esta associação pode-se verificar a existência de termos verdadeiramente equigranulares (fácies *Ia sensu strictu*; Foto 4), passando para rochas leve a moderadamente inequigranulares, até granitóides francamente porfiríticos menos freqüentes (fácies *Ib*, Foto 8, ou *Ic*). Este comportamento, aliado a outras similaridades mineralógicas, sugere passagem gradacional entre as fácies. Isto chega realmente a ser claro em determinadas exposições, onde é possível observar-se um aumento no número de fenocristais de um extremo do afloramento para o outro.

Contrariamente, em outros pontos, o que se vê são rochas nitidamente porfiríticas lado a lado com granitóides equigranulares. Na maioria destes casos, a natureza dos afloramentos não permite que se estabeleça a ordem de colocação entre ambos. Como

FOTO 8 - Granitóide *Ib* com fenocristais de feldspato potássico (comprimento da régua é de 20 cm. Ponto 44; ver Anexo 2).

exceção cita-se o ponto 25 (Anexo 2), no qual a fácies porfirítica parece ser mais nova que a fácies equigranular (Figura 7).

Desta forma, as fácies inequigranulares (*Ib* e *Ic*) representariam fácies locais de um mesmo corpo magmático, predominantemente formado pela fácies *Ia*. De modo restrito, as fácies inequigranulares poderiam ter assumido uma movimentação diferencial posterior à consolidação dos termos equigranulares, o que explicaria o fato observado no ponto 25.

b) Associação II

Blocos de granitóides da fácies *IIa* são encontrados em número muito superior ao da fácies *IIb* (proporção de 9:1). Em um

FIGURA 7: Representação esquemática das relações de contato entre granitóides da Associação I, tal como visto em um barranco (ponto 25; Anexo 2).

destes blocos, observa-se um dique da fácies *I Ib* (10 cm de espessura) intrusivo em um granitóide cinzento equigranular fino a médio similar à fácies *I Ia*. Isto leva à interpretação de que os granitóides róseos (fácies *I Ib*) desta associação são mais novos ou eventualmente contemporâneos aos granitóides cinzentos (fácies *I Ia*).

c) Associação IV

É a associação com as melhores exposições das rochas granitóides, em parte por ser a única a abrigar pedreiras. As fácies predominantes (*IVa* e *IVb*) diferenciam-se pelo maior desenvolvimento da estrutura cataclástica na fácies *IVa* quando comparada à *IVb*. Já entre as fácies *IVc* e *IVd*, as diferenças residem na co-

loração dos feldspatos (mais escuros em *IVc*), quantidade de hematita (maior em *IVc*) e também na ocorrência de estrutura cataclástica (presente em *IVc*, ausente em *IVd*). Apesar das eventuais diferenças, estas quatro fácies podem ser entendidas como variações laterais de um mesmo tipo, submetido a modificações produzidas por cataclase e infiltração de material rico em ferro.

FOTO 9 - Expressão morfológica de um dique do granitóide pórfiro *IVe*, evidenciado no relevo pela elevação longitudinal (ponto 70; ver Anexo 2).

Os granitóides pórfiros da fácies *IVe* ocorrem como diques intrusivos na fácies *IVa* (Foto 9), sendo mais novos que as demais fácies desta associação.

d) Associação V

As relações de contato entre as fácies *Va* e *Vb* são de difícil avaliação, pois além do adiantado estado de alteração das exposições (ver Foto 17), observa-se uma imbricação (tectônica?, intrusões sucessivas?) entre ambas as fácies. Aparentemente, a cataclase produzida concentra-se nos granitóides finos da fácies *Va*.

- Relações entre as diferentes associações

A seguir, são feitos comentários a respeito das possíveis relações de contato entre as associações que aparecem justapostas no mapa geológico (Anexo 1).

a) Associação I versus Associação II

Embora não existam afloramentos em que se observem claramente as relações entre estas associações, admite-se aqui o caráter intrusivo da Associação II em I. Esta interpretação baseia-se na existência de uma foliação pouco a moderadamente desenvolvida nos granitóides cinzentos da Associação II (especialmente próximo ao contato com as rochas da Associação I), dada principalmente pela orientação de biotitas e enclaves. A foliação, nesta linha de raciocínio, representaria uma estrutura de fluxo do magma formador dos granitóides da fácies *IIa*, tendo os granitóides da Associação I atuado como superfície confinante rígida. São comuns também a ocorrência de milonitos, os quais podem, contudo, serem resultantes de deformações tardias.

b) Associação I versus Associação III

Não estão expostas as relações de contato entre estas associações, tanto pela ação do intemperismo como pelo recobrimento do "Quartzito Serra das Pedras" e do Grupo Castro. Em vista do caráter estrutural nitidamente distinto entre as associações, sugere-se, preliminarmente, que a Associação III (com um padrão de fraturamento sugestivo de um posicionamento relativamente próximo à superfície) possa ser mais nova que a Associação I (provavelmente cristalizada em profundidades mais elevadas, como indicado pelas relações com a Associação II).

Alternativamente, pode-se imaginar que a estrutura cataclástica praticamente onipresente na Associação III deva-se à falhamentos produzidos no desenvolvimento da bacia vulcano-sedimentar do Grupo Castro, uma vez que os afloramentos destes granitóides estão sempre próximos aos sedimentos do Grupo (e portanto não indiquem um ambiente subvulcânico). Todavia, deve-se ressaltar que rochas da Associação I, nesta mesma situação de proximidade com o Grupo Castro, não mostram deformações expressivas.

c) Associação I versus Associação IV

A Associação IV é aqui interpretada como mais nova que os granitóides da Associação I por apresentar características típicas de rochas subvulcânicas (tais como cavidades miarolíticas, corpos pegmatíticos podiformes e intenso fraturamento), em contraposição ao caráter plutônico dos granitóides da Associação I. As rochas da Associação II, embora não estejam em contato com os granitóides da Associação IV, devem ser mais antigas que estes últimos (e pelo mesmo motivo apontado para a Associação I).

d) Associação IV versus Associação V

Não existem afloramentos que permitam elucidar as relações entre estas associações. Ambas possuem características de rochas sub-vulcânicas e as fácies da Associação V são semelhantes às principais fácies da Associação IV (especialmente a fácies *Va*). Sugere-se que a colocação dos granitóides das Associações IV e V (ao menos a fácies *Va*) tenha sido contemporânea (exceto a fácies *IVe*, mais recente).

- Seqüência de colocação dos granitóides

A Figura 8 apresenta esquematicamente a provável ordem de colocação dos granitóides identificados na área estudada.

Forma das intrusões

A definição da forma das intrusões granitóides da área é complicada por dois fatores: são muito raras as situações em que o contato entre duas intrusões possa ser claramente definido (por observações diretas ou através de fotografias aéreas) de modo que os limites marcados em mapa são, quase sempre, inferidos, e na maioria dos casos as intrusões estão cobertas parcialmente por unidades mais jovens (por ex., a Formação Furnas ou aluviões do rio Iapó e afluentes).

A exceção são algumas intrusões da Associação IV. Os granitóides pórfiros (fácies *IVe*) são facilmente reconhecíveis como diques sub-paralelos a eventualmente bifurcados (direções entre N5E e N3W), de pequena espessura (inferior a 1 m) e dispostos paralelamente ao contato tectônico (falha normal ?) entre os conglomerados do Grupo Castro e granitóides inequigranulares marrom-avermelhados (fácies *IVa*).

FIGURA 8: Provável esquema de colocação dos granitóides da área estudada. Com os dados atuais não é possível definir se a seqüência de intrusões seguiria o ordenamento a-b-c-d-e ou a-b-c-d'-d"-e. AI: Associação de Fácies I; as rochas encaixantes da Associação I podem ser tanto o "Quartzito Serra das Pedras" como outras rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga. M: rochas encaixantes ou fácies de borda da intrusão. Cruzes: granitóides posicionados em etapas anteriores. Triângulos: intrusão acompanhada de brechação. Cruzes e pontos: AIV* (fácies IVa, IVb, IVc, IVd e Va). Vb: Relações de idade com os demais granitóides indeterminada. Diques: fácies IVe.

Os limites do conjunto dado pela Associação de Fácies IV (e Associação de Fácies V ?), excetuando-se os contatos por discordância erosiva com a Formação Furnas, são nitidamente controlados por falhamentos NE (principais) e NW (subsidiários), o que parece sugerir um formato poligonal para a intrusão. No entanto, é interessante assinalar que as fraturas (com brechação e hematita) medidas em afloramentos apresentam-se preferencialmente segundo direções N-S e NW a WNW (subordinadamente ENE).

IV.2 - MILONITOS

Excetuando-se pontos isolados (notadamente nos contatos entre as Associações IV e I e III e I), o aparecimento de rochas com estruturas miloníticas restringe-se à região de contato entre as Associações II e I. Os milonitos são fortemente foliados e mesmo em alguns veios de quartzo é possível verificar-se o desenvolvimento de estruturas de deformação.

Os milonitos normalmente possuem tonalidades marrons a avermelhadas, ocasionadas pela grande quantidade de material de aspecto terroso existente (o grau de intemperismo é moderado a alto). As proporções entre os minerais mais freqüentes (micas e quartzo) são variáveis.

Os minerais micáceos são biotita (em geral muito alterada para vermiculita) e muscovita. Adicionalmente aparecem o quartzo, opacos, raros feldspatos (normalmente concentrados em domínios pouco ou não deformados, acompanhados de quartzo) e, ocasionalmente, minerais aciculares de brilho sedoso, finamente cristalizados (sericita ?).

De granulação fina a média, estes xistos têm textura granolepidoblástica e uma foliação milonítica *S_n* bem desenvolvida, caracterizada pela orientação de micas, opacos e alongamento dos níveis quartzosos ou quartzo-feldspáticos.

As atitudes tendem a se concentrar entre N20E e N15W (frequentemente entre N20E e N-S), com mergulho sub-vertical. Localmente aparecem direções como N45-55W ou N75E a E-W, estando os últimos provavelmente vinculados a falhamentos tardios.

As relações com os granitóides adjacentes não estão completamente esclarecidas. De concreto pode se afirmar que ora os milonitos situam-se entre os granitóides das Associações I e II, ora encontram-se dentro da área de ocorrência da Associação II.

Assim, com os dados atuais, é possível imaginar-se duas explicações possíveis para a gênese destas rochas:

- a) Os milonitos seriam resquícios das rochas encaixantes, comprimidos entre as intrusões que compõem de um lado a Associação I e de outro a Associação II;
- b) Os milonitos representariam uma fácies de borda de um corpo magmático, o qual incluiria adicionalmente a fácies *IIa* (e eventualmente a fácies *IIb*) da Associação II.

No entanto, esta última hipótese parece não ser compatível com a distribuição das rochas no mapa geológico (ver Anexo 1).

IV.3 - "QUARTZITO SERRA DAS PEDRAS"

As melhores exposições desta unidade aparecem na serra homônima, principalmente em saibreiras (Foto 10). Na ausência de cortes artificiais, evidências destes litotipos resumem-se normalmente a pequenos blocos ou seixos em meio ao solo.

Nas saibreiras, o que se observa é uma intercalação de meta-arenitos, meta-arcósios e finos leitos argilosos (possivelmente níveis proporcionalmente mais ricos em micas e que estão atualmente intemperizados), cuja disposição deve refletir o antigo

FOTO 10 - Serra das Pedras (ao fundo, constituída por meta-arenitos) vista do ponto 70. Setas indicam saibreiras (a seta mais a esquerda indica o ponto 21; ver Anexo 2).

acumulação sedimentar (Fotos 11 e 12). Os meta-arenitos são compactos e possuem cor branco-acinzentada que passa a branco-amarelada/avermelhada por intemperismo. Compõem-se de quartzo, feldspatos caulinizados, argilas e muscovita. A granulometria dos minerais varia de fina a grossa, predominando os grãos médios a grossos. A muscovita aparece como cristais paralelos ao acumulação, em geral com poucos milímetros (eventualmente como cristais maiores, de até 4 cm de comprimento). Como aspectos locais, tem-se o desenvolvimento de piratas (oxidadas) milimétricas euedrais e geodos centimétricos, portando em seu interior cristais euedrais de quartzo branco a incolor.

A foliação metamórfica *S_n* deve-se principalmente à orientação de palhetas micáceas (muscovita e, em menor proporção, biotita).

FOTO 11 - Saibreira do "Quartzito Serra das Pedras" (ponto 21; ver Anexo 2). A seta aponta para o martelo.

ta) e feldspatos. Esta foliação aparentemente é paralela à alternância composicional na sequência (possivelmente reflexo do antigo acamamento sedimentar), dada por porções ora mais ricas em feldspatos, ora em opacos ou simplesmente por diferenças de coloração. As atitudes de $S_n // S_0$, dentro dos limites da área estudada, concentram-se no intervalo N40-75W, mergulhando para NE (em geral mergulhos entre 50° e 75°). O grau de metamorfismo atingido pela unidade foi, no mínimo, da fácies xisto verde médio-alto (biotita paralela à foliação S_n).

São comuns os leitos de meta-arenitos isentos de feldspato. Os níveis meta-argilosos (fortemente alterados), ao contrário das camadas centimétricas psamíticas, não ultrapassam alguns milímetros de espessura, o que em parte explica porque foram encontrados somente em exposições de grande porte. As argilas são provavelmente do tipo caulinita, normalmente de cor branca a levemente

FOTO 12 - Provável acamamento sedimentar no "Quartzito Serra das Pedras" (martelo no mesmo local da foto anterior).

amarelada.

Outra forma bem freqüente de se observarem concentrações de material argiloso é ao longo de fraturas. De colorações variadas (branco, amarelo, marrom, etc...) e podendo assumir vários centímetros de espessura, estes níveis podem relacionar-se a duas causas. A primeira, um hidrotermalismo induzido pelas intrusões graníticas (p.ex., Associações I e III) nas rochas encaixantes (no caso, o "Quartzito Serra das Pedras"). Na outra hipótese, o agente causador do hidrotermalismo seriam os processos vulcânicos do Grupo Castro. Esta última alternativa parece encontrar respaldo em uma das exposições, onde vêem-se fraturas preenchidas com argilas que se originam de corpos traqui-andesíticos também em adiantado estado de alteração.

Próximo à área de contato entre os granitóides da Associação I (visíveis no ponto 27) e Associação III (ponto 28; ver Anexo 2), encontram-se blocos de uma rocha densa, bandada, que alterna níveis essencialmente quartzosos de coloração clara, com outros de cor mais escura que, ao microscópio, mostraram-se ricos em opacos e sericita. As bandas da rocha atestam a atuação de deformação em pelo menos duas direções, uma vez que os níveis quartzosos desenham dobras abertas de pequena amplitude em faces ortogonais de uma mesma amostra. Já em outro bloco identifica-se uma foliação de caráter milonítico, individualizando ocelos quartzosos. Como minerais acessórios detectados em lâmina tem-se turmalina (finamente cristalizada ao redor de quartzo ou em cristais individuais de maior porte), apatita, biotita e pirita (esta visível macroscopicamente).

Apesar da sistemática falta de afloramentos, com respeito à área de exposição do "Quartzito Serra das Pedras" e suas relações de contato com as unidades adjacentes, pode-se afirmar:

- a) As rochas granitóides possuem contatos intrusivos com os metassedimentos;
- b) Não foram identificados corpos ígneos satélites, provenientes dos granitóides das Associações I e III, intrusivos no "Quartzito Serra das Pedras";
- c) O contato do "Quartzito Serra das Pedras" com os sedimentos do Grupo Castro se dá por discordância erosiva;
- d) As observações de Fuck (1967), que menciona migmatitos associados ao "Quartzito Serra das Pedras", não foram confirmadas. Em seu lugar viram-se apenas meta-arenitos, milonitos ou rochas granitóides;
- e) A área de exposição da unidade metassedimentar estende-se para norte, além dos limites representados na Folha Geo-

lógica de Pirai do Sul (CCGP, 1966).

A idéia de que o "Quartzito Serra das Pedras" e os "Migmatitos Associados" representem porções restíticas de um processo maior de granitização, o qual teria culminado com a formação do "Granito Cunhaporanga" (ver Fuck, 1967 ou Fuck et al., 1967 a), deve ser definitivamente abandonada. Por outra parte, a proposição de que o "Quartzito Serra das Pedras" constitui um grande teto pendente em rochas granitóides (ver, por ex., Kaefer e Cunha, 1974) é justificável, tanto pelo que aqui é apresentado como pela observação da Folha Geológica de Pirai do Sul (CCGP, 1966), onde rochas do Complexo Granítico Cunhaporanga são visíveis entre o Grupo Castro e o "Quartzito Serra das Pedras" (ver Figura 2).

A unidade metassedimentar discutida é seguramente mais antiga que os granitóides aqui descritos, tendo se posicionado como rocha encaixante. A correlação com outras unidades metassedimentares do Proterozóico paranaense (por ex., com as Formações e Grupos Água Clara, Itaiacoca, Açungui, etc.) seria mera especulação em face da precariedade dos dados atuais.

IV.4 - GRUPO CASTRO

IV.4.1 - SEDIMENTOS PELITO-PSAMÍTICOS

Esta unidade consiste de litotipos predominantemente pelíticos (siltitos em maior proporção que argilitos), normalmente muito intemperizados. Em alguns afloramentos deve-se admitir a possibilidade de tratarem-se de rochas vulcânicas e não sedimentares. A coloração é quase sempre marrom ou avermelhada, raramente cinzenta, amarelada ou negra.

Localmente níveis arenosos, geralmente arcossianos, podem ser significativos, sendo mal selecionados (desde finos a grosseiros) e freqüentemente com fragmentos líticos (arenosos a argilosos),

difíceis de diagnosticar em vista do elevado estado de alteração. Eventualmente gradam a arenitos (ou arcósios) conglomeráticos. Os arcósios intemperizados são facilmente confundidos com grani-tóides alterados.

A estrutura sedimentar mais conspícua do conjunto é a alter-nância de níveis, normalmente maciços, com composição granulomé-trica e/ou coloração diferentes. Outra estrutura comum é a es-tratificação plano-paralela, visível em alguns siltitos. Mais raramente observam-se estratificações gradacionais em arenitos e laminações em arenitos conglomeráticos.

Além de quartzo, feldspato (róseo, podendo ser euedral, ou branco em decorrência da caulinização) e argilominerais, outro mineral identificável macroscopicamente é a muscovita (ou serici-ta). Esta ocorre freqüentemente como finíssimos cristais dispos-tos paralelamente ao acamamento sedimentar de siltitos, ou mais ocasionalmente como palhetas de 0,5 a 1 cm de comprimento.

O padrão estrutural do acamamento é complexo, apresentando-se com atitudes as mais diversas, em um comportamento semelhante ao descrito por Trein e Fuck (1967), ou seja, muito diferentes mesmo quando tomadas em afloramentos próximos. A constatação de que mergulhos elevados (60° a 90°) são corriqueiros, sugere, em consonância com as proposições de Arioli (1981) para a porção sul do Grupo Castro, que deformações plásticas devem ter ocorrido, além de deformação rígida (Coutinho, 1955; Trein e Fuck, 1967; Soares, 1987).

As relações observadas com as unidades adjacentes são as se-guintes:

- a) Discordância erosiva separando o Grupo Castro do "Quar-tzito Serra das Pedras".
- b) Localmente é possível supor-se um contato erosivo entre

os granitóides e sedimentos arcossianos do Grupo Castro (na região entre os pontos 1 e 28 e 2 e 79; Anexo 2).

- c) Não há sinais de metamorfismo termal ou regional nos sedimentos.
- d) Contato por falha entre siltitos e granitóides da Associação III (pontos 58 e 81; Anexo 2).
- e) Contato gradacional entre arenitos arcossianos sotopostos e conglomerados de matriz arcossiana.
- f) Siltitos sotopostos a conglomerados de matriz arcossiana (natureza indeterminada do contato).

Considerando-se o exposto acima, torna-se evidente a idade mais recente destes sedimentos em relação aos granitóides (Associações I e III) e ao "Quartzito Serra das Pedras". Também está claro que a unidade psefítica do Grupo Castro sucedeu a unidade pelito-psamítica.

Outro aspecto importante é a ocorrência de discordâncias erosivas, além de contatos tectônicos, entre os sedimentos e seu embasamento (ver entretanto, CCGP, 1970 a; Soares, 1987).

IV.4.2 - SEDIMENTOS PSEFÍTICOS

Estas rochas possuem razão matriz/clastos grosseiros variável, de modo que tem-se ora conglomerados arcossianos, ora arcóssios conglomeráticos (Fotos 13, 14 e 15). Os seixos e calhaus apresentam arredondamento moderado a baixo, predominando os formados exclusivamente de quartzo (incluindo-se quartzitos abundantes) sobre os de riolito ou granito. Com relativa frequência observam-se seixos de feldspato róseo eudral a subedral (Foto 15).

Os clastos possuem formato e tamanho variados, havendo calhaus de até 20 cm de diâmetro, sendo que os seixos de feldspato alcançam até 6 cm de comprimento. Já a matriz em geral é formada por areia grossa arcossiana.

De cor róseo-avermelhada (matriz e seixos de feldspato) e cinzenta (clastos quartzosos), estas rochas normalmente são maci-

FOTO 13 - Rocha psefítica do Grupo Castro (ponto 59; ver Anexo 2). Comparar a razão matriz/clastos maiores desta foto com as das Fotos 14 e 15.

ças. Eventualmente é possível identificar-se acamamento.

Ao contrário da maior parte das rochas da região, os afloramentos são freqüentes e pouco intemperizados. Provavelmente a causa deste comportamento esteja ligada ao cimento parcialmente silicoso dos psefitos. Os conglomerados alterados, especialmente aqueles enriquecidos em seixos de feldspato eudral a subedral,

FOTO 14 - Rocha psefítica do Grupo Castro (ponto 59; ver Anexo 2). Observem-se os seixos de quartzito.

confundem-se facilmente com rochas granitóides.

Os contatos com sedimentos da Unidade Pelito-Psamítica (ver IV.4.1) evidenciam o caráter mais jovem da Unidade Psefítica. As relações com os granitóides sugerem um contato de natureza tectônica ao menos com a Associação IV (Foto 16), o que em princípio deixaria em aberto a determinação de idade entre esta Associação

e os referidos sedimentos. A Unidade Psefítica é mais nova que a Pelito-Psamítica, a qual é posterior aos granitóides das Associações I e III, não existindo portanto dúvidas com respeito a idade relativa entre estes granitóides e os psefitos.

Os feldspatos (clastos maiores) destes sedimentos mostram ao microscópio semelhança com os encontrados nos granitóides das Associações I e III (feldspatos com inclusões idiomórficas de plagioclásio e de titanita) e também da IV (mesopertitas que, entretanto, não mostram transformações tardi-magmáticas pronunciadas), reforçando a interpretação de que os psefitos são posteriores a estes granitóides.

FOTO 15 - Matações de arenito conglomerático (ponto 70; ver Anexo 2). Observe-se a concentração de cristais de feldspato no centro da foto.

FOTO 16 - Em primeiro plano, matacão de conglomerado do Grupo Castro (ponto 71; ver Anexo 2). Em segundo plano, a encosta à esquerda do vale é formada por granitóides da Associação IV; à direita, conglomerados do Grupo Castro. Ao fundo, Serra das Pedras.

IV.4.3 - ROCHAS ÍGNEAS

Desconsiderando-se as possíveis rochas vulcânicas citadas no item IV.4.1, as manifestações magmáticas correlacionáveis ao Grupo Castro restringem-se a raros (?) e pouco espessos diques de composição provavelmente andesítica. Estes foram observados sempre nas proximidades do contato com os sedimentos do Grupo Castro, encaixados em granitóides das Associações I, III, IV e V (Foto 17). Em um ponto fora da área estudada (porém pouco distante), tem-se também corpos intrusivos em meta-arenitos arcossianos do "Quartzito Serra das Pedras", estando um destes corpos

FOTO 17 - Dique traqui-andesítico (?) intrusivo em granitóides da Associação V (ponto 106; ver Anexo 2). Observe-se o elevado estado de alteração dos granitóides.

disposto concordantemente ao provável acamamento (com um mergulho de aproximadamente 40°).

A identificação dos minerais formadores da rocha é dificultada tanto pelo adiantado estado de alteração como por sua granulação. Assim, sobressaem-se cristais alongados e orientados de feldspato (em média 1 mm de comprimento) em meio a uma matriz de granulação muito fina a afanítica, de cor acinzentada, configurando uma textura microporfirítica e uma estrutura de fluxo.

As espessuras dos diques oscilam entre 15 e 90 cm, podendo em alguns casos apresentar um adelgaçamento pronunciado. As atitudes, sempre verticais, foram: 4 medidas de N50-60W, 2 medidas de N20-30W e uma com direção N-S.

Estes diques, muito provavelmente, têm uma ligação genética direta com as rochas vulcânicas intermediárias existentes logo a oeste da Unidade Psefítica (ver CCGP, 1970 a), constituídas por andesitos e dacitos. Segundo Trein e Fuck (1967), a Sequência Vulcânica Intermediária (e os sedimentos associados) representaria possivelmente a última unidade a se formar na evolução da bacia vulcano-sedimentar que originou o Grupo Castro. As relações dos diques observados, encaixados somente em rochas granitóides, com as unidades sedimentares não puderam ser estabelecidas. O que se pode afirmar com certeza é que estas rochas subvulcânicas são posteriores a praticamente todos os granitóides da área estudada, restando dúvidas apenas com relação aos granitóides pórfiros da fácies *IVe*.

IV.5 - FORMAÇÃO FURNAS

Os sedimentos desta unidade são relativamente homogêneos. São arenitos médios a grossos, localmente conglomeráticos, de grãos subangulosos a subarredondados, caulíníticos e de cor esbranquiçada. Formados principalmente por quartzo e argilomineirais entremeados, apresentam também esporadicamente feldspato e muscovita em finas palhetas.

Como característica marcante destes arenitos, observa-se uma disposição em camadas tabulares horizontais, de espessura decimétrica a métrica, nas quais a estrutura mais freqüente é a estratificação cruzada de médio porte.

A Formação Furnas assenta-se em discordância angular sobre o Grupo Castro e erosiva sobre os granitóides. Todavia, dificilmente este contato é visível, uma vez que a base da serra das Furnas normalmente possui depósitos de tálus bem desenvolvidos, além de contar com densa vegetação.

IV.6 - DIABÁSIOS CORRELATOS À FORMAÇÃO SERRA GERAL

Blocos arredondados de diabásio de dimensões variadas, provenientes de decomposição esferoidal, são muito comuns ao longo de toda a área. Estes devem ser correlacionados aos diques mesozóicos típicos desta região do estado. De fato, localmente, é possível a identificação de diques (e não apenas blocos soltos) encaixados em granitóides, normalmente de pequena espessura (20 a 45 cm) e orientados entre N40W e N80W, direções estas coincidentes com a do enxame paralelo ao eixo do Arco de Ponta Grossa.

As rochas frescas possuem cor cinza-escura e são equigranulares a levemente inequigranulares, com granulação de afanítica a média. Melanocráticas (índice de cor normalmente de 60 a 65), constituem-se de plagioclásio branco a incolor, piroxênios e opacos (principalmente magnetita e mais subordinadamente pirita). A estrutura é maciça, verificando-se em raras amostras "micro-enclaves" arredondados (diâmetro de no máximo 4 mm), ultramáficos e afaníticos, normalmente marcados por contatos nítidos com a rocha encaixante.

Chama a atenção um dique em especial (Foto 18), intrusivo em granitóides da Associação IV, com direção N43W. Este corpo, de aproximadamente 1,70 m de espessura, é composto por uma rocha que, ao microscópio, revelou-se formada de plagioclásio saussurizado, cloritas (responsáveis pela cor verde da rocha) e opacos. Destacam-se manchas mais escuras, circulares e milimétricas, levemente maiores que a matriz (fanerítica fina), que ao exame microscópico mostraram-se constituídas por clorita. Aparecem ainda veios milimétricos de calcita (restritos ao dique) e sulfetos (principalmente pirita e mais raramente bornita, calcopirita e galena) concentrados junto ao contato com a rocha encaixante (ou em fraturas próximas). Na literatura não se descrevem rochas com características semelhantes as aqui apontadas (especialmente o elevado grau de transformação da paragênese primária) pertencentes ao enxame de diques do arco de Ponta Grossa. Uma hipótese

FOTO 18 - Dique (básico a intermediário) intrusivo em grani-
tóides da Associação IV (ponto 96; ver Anexo 2).
A seta aponta o martelo.

alternativa é a de que esta rocha tenha ligação com as rochas vulcânicas intermediárias do Grupo Castro. Para isto concorrem tanto a orientação do dique (ver Item IV.4.3) como a descrição de Trein e Fuck (1967) para os andesitos do Grupo Castro. De acordo com o exposto por estes autores, uma das principais características destas rochas vulcânicas é a freqüente transformação da mineralogia primária (plagioclásios e piroxênios) em produtos secun-

dários (envolvendo a formação de sericita, epidotos, calcita e principalmente clorita).

IV.7 - SEDIMENTOS CENOZÓICOS

O rio Iapó e seus afluentes principais são responsáveis por depósitos que ocupam extensões consideráveis. Nestes rios, de padrão meandrante (exceto em curtos trechos de seus cursos superiores, quando então podem apresentar um padrão anastomosado), identificam-se sedimentos das fácies de canal e principalmente das fácies de transbordamento. As características granulométricas e mineralógicas das rochas matrizes (ricas em partículas, principalmente de quartzo, com diâmetro na fração areia), os fenômenos intempéricos e o comportamento hidrodinâmico dos rios explicam o caráter areno-argiloso dos sedimentos.

Associados à serra das Furnas tem-se depósitos de tálus que, originados do recuo da mesma, compõem-se de matacões métricos a decamétricos do arenito Furnas, envolvidos por partículas das mais variadas granulometrias. Estas provêm tanto da desagregação mecânica do arenito Furnas como do intemperismo dos granitóides e do Grupo Castro. A ocorrência destes depósitos praticamente impossibilita a observação direta do contato entre a Formação Furnas e seu embasamento.

CAPÍTULO V

PETROGRAFIA DAS ROCHAS GRANITÓIDES

Neste capítulo serão detalhadas as estruturas, texturas, descrições dos minerais, seqüências de cristalização e composições modais dos granitóides identificados no capítulo anterior, tendo por base as descrições microscópicas.

V.1 - ASSOCIAÇÃO I

Os dados quantitativos da observação microscópica de 11 das 19 lâminas de rochas da Associação I (14 da fácies *Ia*, 4 da fácies *Ib* e 1 da fácies *Ic*), estão resumidos na Tabela III (modas) e na Figura 9. No caso específico das amostras equigranulares, constatarem-se algumas diferenças entre o que se denominará fácies *IaS* (fácies *Ia Sul*) e fácies *IaN* (fácies *Ia Norte*), destacando-se as médias percentuais de anfibólios, de quartzo e dos índices de cor, assim como a composição modal média (ver Tabelas III e IV e Figura 9).

Para as rochas porfiríticas foram obtidas apenas estimativas preliminares da composição modal de duas amostras, ambas da fácies *Ib*. A composição da matriz da amostra JM-63B está representada na Figura 10 pelo ponto I, enquanto que a da amostra JM-72 pelo ponto II. Assim, uma vez que se tratam de rochas porfiríticas com fenocristais de feldspato potássico, a composição global de cada amostra deverá se situar ao longo das linhas A-I (JM-63B) e A-II (JM-72). Na Tabela V vêem-se as porcentagens de fenocristais que levariam as amostras JM-63B e JM-72 a serem classificadas como granodioritos, monzogranitos ou quartzomonzonitos.

TABELA III: Dados modais referentes às amostras da fácies Ia (valores percentuais).

AMOSTRA	Qz	FK	Plag	Bio	Anf	Opa	Tit	Zr	Ap	Phn	Cl	Crbnt	Mu	Cpx	Ep	All
JW-10E	20,0	25,9	36,0	9,9	6,0	1,0	0,4	tr	tr	tr	0,6	-	-	tr	-	-
JW-19B	8,9	17,2	54,4	-	3,3	8,0	tr	tr	0,5	tr	2,5	-	-	tr	5,2	-
JW-20	18,7	31,6	36,8	tr	4,2	0,8	tr	tr	0,3	0,9	5,9	-	tr	-	tr	0,5
JW-27	12,5	28,1	35,9	7,1	9,6	1,8	0,5	tr	0,6	0,9	2,5	tr	-	tr	0,6	-
JW-31	19,2	23,4	40,4	8,4	5,5	1,1	0,4	tr	0,5	tr	0,7	-	-	-	tr	tr
JW-35	22,0	20,3	43,1	9,0	3,4	0,7	tr	tr	0,5	0,3	0,7	-	-	tr	tr	-
JW-39	29,9	28,0	34,4	2,5	0,5	0,9	0,5	tr	0,3	0,4	2,7	-	-	-	-	tr
JW-40B	27,4	29,0	34,7	5,5	tr	1,5	-	tr	0,3	0,3	0,8	-	tr	-	tr	tr
JW-75	23,8	30,7	37,9	4,7	tr	1,0	0,4	tr	0,5	tr	0,8	-	-	-	tr	tr
JW-76	24,5	25,6	40,4	1,9	-	0,9	tr	tr	0,5	0,3	6,0	-	-	-	tr	tr
JW-137	25,6	16,4	48,4	5,8	tr	1,0	1,0	tr	tr	tr	1,3	tr	-	-	tr	tr

Abreviaturas: tr: traços (valores inferiores a 0,3%); -: ausência; Qz: quartzo; FK: feldspato potássico; Plag: plagioclásio; Bio: biotita; Anf: anfibólio; Opa: opacos; Tit: titânita; Zr: zircão; Ap: apatita; Phn: prehnita; Cl: clorita; Crbnt: carbonato; Mu: Muscovita; Cpx: clinopiroxênio; Ep: epidoto; All: allanita.

FIGURA 9: Diagrama modal QAP com dados referentes às amostras da fácies Ia. Divisões e nomenclatura conforme Streckeisen (1976). Campo 3b: monzogranitos; campo 4: granodioritos; campo 8*: quartzomonzonitos; campo 9*: quartzomonzodioritos. Cruzes: dados modais para a fácies Ia; círculo com cruz: composição modal média da fácies Ia; triângulo: composição modal média da fácies IaS; quadrado: composição modal média da fácies IaN.

TABELA IV: Comparação entre os sub-tipos de fácies equigranulares (*IaS* e *IaN*) da Associação I, através de parâmetros selecionados.

	N	M'			Anf			Qz			COMP. MODAL
		MAX	X	MIN	MAX	X	MIN	MAX	X	MIN	
<i>Ia</i>	11	22,1	12,7	6,9	9,6	3,0	tr	29,9	21,1	8,9	MONZOGRAITO
<i>IaS</i>	5	22,1	17,3	11,4	9,6	5,7	3,3	20,0	15,9	8,9	QUARTZOMONZONITO
<i>IaN</i>	5	9,1	7,9	6,9	0,5	0,1	tr	29,9	26,2	23,8	MONZOGRAITO
JM-35	1	-	13,8	-	-	3,4	-	-	22,0	-	GRANODIORITO

IaS: amostras JM-10E, JM-19B, JM-20, JM-27, JM-31; *IaN*: amostras JM-39, JM-40B, JM-75, JM-76, JM-137. O ponto 35 (amostra JM-35), situa-se entre os pontos de origem das amostras *IaS* e *IaN* (ver localização no mapa de pontos no Anexo 2). **M'**: índice de cor das amostras (MAX: valor máximo; X: valor médio; MIN: valor mínimo, onde "tr" corresponde a menos de 0,3%); **Anf**: Teores percentuais de anfibólio; **Qz**: Teores percentuais de quartzo; **COMP. MODAL**: Composição modal média das amostras, obtidas em diagramas QAP. Para JM-35 os valores são absolutos.

FIGURA 10 - Diagrama QAP com estimativas composicionais para amostras da fácies *Ib*. Divisões e nomenclatura conforme Streckeisen (1976). Campo 3b: monzogranitos. Campo 4: granodioritos. Campo 8*: quartzomonzonitos. Explicações no texto.

TABELA V - Porcentagens de fenocristais de feldspato potássico para que uma rocha, com composição da matriz conhecida, seja classificada de acordo com Streckeisen (1976).

MATRIZ	AMOSTRA	GRANODIORITO	MONZOGRAITO	QUARTZOMONZONITO
0,33Q + 0,13A + 0,54P	JM-63B	0% (I) - 13% (a)	13% (a) - 39% (b)	39% (b) - 46% (c)
0,26Q + 0,17A + 0,57P	JM-72	0% (II) - 12% (d)	12% (d) - 23% (e)	23% (e) - 47% (f)

Considerando-se que a descrição dos afloramentos JM-63 e JM-72, indicou uma porcentagem de fenocristais ao redor de 20 para o primeiro caso e inferior a 10 para o segundo, pode-se aceitar que a composição global destas rochas situe-se no campo dos monzogranitos para JM-63 e provavelmente no campo dos granodioritos para JM-72.

V.1.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS

Tanto as rochas equigranulares (fácies Ia) como as porfiríticas (fácies Ib e Ic) são maciças. Estruturas cataclásticas (micro-falhas, trituração de minerais e deformações nos planos de clivagem de biotitas) podem ser vistas em amostras coletadas próximo ao contato com granitóides das Associações III e IV, mas são sempre pouco expressivas.

Junto ao contato entre os granitóides das Associações I e II observam-se, além dos milonitos micáceos descritos no Item IV.2, rochas granitóides com intensa foliação milonítica (definida principalmente pela orientação de biotita, quartzo e níveis com maior concentração de feldspatos fortemente sericitizados). Não foi possível se precisar, no campo, se os milonitos seriam rochas deformadas da Associação I ou da fácies IIa. Como os granitóides da fácies IIa com frequência mostram-se ao menos levemente folia-

dos (ao contrário dos granitóides da Associação I, maciços), é mais provável que estes milonitos a eles se relacionem. No entanto, em ao menos uma amostra (JM-56A) identificou-se fragmentos de anfibólio, mineral que aparentemente não ocorreria na fácies *IIa* e sim em rochas da Associação I.

Texturalmente estes granitóides variam de hipidiomórficos equigranulares (fácies *Ia*) a porfiríticos (fácies *Ib* e *Ic*), havendo toda uma gama de termos intermediários, seriados.

V.1.2 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO

As fácies equigranulares e as inequigranulares (*Ia* e *Ib* + *Ic*) mostraram-se extremamente semelhantes, e a descrição de cada mineral deve ser considerada válida para qualquer uma destas fácies (especialmente *Ia* e *Ib*). Diferenças mais significativas serão devidamente apontadas.

a) MINERAIS PRIMÁRIOS

Descrevem-se a seguir os minerais formados durante as etapas iniciais de cristalização das rochas desta associação (estágio ortomagmático). Entretanto, a titanita e os opacos aqui incluídos, parecem ter avançado além destas etapas, tendo alcançado os estágios seguintes (tardi- a pós-magmáticos).

Quartzo

O quartzo aparece predominantemente como cristais xenomórficos (normalmente de 0,5 a 4 mm) sem associação preferencial, frequentemente de contornos retilíneos em virtude do caráter intersticial aos feldspatos.

De modo mais restrito, ocorrem ainda pequenos cristais arredondados como inclusões em feldspato potássico (principalmente próximo às bordas dos hospedeiros).

Inclui costumeiramente cristais de apatita, por vezes também de plagioclásio e biotita, mais raramente de feldspato potássico.

Mostra freqüentemente sinais de um processo (em geral incompleto) de recristalização. Isto faz com que o padrão de extinção do quartzo seja apenas levemente ondulante.

Nas rochas inequigranulares, as poucas diferenças parecem corresponder a um padrão de deformação ligeiramente mais acentuado e inclusões freqüentes de plagioclásio, titanita e/ou anfibólio. As dimensões também podem ser maiores (alcançando 6 a 8 mm).

Feldspato Potássico

O feldspato potássico, peritítico, ocorre como cristais hipidió- a xenomórficos (normalmente de 0,5 a 6 mm; principalmente de 1 a 4,5 mm) e geminações variadas. Assim, observam-se desde rochas com os grãos raramente maclados (ou sem maclas), até grani- tóides com feldspatos geminados segundo a Lei de Carlsbad (*IaS* e *IaN*, respectivamente). Geminações "em grade" são raras e localizadas.

Os feldspatos podem, eventualmente, mostrarem-se zonados, detectando-se ora por diferenças no padrão de extinção, ora no de alteração. Uma outra maneira de se diagnosticar o zoneamento dos cristais é através do desenvolvimento diferenciado de albita peritítica em distintas porções do mineral. Esporadicamente observa-se plagioclásio ocupando o centro de cristais de feldspato potássico.

As inclusões, sempre presentes, são de cristais de plagioclásio (em geral de pequeno tamanho). Em feldspatos um pouco maiores que os da matriz (e também nos fenocristais das rochas porfiríticas), o plagioclásio (assim como outros minerais) tende a se dispor paralelamente às antigas linhas de crescimento. Com frequência os minerais máficos da rocha (biotitas, anfíbios, apatitas, opacos, etc...) também encontram-se englobados, sendo mais ocasionais as inclusões arredondadas de quartzo. Lâminas de albita pertítica são comuns (principalmente as do tipo filme), mas de desenvolvimento não muito pronunciado.

O grau de alteração (para argilominerais e sericita) é sempre menor que o do plagioclásio, que pode não ser uniforme, concentrando-se em zonas preferenciais, pertíticas ou não.

As principais diferenças das fácies inequigranulares para as equigranulares, além do tamanho dos grãos (ver Tabela II) são citadas a seguir. Na medida em que o caráter porfirítico torna-se mais evidente, a matriz apresenta-se com menos feldspato potássico, a geminação "em grade" aparece mais frequentemente (em alguns fenocristais, mais pronunciada nas porções externas do cristal; Foto 19) e as inclusões arredondadas de quartzo são mais comuns (especialmente na periferia dos fenocristais), enquanto que as albitas pertíticas são melhor desenvolvidas nos fenocristais do que nos minerais da matriz.

Plagioclásio

O plagioclásio é tabular, hipidiomórfico a idiomórfico. A inclusão em feldspato potássico, ou quando em contato com ele, comumente mascara a tendência ao idiomorfismo, pela formação de bordas albiticas ou através do desenvolvimento de mirmequitas.

Os cristais maiores (ocasionalmente agrupados em "synneusis") oscilam entre 4 mm e aproximadamente 0,5 mm, com

média entre 1 e 2 mm. Quando na forma de inclusões, o plagioclásio normalmente é menor que 0,5 mm (excepcionalmente alcança 1-1,5 mm). As geminações de lei da Albite são freqüentes, mais abundantes que as de Albite-Carlsbad e Periclíneo.

Zoneamento é freqüente, visível tanto pelo padrão diferenciado de alteração como da extinção (normal ou oscilatória).

FOTO 19 - Fenocristal de feldspato potássico. Geminação "em grade" e inclusões arredondadas de quartzo presentes preferencialmente nas bordas do fenocristal (amostra JM-63A; aumento de 12,5X; polarizadores cruzados).

A composição dos plagioclásios oscila entre An 31 e An 44 (andesina), normalmente biaxiais negativos (dentro do intervalo An 28 - An 35 nos granitóides inequigranulares). Em cristais zonados, algumas medidas assinalaram porções internas com composições An 31-32 e externas An 27-29. É provável que alguns cristais zonados possuam núcleos mais cálcicos, uma vez que frequentemente foram obtidos sinais biaxiais positivos para os núcleos de alguns grãos. As bordas albiticas são comuns, especialmente quando no contato com feldspato potássico (principalmente nos plagioclásios inclusos nestes feldspatos).

As únicas inclusões comuns são de apatita, e bem menos frequentes (e por vezes apenas parciais) as de anfibólio, biotita e opacos. Inclusões de cristais pequenos arredondados de quartzo são raros.

Encontra-se em geral muito alterado (sericitizado); uma mesma amostra apresenta desde cristais "límpidos" (raros) até aqueles completamente alterados (mais comuns). Quando existem cristais agrupados em "synneusis", o estado de alteração dos mesmos tende a ser elevado.

Anfibólio

Os anfibólios são principalmente subedrais a anedrais e normalmente são encontrados em associação com outros minerais máficos.

O pleocroísmo dos grãos frescos é bem marcado: α = amarelo (às vezes esverdeado)-claro a incolor; β = verde (caracteristicamente) a marrom-acastanhado; γ = amarelo-esverdeado a verde-claro.

Como inclusões tem-se invariavelmente a apatita e, em menor proporção, opacos (magnetita + ilmenita?) e eventual plagioclásio, muitas vezes arredondado. Ainda mais raros são os núcleos

formados por clinopiroxênio (Foto 20).

Ocorrem desde anfibólios inalterados até grãos com relictos mínimos de anfibólio em meio a seus produtos de desestabilização.

FOTO 20 - Cristal de anfibólio (intercrescido com opacos) com núcleo formado por clinopiroxênio corroído (amostra JM-63B; aumento de 25X; luz plano-polarizada).

Os minerais secundários formados são opacos (frequentemente convertidos em hidróxidos de ferro), biotita, clorita, quartzo, titanita, epidoto e carbonato.

Os granitóides da porção norte da área (fácies IaN), diferem dos aflorantes na porção sul (fácies IaS) não apenas nas porcentagens do anfibólio (ver Tabela IV), mas também no tamanho dos grãos. Enquanto as seções prismáticas nos primeiros alcançam no máximo 0,6 mm e em média 0,2 a 0,3 mm, nos últimos oscilam entre

0,3 e 3 mm (cristais milimétricos são comuns). Adicionalmente, é comum os anfibólios dos granitóides da porção meridional aparecerem com geminações simples.

A comparação dos anfibólios presentes nas fácies equigranulares com os que ocorrem nos granitóides inequigranulares mostra para estes: maior proporção de cristais idiomórficos; padrão de inclusões semelhante, exceto pela ausência de plagioclásio; cristais entre 0,1-0,2 mm e 2 mm, com tamanho médio aparentemente intermediário aos das fácies *IaS* e *IaN*; predomínio de cristais pouco alterados (minerais secundários idênticos aos das fácies equigranulares); possivelmente, pequenas variações químicas, a julgar por algumas diferenças encontradas no pleocroísmo (em determinadas orientações cristalográficas a cor é verde-esbranquiçada a verde-acinzentada).

Biotita

Os cristais são principalmente subidiomórficos (placas hexagonais em seções basais, tendência que é mais forte nos granitóides da fácies *IaN*). A biotita raramente aparece isolada de outros minerais máficos, sendo que em determinadas situações mostra-se claramente derivada de anfibólios.

O tamanho dos cristais oscila entre 0,1 mm e 2,2 mm (principalmente de 0,3 mm a 1,0 mm). O pleocroísmo é forte: α = amarelo-claro a amarelo-acastanhado (mais raramente amarelo-esverdeado); $\beta=\gamma$ = marrom (normalmente escuro). Já nas rochas inequigranulares, tem-se α = amarelo-claro; $\beta=\gamma$ = verde-oliva, dominante, a marrom-esverdeado.

As inclusões mais comuns são de apatita, zircão (halos pleocróicos são raros) e opacos. Feldspatos inclusos também não são raros (quase exclusivamente plagioclásio). Em seções basais, apa-

recem cristais aciculares de rutilo ordenados em feixes que se dispõem em ângulos de aproximadamente 60° (textura sagenítica).

Outro aspecto característico é a alteração para clorita ao longo das clivagens e a presença nesses locais de prehnita; este mineral aparece, freqüentemente, deformando os planos de clivagem da biotita. A intensidade da alteração é variável, envolvendo também a formação de opacos (e hidróxidos de ferro).

Opacos

Os cristais são tanto euedrais/subedrais (losangulares, hexagonais, retangulares, octogonais, mais raramente quadrados) como anedrais, estando preferencialmente associados a outros minerais máficos, tais como anfibólio e biotita.

Enquanto nos granitóides da porção sul (fácies *IaS*) é comum a presença de apatita como inclusão, nos granitóides da porção norte (fácies *IaN*) são observados glomérulos de apatita e opacos, lado a lado.

O tamanho dos grãos é muito variado, da ordem de 0,3-0,6 mm (raramente superiores) a menos de 0,1mm. A alteração, em geral para hidróxidos de ferro, é pouco significativa.

Titanita

Reconhecem-se tanto cristais precoces (euedrais/subedrais) como tardios (subedrais/anedrais). Na fácies *IaS* os cristais (0,2-0,7 mm) mostram-se intimamente associados a anfibólios e opacos, sendo principalmente sub-idiomórficos ou xenomórficos. Já nos granitóides inequigranulares e na fácies *IaN* tem-se ora cristais idiomórficos/sub-idiomórficos (hábito navicular) isolados, ora sub-idiomórficos/xenomórficos ligados principalmente a

opacos e biotita, com 0,2 mm a 1,2 mm de comprimento.

As titanitas apresentam-se sem pleocroísmo ou então com uma tênue variação de coloração (cores predominantes: incolor e esverdeado normalmente claro; marrom-amarelado subordinado).

O grau de alteração é variável, formando principalmente opacos (ilmenita?) e um material pulverulento de difícil distinção óptica (leucoxênio?). Cristais secundários de quartzo são raros. Como inclusões, as mais freqüentes são de apatita e opacos.

Outros Minerais

A apatita aparece como cristais idio- a hipidiomórficos (prismas tanto largos como finos), inclusos em praticamente todos os minerais, em especial nos máficos (destaque para anfibólios e biotitas). Pode estar localmente concentrada. Os cristais nunca excedem 0,3 mm, sendo comuns entre 0,1 mm e 0,2 mm.

O zircão ocorre em cristais subedrais a euedrais (eventualmente zonados), normalmente junto aos minerais máficos (halos pleocróicos manifestam-se subordinadamente). Predominam grãos entre 0,15 mm e menos de 0,1 mm, sendo que dimensões maiores (aproximadamente 0,3 mm) são raras.

A allanita normalmente mede entre 0,1 mm e 0,5 mm (excepcionalmente 0,7 mm), com cristais subedrais ou euedrais isolados ou, preferencialmente, junto a outros minerais máficos. Frequentemente zonados (raramente geminados) e portando inclusões de apatita, podem apresentar um tênue pleocroísmo, além de leve alteração (metamictização). Halos pleocróicos nos minerais adjacentes são raros.

b) MINERAIS TARDI- A PÓS-MAGMÁTICOS

As descrições adiante referem-se aos minerais que se formaram apenas nos estágios finais de consolidação das rochas da Associação I.

Clorita

A clorita é mineral de alteração que, por vezes, substitui completamente o hospedeiro (Foto 21) e ocorre como cristais subidiomórficos a xenomórficos. Aparece ainda intercrescida com os minerais máficos primários, em especial biotita e anfibólio (nesse caso, basicamente nos granitóides da fácies *IaS*).

O tamanho guarda correspondência direta com a dimensão e o estado de alteração de anfibólios e biotitas que substitui.

O pleocroísmo é leve, envolvendo tonalidades claras de amarelo, amarelo-esverdeado e verde (este, eventualmente, um pouco mais escuro), além de incolor.

Prehnita

O formato dos agregados de cristais (em geral subedrais) é diagnóstico, reconhecendo-se agrupamentos barriformes, fusiformes e com o típico hábito de "gravata-borboleta" ("bow-tie"; Foto 21). Mostram-se associados à biotita e/ou à clorita desta derivada (arranjo inter-lamelar), podendo também estarem acompanhados de hidróxidos de ferro e argilominerais.

Com raras inclusões de apatita, os agregados variam entre

1,2 mm e menos de 0,1 mm no maior comprimento. As maiores dimensões são observadas nas rochas em que as biotitas alcançam maior tamanho. Todavia, é possível identificar-se granitóides com grandes cristais de biotita e pequenos de prehnita.

FOTO 21 - Cristal de prehnita incluído em agregado de cloritas (pseudomorfo de anfibólio), exibindo hábito "bow-tie". À direita, anfibólio. À esquerda, plagioclásio (acima) e feldspato potássico (abaixo; observar lamelas de albita perítica). Amostra JM-20; aumento de 25X; luz plano-polarizada.

Outros Minerais

O epidoto, normalmente como cristais hipídio- a xenomórficos (raramente idiomórficos), ocorre junto a outros minerais máficos (anfibólios, biotitas, cloritas e/ou opacos). Oscilando entre 0,8 mm e menos de 0,1 mm, possui pleocroísmo em geral leve ($\alpha =$

incolor a verde-pálido; β = amarelo-esverdeado; γ = verde-amarelado).

A fluorita, identificada em amostras coletadas próximo ao contato com a Associação IV e que apresentam sinais evidentes de deformação (texturas cataclásticas), aparece como agregados de cristais incolores a violáceos, associados intimamente a biotitas e/ou fraturas (por ex., amostras JM-63A e JM63B).

c) ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO

Aconteceram quatro períodos principais de formação de minerais:

I - Apatita + Zircão + Allanita + Piroxênio + Opacos

II - Plagioclásio + Anfibólio

III - Feldspato Potássico + Quartzo + Biotita (II?) + Titanita (II?)

IV - Prehnita + Clorita + Opacos + Epidoto + Albita + Mirmequitas + Sericita + Argilominerais + Carbonatos

Destes períodos, os mais significativos foram o segundo e o terceiro, que apresentaram superposição temporal (entre si e com os períodos I e, em parte, IV). Nas rochas mais pobres em anfibólios (fácies IaN) observa-se uma tendência acentuada ao idiomorfismo por parte da biotita e da titanita, sugerindo um momento mais precoce de cristalização para estes minerais quando comparado aos granitóides mais ricos em anfibólio (fácies IaS).

Outro aspecto digno de nota são as relações entre plagioclásio e anfibólio. Enquanto na fácies IaS é muito mais freqüente a

presença de plagioclásio incluso em anfibólio do que a situação inversa (até mesmo com cristais arredondados de plagioclásio, indicando reação com o líquido magmático?), nos granitóides inequigranulares da fácies *Ib*, vêem-se somente cristais de anfibólio inseridos em plagioclásio (apesar de raros). Já na fácies *IaN*, não se verificam inclusões de um mineral no outro (embora o anfibólio seja raro).

A formação dos minerais do período IV tanto poderia ter acontecido durante o processo de resfriamento magmático, como durante um reaquecimento (metamorfismo) das rochas desta associação. Porém, a julgar pela ausência de sinais significativos de deformação nestes granitóides, admite-se aqui o período IV como deutérico.

V.2 - ASSOCIAÇÃO II

Dados modais e seus conseqüentes posicionamentos no diagrama QAP podem ser vistos, respectivamente, nas Tabelas VI e VII e na Figura 11.

V.2.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA FÁCIES *IIa*

Ao contrário dos granitóides da Associação I, cuja estrutura é predominantemente maciça, os granitóides da fácies *IIa* podem assumir um aspecto levemente foliado (estrutura de fluxo ?), em função da orientação de biotita. Localmente parece haver, paralelamente à foliação definida pela biotita, uma concentração de minerais ao longo de níveis preferenciais (por ex., quartzo). A textura é hipidiomórfica principalmente equigranular (fenocristais de feldspato potássico são raros).

TABELA VI: Dados modais referentes às amostras da fácies *IIa* (valores percentuais).

AMOSTRA	Qz	FK	Plag	Bio	Opa	Cl	Tit	Zr	Ap	Phn	All?	Crbnt	Mu	Ep
JM-46	32,6	18,6	36,8	5,7	1,1	4,5	-	tr	tr	0,3	tr	tr	-	tr
JM-111B	16,3	36,7	41,3	3,6	1,0	0,5	-	tr	0,3	0,3	tr	-	-	-
JM-128A	23,8	32,7	36,1	5,1	0,9	0,5	0,5	tr	tr	tr	tr	-	-	-
JM-136	27,3	21,4	38,4	9,7	2,5	tr	-	tr	0,3	tr	tr	-	tr	-

Abreviaturas como na Tabela III.

TABELA VII: Dados modais referentes às amostras da fácies *IIb* (valores percentuais).

AMOSTRA	Qz	FK	Plag	Bio	Mu	Opa	Cl	Trm	Zr
JM-111A	41,8	15,4	39,3	0,3	3,0	tr	tr	tr	tr
JM-124	33,2	21,0	30,6	1,5	9,2	1,2	2,4	0,9	tr

Abreviaturas como na Tabela III (exceto Trm: turmalina).

FIGURA 11: Diagrama modal QAP com dados referentes às amostras da Associação II. Cruzes: dados modais para a fácies *IIa*; pontos: dados modais para a fácies *IIb*. Divisões e nomenclatura conforme Streckeisen (1976).

V.2.2 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES *IIa*

a) MINERAIS PRIMÁRIOS

Quartzo

O quartzo ocorre como cristais xenomórficos, irregulares ou arredondados (estes como inclusões em feldspatos, principalmente potássico mas também em plagioclásio). Com inclusões raras e extinção por vezes ondulante, predominam cristais entre 0,5 mm e 2 mm (agregados formados por recristalização podem alcançar até 4 mm). Já as inclusões arredondadas geralmente são inferiores a 0,1 mm (no máximo 0,5 mm).

Feldspato Potássico

O feldspato potássico, pertítico (filmes ou manchas irregulares), que aparece como cristais subedrais a principalmente anedrais entre 0,5 e 5 mm (comumente de 1 a 2 mm), possui inclusões freqüentes de plagioclásio, comuns de quartzo e mais ocasionais de biotita, opacos e apatita. Observa-se um arranjo concêntrico destas inclusões. As geminações em grade são raras e mal desenvolvidas (ao contrário da geminação Carlsbad). Localmente, ocorre zonação por extinção ou por ordenamento de inclusões. A alteração é incipiente (com formação de argilas).

Plagioclásio

O plagioclásio (An 29-33) é observado como cristais principalmente sub-idiomórficos, mas também xenomórficos (raramente idiomórficos e, neste caso, como inclusões inferiores a 0,4 mm em feldspato potássico). Normalmente entre 0,5 mm e 1,5 mm (no máximo 3,7 mm), vêem-se freqüentemente indivíduos zonados. As in-

clusões são raras (exceto as de pequenas apatitas), mas quando presentes são de biotita, opacos e quartzo arredondado. A intensidade de alteração é variável entre diferentes cristais ou até mesmo em um único plagioclásio, mas sempre superior ao do feldspato potássico.

Biotita

Em cristais subedrais a anedrais, a biotita pode apresentar uma orientação preferencial (pouco desenvolvida), além de estar ora concentrada em níveis alongados paralelamente a esta direção, ora isolada. Normalmente entre 0,2 mm e 1,0 mm, possui inclusões freqüentes, principalmente de apatita, opacos, plagioclásio (muitas vezes parcial), prehnita (?), zircão e allanita (?), sendo que aos dois últimos associam-se, comumente, halos pleocróicos. Mostra alteração para clorita, opacos (e hidróxidos de ferro) e argilominerais, os quais podem se dispor em arranjo inter-lamellar. O pleocroísmo é forte, com α amarelo-claro a dourado e $\beta=\gamma$ marrom-escuro.

Outros Minerais

Os opacos podem ser desde idiomórficos (principalmente retangulares, quadrados ou losangulares) até xenomórficos, ocorrendo tanto isolados como associados a biotita ou apatita. De dimensões variadas (os maiores normalmente têm entre 0,4 mm e 0,5 mm), estes minerais em geral estão pouco alterados.

A titanita é visível tanto em cristais eudrais (preferencialmente isolados) como anedrais, junto a biotita, agrupados ou isolados. Comumente mostra inclusões de opacos, apatita e/ou zircão, e tamanho máximo de aproximadamente 0,4 mm. É fresca e pode estar ausente em algumas lâminas.

O zircão, em cristais principalmente idiomórficos, muitas vezes alongados e de tamanho normalmente inferior a 0,1 mm (raramente de 0,2 mm), pode aparecer isolado ou em grupos. Quando incluso em biotitas freqüentemente produz halos pleocróicos.

A apatita manifesta-se como cristais quase sempre idiomórficos, eventualmente alongados, isolados ou em especial associados a opacos e biotita. Suas dimensões oscilam entre 0,4 mm e menos que 0,1 mm.

Identificou-se ainda um mineral com aspecto de allanita. Anedral ou subedral/eudral, possui pleocroísmo bem marcado, envolvendo tons de amarelo (claro ou dourado) e marrom (claro, escuro, ou quase alaranjado). Eventualmente geminado ou zonado (medindo normalmente entre 0,2 mm e 0,5 mm), pode produzir halos pleocróicos em biotita.

b) MINERAIS TARDI- A PÓS-MAGMÁTICOS

Durante esta etapa de consolidação das rochas da fácies *IIa*, ocorreu a transformação parcial (em geral, de pequena intensidade) dos minerais primários em clorita, opacos, sericita, albita, etc.

A prehnita está presente normalmente como cristais de dimensões muito reduzidas. Cristais maiores por vezes apresentam características diferentes daquelas detectadas em granitóides da Associação I, aparecendo com hábito esferulítico e um pleocroísmo (nem sempre visível) incolor a verde mais ou menos intenso.

c) ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO

Do exame das seções delgadas da fácies *IIa* tem-se que a ordem de formação de seus minerais seguiu o esquema abaixo, com

contemporaneidade parcial entre as etapas (especialmente II e III):

I - Apatita + Zircão + Opacos

II - Plagioclásio + Allanita (?)

III - Feldspato Potássico + Quartzo + Biotita + Titanita (II?)

IV - Clorita + Opacos + Prehnita + Mirmequitas + Albita + Sericita + Argilominerais

V.2.3 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA FÁCIES *I Ib*

A estrutura destes granitóides é maciça e a textura xenomórfica equigranular a inequigranular.

V.2.4 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES *I Ib*

Quartzo

O quartzo é visível como cristais xenomórficos que, por vezes, mantêm contatos interpenetrantes com feldspatos, ou ainda aparece como pequenas inclusões arredondadas, situadas preferencialmente junto às margens dos feldspatos. Os cristais maiores normalmente têm ao redor de 0,5 mm de diâmetro (raramente alcançando 1 mm).

Feldspatos

Os feldspatos são predominantemente anedrais, normalmente

com dimensões entre 0,2 mm e 1,4 mm. Inclusões arredondadas de quartzo são ocasionais. Pouco a moderadamente alterados, observam-se cristais secundários de muscovita, albita e quartzo, além de argilominerais e sericita. No feldspato potássico pertítico (filmes) tem-se inclusões eventuais de plagioclásio (com bordas albiticas), geminação em grade (esporádica e melhor desenvolvida

FOTO 22 - Aspecto geral da fácies *I Ib*. Destaque para os cristais de muscovita e para a textura xenomórfica equigranular (amostra JM-111A; aumento de 12,5X; polarizadores cruzados).

em cristais de menor porte). Os plagioclásios são andesinas só-dicas (determinações entre An 31 e An 35), podendo estar zonados e raramente com bordas mirmequíticas.

Muscovita

Este mineral ocorre como cristais xenomórficos a hipídio/idiomórficos (predominantes), isolados ou associados (principalmente os anedrais) a feldspatos e biotitas. Alcançam até quase 1 mm de comprimento (Foto 22). Em alguns casos é possível identificar filmes de biotita intercalados paralelamente aos planos de clivagem da muscovita.

Biotita

Ao contrário da outra mica constatada nos granitóides da fácies *I Ib*, a biotita é menos abundante. Predominam pequenos cristais subedrais/anedrais (em geral inferiores a 0,5 mm), com pleocroísmo a castanho-amarelado a castanho-claro e $\beta = \gamma$ marrom-escuro. Normalmente está alterada para clorita ou muscovita ou ainda para opacos. Uma melhor observação da cor original do mineral mostra-se muitas vezes prejudicada pelo seu estado de alteração.

Outros Minerais

Os opacos se apresentam como cristais principalmente xenomórficos ou subidiomórficos, associados a biotitas ou isolados. De dimensões variadas (normalmente menores que 0,5 mm), mostram-se alterados, produzindo um material granular de cor amarela a castanha-escura.

A turmalina pode ser vista em cristais anedrais a subedrais agrupados de até 1,2 mm (eventualmente também em fraturas). O pleocroísmo é intenso, desde incolor-amarelado, passando por verde-acinzentado até verde-azulado. Por vezes, está ligeiramente alterada para sericita.

O zircão ocorre como pequenos cristais idiomórficos, isolados ou em grupos, eventualmente zonados.

Ordem de Cristalização

De maneira distinta da fácies *IIa*, nos granitóides da fácies *IIb* a maior parte do plagioclásio não possui as feições (por ex., idiomorfismo) que levem a admitir sua formação como anterior a do feldspato potássico e quartzo (exceção feita às inclusões apenas eventuais em feldspato potássico). Pelo contrário, localmente verificam-se contatos interpenetrantes envolvendo ao menos dois destes minerais.

Uma questão em aberto relaciona-se à gênese da muscovita, especialmente os cristais maiores euedrais. Teriam se formado diretamente da cristalização do líquido magmático, da reação de minerais precoces com o magma, ou através de processos autometasomáticos (como parece ser o caso dos agregados de pequenos cristais anedrais)? A presença de turmalina (um mineral comumente pneumatolítico-hidrotermal) favoreceria esta última possibilidade, ainda mais considerando-se que a mesma dispõe-se tanto de forma disseminada como ao longo de fraturas. As finas lâminas de biotita em meio a algumas muscovitas poderiam ser explicadas pelas duas últimas hipóteses.

V.3 - ASSOCIAÇÃO III (FÁCIES *IIIa*)

Os granitóides pertencentes a esta fácies estão fortemente deformados, inibindo assim a obtenção de dados modais e conseqüentes estimativas composicionais. Desta forma, a análise petrográfica centrou-se basicamente na descrição dos minerais e dos aspectos texturais/estruturais das rochas.

FOTO 23 - Estrutura cataclástica em granitóide da fácies *IIIa*. Os minerais claros são grãos de quartzo, enquanto que os de aspecto "sujo" são feldspatos. No canto inferior esquerdo, cristal de titanita (amostra JM-85; aumento de 12,5X; luz plano-polarizada).

Porém, uma vez que estas rochas possuem uma porcentagem significativa de quartzo e não existe um predomínio (quantitativo) marcante de um feldspato sobre o outro, as mesmas devem ser granitos ou granodioritos.

V.3.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS

A estrutura destes granitóides é quase sempre cataclástica (Foto 23), sendo raras as amostras em que os sinais de deformação

sejam moderados. A cataclase é um processo repetido nestas rochas, como substanciado pela observação de clastos formados por fragmentos produzidos em eventos anteriores de cataclase (ou seja, clastos dentro de um clasto). Nas raras amostras pouco deformadas, a textura é geralmente porfirítica. Entretanto, as rochas mais fortemente cataclasadas normalmente não possuíam fenocristais e portanto antes da deformação deveriam ter textura hipidiomórfica equigranular ou inequigranular.

V.3.2. - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO

Quartzo

O quartzo mostra-se fortemente influenciado pelo alto grau de cataclase destes granitóides. O tamanho dos cristais xenomórficos varia extremamente, desde alguns centímetros a menos de 0,1 mm. Quando na forma de inclusões arredondadas em feldspatos, o quartzo pode atingir no máximo 0,5 mm de diâmetro (geralmente menos).

Feldspato Potássico

A trituração a que a rocha foi submetida proporciona uma grande amplitude de tamanho para os cristais subedrais a anedrais de feldspato potássico. Porções menos deformadas permitem vislumbrar a existência de cristais pré-cataclase superiores a 2 cm. O feldspato é pertítico, com as lamelas albíticas em filmes ou veios sigmoidais. Como aspectos adicionais, citam-se as inclusões de plagioclásio (subidiomórficas/idiomórficas), quartzo arredondado e titanita, e a presença de geminações tanto Carlsbad quanto em "grade". A alteração é moderada (localmente padrão diferenciado em um mesmo cristal).

Plagioclásio

No plagioclásio a cataclase mostra-se mais saliente em decorrência do deslocamento das lamelas da geminação albita. Em porções menos deformadas predominam os cristais subedrais a euedrais (o que também acontece quando o mineral está incluso em feldspato potássico). O tamanho é variado, com os maiores fragmentos da ordem de 4 mm. Já a composição situa-se entre An 32 e An 35 (andesina). Ocasionalmente tem-se inclusões de titanita ($\pm$ opacos), de quartzo arredondado (menos freqüentes que nos feldspatos potássicos) e de cristais menores de plagioclásio. O padrão de alteração é variável, havendo desde cristais quase totalmente sericitizados até aqueles praticamente inalterados. Mirmecritas e zoneamento raramente são visíveis, embora sejam observadas diferenças de alteração em um mesmo cristal.

Biotita e Clorita

Biotita e clorita (sub-idiomórficas ou xenomórficas) ocorrem freqüentemente confinadas entre os "porfiroclastos" quartzo-feldspáticos, em geral retorcidas (com inflexões mais ou menos pronunciadas nos planos de clivagem), intimamente associadas e fazendo-se acompanhar de opacos e óxidos/hidróxidos de ferro. Predominam os cristais de clorita, normalmente inferiores a 0,5-0,6 mm (raramente alcançando 1,3-1,4 mm) e comumente com inclusões de minerais acessórios, opacos, feldspatos (principalmente plagioclásio) e mais raramente quartzo.

Titanita

A titanita aparece isolada ou associada a opacos e/ou biotita/clorita, em cristais euedrais a subedrais (por vezes esqueletais) geralmente inferiores a 0,7 mm. A deformação é responsável pelo surgimento de fragmentos xenomórficos e, em parte, por cris-

tais de dimensões mais reduzidas. Inclusa tanto em quartzo como em feldspatos, a titanita pode dispor-se de forma orientada em feldspato potássico. A alteração normalmente é marcada, tendo como produtos opacos e leucoxênio.

Opacos

Os opacos ocorrem como cristais principalmente subedrais (quadrados, retangulares ou losangulares) ou anedrais, ora isolados, ora associados a biotitas/cloritas e titanitas ou ainda ao longo de fraturas e/ou planos de clivagem de outros minerais. Menores que 0,3 mm, é comum apresentarem-se alterados.

Outros Minerais

Como minerais acessórios primários tem-se zircão e apatita (principalmente como inclusões em biotita/clorita ou titanita) e como secundários epidoto e fluorita (frequentes nos domínios de trituração mais intensa da rocha ou então em vênulas com quartzo, argilominerais e hidróxidos de ferro).

Ordem de cristalização

A elevada deformação da rocha complica sobremaneira quaisquer considerações relativas à ordem de formação de seus minerais. Infere-se o caráter prévio de titanita e do plagioclásio em relação ao feldspato potássico e possivelmente também à biotita. Do mesmo modo que para a fácies *IIa*, as inclusões arredondadas de quartzo nos feldspatos são de interpretação problemática.

V.4 - ASSOCIAÇÃO IV

As várias fácies desta associação, com exceção da fácies *IVe*, são mineralogicamente muito semelhantes, residindo as diferenças em aspectos estruturais e texturais e na quantidade de óxidos de ferro.

Determinações modais foram inibidas pelas próprias características mostradas por estas rochas: grau moderado a elevado de cataclasamento; inclusões de opacos e transformações tardi-magmáticas (por ex., albitização) no feldspato, significativas em certas lâminas; alteração elevada do feldspato e intercrescimento micrográfico de quartzo e feldspato no caso da fácies *IVe*.

FOTO 24 - Aspecto típico dos granitóides da Associação IV (exceto da fácies *IVe*), constituídos essencialmente por quartzo e mesopertita (amostra JM-96A; aumento de 6,25X; polarizadores cruzados).

Apesar de não ser possível uma localização precisa da composição destas rochas sobre o diagrama modal de Streckeisen (1976), a presença de feldspato mesopertítico e de quartzo quase sempre como os únicos minerais essenciais (Foto 24), indica uma composição de álcali-feldspato granitos para as principais fácies desta associação.

V.4.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA FÁCIES *IVe*

A estrutura destes granitóides é maciça e as texturas porfírica (fenocristais de quartzo e feldspato em matriz xenomórfica) e granofírica.

V.4.2 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES *IVe*

Quartzo

O quartzo ocorre tanto na matriz (tamanho inferior a 0,2 mm) como na forma de fenocristais (os maiores da ordem de 2 mm). Os fenocristais possuem contornos hexagonais ou quadrados (Foto 25), indicativos de cristalização precoce. Podem ainda apresentar "engolfamentos" produzidos por reação com o magma que proporcionou a cristalização da matriz. Nesta, ao lado de feldspatos, opacos e muscovita, aparece o quartzo como cristais xenomórficos isolados e em intercrescimento micrográfico com feldspato.

Feldspato

O feldspato pode ser visto compondo a matriz, intercrescido com o quartzo ou como fenocristais milimétricos idiomórficos. Por causa de uma pronunciada sericitização, torna-se impossível

FOTO 25 - Fenocristal subedral de quartzo da fácies IVe. Observe-se os sinais de corrosão (amostra JM-70C; aumento de 6,25X; polarizadores cruzados).

precisar o tipo de feldspato original. Nos fenocristais reconhecem-se geminações do tipo Carlsbad (?), aparentemente Baveno e corrosão local das bordas.

Outros Minerais

A muscovita (amarela clara a levemente esverdeada) é vista como cristais subedrais/anedrais (às vezes radiados) dispersos ou formando pequenas concentrações na matriz (tamanho da ordem de até 0,5 mm), ou ainda substituindo os fenocristais de feldspato. Zircões e opacos são acessórios muito ocasionais.

Ordem de Cristalização

São observadas duas gerações de quartzo e feldspato. A primeira, para ambos, de fenocristais. Na segunda, ocorreu a cristalização simultânea destes minerais na matriz. O zircão (e parte dos opacos?) é provavelmente anterior à geração dos fenocristais, enquanto que a muscovita é mineral de alteração.

V.4.3 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DAS DEMAIS FÁCIES DA ASSOCIAÇÃO IV

As amostras deste conjunto de fácies quase sempre possuem estrutura cataclástica (principalmente as fácies IVa e IVc). Esta se traduz, ao microscópio, por intensa trituração e extinção

FOTO 26 - Estrutura cataclástica em granitóide da Associação IV (amostra JM-70A; aumento de 6,25X; polarizadores cruzados).

ondulante, acompanhada por forte venulação por opacos e material de aspecto ferruginoso (mais raramente fluorita), os quais atuam como agentes cimentantes (Foto 26).

Outra estrutura relativamente comum a estes granitóides são as cavidades miarolíticas, normalmente revestidas por quartzo, opacos, carbonatos, feldspatos, micas e/ou fluorita. Frequentemente, ao redor dos miárolos, constata-se um halo (geralmente milimétrico) de turvação das mesopertitas, provavelmente ocasionado pela percolação dos fluidos responsáveis pelo preenchimento das cavidades.

Texturas tardi-magmáticas, de substituição dos minerais precoces, são muito freqüentes. Textura gráfica e granofírica são raras.

V.4.4 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DAS DEMAIS FÁCIES DA ASSOCIAÇÃO IV

a) MINERAIS PRIMÁRIOS

Quartzo

Os sinais da deformação rúptil a que os granitóides desta associação foram submetidos, traduzem-se no caso do quartzo em fraturamento, trituração pronunciada (dimensões entre 6 mm e menos que 0,1 mm), recristalização localizada e eventualmente extinção ondulante e figuras biaxiais. O contorno dos cristais, que incluem ocasionalmente feldspatos e minerais acessórios, é irregular ou retilíneo (limitados por feldspatos circundantes), o que chega a proporcionar, em certas oportunidades, uma aparência gráfica à rocha.

Mesopertita

A forma dos cristais de mesopertita é controlada diretamente por dois mecanismos: cataclase e alterações de caráter tardi-magmático. Na ausência destes fenômenos (ou ao menos quando a intensidade dos mesmos é menor) o feldspato é sub-idiomórfico (ora quase idiomórfico, ora mais anédrico).

O tamanho dos cristais é extremamente variável em razão da deformação. No entanto, quando os efeitos da cataclase são mais discretos, os feldspatos têm normalmente de 2 a 4 mm (raramente maiores, exceto para a fácies *IVc*, onde são comuns cristais superiores a 1 cm).

O feldspato destes granitóides cristalizou-se sob baixas condições de $P(H_2O)$ (num aspecto típico dos granitos "hipersolvus" de Tuttle e Bowen, 1958). As lamelas dispõem-se de forma alongada e paralela, com limites mais ou menos irregulares, muitas vezes descontínuas e que formam, em geral, um ângulo próximo de 70° com o plano de composição da geminação Carlsbad. Por vezes o formato dos domínios "sódicos" e "potássicos", presentes em proporções similares, é completamente irregular, diferenciando-se principalmente pelo contraste no aspecto ("límpido" para as porções sódicas; "sujo" para as porções potássicas) e eventualmente pelo desenvolvimento de geminações (tipo albita, comum nas albitas; subordinadamente, "em grade" nas porções potássicas).

O grande número de inclusões fluidas nas porções "potássicas" do feldspato é o causador do aspecto nebuloso destas regiões do mineral. Especialmente nas fácies *IVc* e *IVd*, observa-se uma concentração anormal de opacos (irregulares a principalmente losangulares), disseminados ou localizados em domínios preferenciais (por ex., clivagens e/ou fraturas) e que conferem aos feldspatos a cor anômala visível em amostra de mão (ver Tabela II). Outros minerais podem também aparecer como inclusões (por ex., minerais acessórios ou quartzo), mas de modo mais subordinado.

Os limites dos diferentes cristais são difusos, em decorrência do acentuado caráter pertítico acima mencionado, como também do desenvolvimento superimposto de "albita" tardia (dominantemente maclada segundo a lei da Albita), disposta preferencialmente nas bordas dos cristais, com extensões e interpenetrações em grãos vizinhos.

A albita pertítica parece albita pura (An 2-4) e a "albita" tardia mostra composição de oligoclásio (An 17). Todavia, é interessante assinalar que todas as figuras de interferência obtidas foram biaxiais negativas (o sinal óptico da albita e do oligoclásio sódico são positivos; Deer et al., 1981), talvez em função da deformação da rocha.

Zircão ou Xenotima

Em quase todas as lâminas de rocha da associação detectam-se alguns poucos cristais (0,1-0,5 mm) de um mineral não identificado (zircão ou xenotima; Fotos 27 e 29). Possui birrefringência elevada, cor castanha-clara, formas aparentemente tetragonais, clivagem prismática imperfeita e figura uniaxial positiva (localmente, figuras negativas e até mesmo biaxiais podem ser motivadas pela deformação ou pela existência de mais de um tipo de mineral). Os cristais variam de euedrais (seções basais perfeitamente quadradas) a subedrais ou anedrais (em função da trituração da rocha), eventualmente zonados e associados comumente com opacos e um material alaranjado de aspecto ferruginoso (muitas vezes ambos como inclusões). Zircão "típico" (ou seja, semelhante aos dos granitóides das outras associações) é observado ocasionalmente.

FOTO 27 - Mineral acessório (provavelmente xenotima ou zircão) típico dos granitóides da Associação IV, incluso em quartzo (amostra JM-70B; aumento de 25X; luz plano-polarizada).

b) MINERAIS TARDI- A PÓS-MAGMÁTICOS

Opacos

Os opacos ocorrem preferencialmente junto às porções mais intensamente cataclasadas da rocha. Os cristais são principalmente irregulares (raramente alcançam 0,4 mm, predominando aqueles menores que 0,1 mm). Contudo, nas fácies *IVc* e *IVd*, os cristais são quase sempre idiomórficos (geralmente losangulares, provavelmente magnetita).

Estes minerais podem ainda se concentrar (fácies *IVd*) em

FOTO 28 - Núcleo com elevada concentração de minerais opacos (pseudomorfos de minerais micáceos ?). Observam-se pequenos cristais micáceos e argilominerais intercalados. Os minerais ao redor dos opacos são mesopertitas e, mais a esquerda, quartzo (amostra JM-96E; aumento de 12,5X; luz plano-polarizada).

núcleos de contorno hexagonal ou retangular (Foto 28), nos quais dispõem-se como níveis intercalados a diminutos cristais micáceos e quartzo-feldspáticos ou ainda de argilominerais e de carbonatos (núcleos pseudomorfos de cristais eudrais de mica ?). Na fácies *IVc* são visíveis concentrações de opacos (com argilominerais associados) definindo níveis com arranjo complexo (por ex., dobras) e que poderiam representar os mesmos núcleos presentes na fácies *IVd*, porém deformados. Cabe lembrar que a fácies *IVc* é mais deformada que a fácies *IVd*.

Micas

Na fácies *IVd* (e em menor proporção na *IVc*) observam-se pequenos cristais de um mineral micáceo (seções prismáticas raramente alcançando 0,2 mm de comprimento) assemelhado a biotita. As seções {hk0} são hipidiomórficas/idiomórficas (com uma direção de clivagem boa), enquanto que as seções {001} são sub-idiomórficas (aproximadamente octogonais)/xenomórficas. Este mineral normalmente associa-se aos núcleos hexagonais/retangulares citados na descrição dos minerais opacos, quando então dispõe-se ocupando níveis intercalados aos de opacos e outros minerais. Com extinção aparentemente reta e figura uniaxial negativa, possui uma coloração que varia de incolor/amarelo pálido a amarelo-claro/laranja(avermelhado)-claro. Ainda junto a estes núcleos de maior concentração de opacos, localmente, vêem-se cristais micáceos com tonalidades nitidamente esverdeadas.

Em amostras alteradas da fácies *IVb* (principalmente argilização), constata-se a existência de uma mica clara de coloração esverdeada (verde bem claro a um pouco mais escuro; muscovita?), tanto em cristais subedrais/anedrais de no máximo 0,5 mm como em pequenos cristais dispostos em fraturas. Estas fraturas frequentemente têm origem nos cristais maiores de mica, estendendo-se ao longo de feldspatos e muito mais raramente quartzo. Possui inclusões comuns de opacos e fluorita (Foto 29) e altera-se para um material pulvurulento de coloração verde-amarelada.

Outros Minerais

A fluorita pode estar presente principalmente junto à áreas de maior deformação, na forma de agregados (tamanho máximo dos grãos de 0,6 mm) incolores a violáceos, mais raramente como inclusões (Foto 29) ou preenchendo cavidades miarolíticas. São comuns argilominerais e carbonatos, como minerais de alteração ou ocupando vênulas e miárolos.

FOTO 29 - Mica clara com inclusão de fluorita. Observa-se o mesmo mineral acessório (seção quadrangular) visível na Foto 27 (amostra JM-97B; aumento de 25X; luz plano-polarizada).

c) ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO

Com respeito à paragênese primária pode-se reconstituir o seguinte ordenamento: inicialmente cristalizaram os minerais acessórios (zircão e provável xenotima), e a seguir a mesopertita e a provável biotita (visível atualmente como pseudomorfos) e por último o quartzo (eventualmente coevo à mesopertita). Posteriormente ocorreram as modificações tardi-magmáticas, produzindo albita, micas claras tardias e opacos. A venulação por opacos e hidróxidos/óxidos de ferro, além de fluorita, deve ter sido mais importante durante o período de cataclase da rocha.

V.5 - ASSOCIAÇÃO V

Em decorrência da má qualidade das exposições dos granitóides desta associação, poucos exemplares permitiram a confecção de seções delgadas. Assim, as descrições adiante devem ser encaradas com as ressalvas pertinentes a uma amostragem rarefeita.

V.5.1 - ESTRUTURAS E TEXTURAS DA FÁCIES *Va*

A estrutura destas rochas varia de venulada a cataclástica e a textura é granofírica e porfirítica.

V.5.2 - MINERAIS E ORDEM DE CRISTALIZAÇÃO DA FÁCIES *Va*

Quartzo

Visível como cristais xenomórficos em grande parte associados ao feldspato, na forma de intercrescimento micrográfico. O tamanho é variado, mas sempre reduzido (normalmente menores que 0,5 mm). Eventualmente pode estar incluso em feldspatos, preenchendo clivagens e fraturas.

Feldspato

Os cristais podem ser identificados tanto em intercrescimento com o quartzo como dele dissociados. Neste caso, são de maior porte, podendo alcançar até 4 mm de comprimento. Alguns dos intercrescimentos possuem limites externos definindo uma área retangular, semelhantes nas dimensões aos cristais isolados de feldspato (Foto 30). É possível ainda, em algumas destas áreas, observarem-se zoneamentos produzidos por diferenças de extinção

FOTO 30 - Desenvolvimento de intercrescimento micrográfico, com dimensões semelhantes as de cristais isolados de feldspato em matriz xenomórfica equigranular (amostra JM-106; aumento de 12,5X; polarizadores cruzados).

e/ou no padrão do intercrescimento. Os cristais maiores mostram lamelas pertíticas com aspecto idêntico ao dos granitóides da Associação IV, com bordas de intercrescimento micrográfico, geminação Carlsbad ("em grade" ?) e alteração moderada, além de eventuais inclusões de quartzo.

Outros Minerais

A provável xenotima (ou zircão), mencionada em rochas da Associação IV (exceto fácies IVe), faz-se presente também nesta fácies, além dos opacos normalmente irregulares e ocasionalmente

muscovita de alteração, derivada dos feldspatos.

V.5.3 - FÁCIES Vb

As rochas desta fácies, encontram-se geralmente muito alteradas, não permitindo sequer a confecção de lâminas delgadas. Na única seção obtida (composição sienítica, estrutura maciça, texturas porfirítica e granofírica), o quartzo é visível como cristais anedrais isolados na matriz ou associados a feldspatos em intercrescimentos micrográficos. O seu tamanho é variado (alcançam 0,4 mm, predominando aqueles com 0,1 mm ou menos).

O feldspato potássico pode tanto compor a matriz ou aparecer como fragmentos (dimensões semelhantes as do quartzo) e ocorrer em fenocristais milimétricos (principalmente entre 1 e 3 mm; excepcionalmente maiores que 5 mm). Os contornos dos fenocristais são arredondados, com geminação Carlsbad e zoneamento. As inclusões são de plagioclásio, clorita e opacos e a alteração moderada a muito pronunciada.

O plagioclásio (provavelmente oligoclásio) manifesta-se como cristais subedrais/euedrais (1 a 4 mm), localmente agrupados, zonados (tanto por extinção como por alteração). São moderadamente a muito alterados.

Biotita em adiantado estado de cloritização representa o principal mineral máfico primário destes granitóides. Com dimensões geralmente inferiores a 1 mm, possui coloração indo do incolor-esverdeado ao marrom-esverdeado. Cristais isolados de clorita radiada também são visíveis.

Intersticialmente, ocorrem ainda fragmentos de cristais de quartzo e de feldspatos, com arranjo e limites muitas vezes confusos. Localmente aparentam gradar para um intercrescimento gráfico.

Outros minerais identificados são opacos (normalmente muito alterados), apatita (como inclusões em biotita/clorita) e zircão.

V.6 - PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE AS ASSOCIAÇÕES

As características de maior destaque para cada associação estão contidas na Tabela VIII (ver Anexo 4, no encarte). Os pontos apresentados visam facilitar a distinção entre rochas que macroscopicamente são semelhantes (por ex., amostras das Associações III e IV, com estrutura cataclástica, coloração avermelhada e com fluorita como mineral acessório).

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste capítulo são discutidos os pontos mais relevantes que emergiram durante a elaboração do trabalho, tendo-se por base tanto observações diretas como informações retiradas da literatura. Assim, será abordado o emprego do nome "Granito Joaquim Murtinho", a viabilidade de classificarem-se os granitóides da área estudada como granitos tipo I, S ou A, a possível localização de mineralizações nestas unidades e o posicionamento dos granitóides descritos no quadro geológico regional.

VI.1 - A UNIDADE "GRANITO JOAQUIM MURTINHO"

A unidade estratigráfica "Granito Joaquim Murtinho" foi proposta inicialmente na Folha Geológica de Joaquim Murtinho (escala 1:70.000) pela Comissão da Carta Geológica do Paraná (CCGP, 1970 a) como um granito de "composição alasquítica" (ou seja, um álcali-feldspato granito leucocrático, cf. Le Maitre, 1989), que seria posterior ao Granito Cunhaporanga, aflorante mais para leste, e anterior ao Grupo Castro (tido como Eopaleozóico). Apresentaria forma grosseiramente retangular e teria área de exposição superior a 60 km², já que se estenderia mais para sul, além dos limites meridionais da folha citada. Os contatos com as unidades vizinhas seriam, ainda, geralmente tectônicos. Ressalte-se, como indicado anteriormente, que o controle de campo (apenas 5 pontos) foi precário e pouca ou nenhuma informação adicional está registrada, já que a Folha Joaquim Murtinho foi impressa sem texto explicativo.

Muratori et al. (1970), ao tornarem públicos os trabalhos efetuados pela Comissão da Carta Geológica do Paraná nas Folhas

de Joaquim Murtinho, Jaguariaíva-Sul e Serra das Antas, posicionaram o Granito Joaquim Murtinho no Eopaleozóico. Interpretaram-no como afim das manifestações "ácidas post-orogênicas" de Santa Catarina, por suas "relações de campo e sua freqüente associação com fluorita". Consideraram estes autores o Granito Joaquim Murtinho como posterior ao Grupo Castro.

Surgem destas referências bibliográficas as seguintes deficiências sobre a proposta de criação do "Granito Joaquim Murtinho":

- 1) Falta de controle de campo.
- 2) Identificação precária de rochas e das características e limites do corpo granítico.
- 3) Não observação dos contatos ou interpretações divergentes sobre a sua natureza e, conseqüentemente, indefinições sobre o seu posicionamento temporal.
- 4) Confusão sobre a utilização do termo, já que a unidade "Granito Joaquim Murtinho" se encontraria na Folha homônima e também na Folha Varzeão (CCGP, 1970 b), 35 km para sudeste.

Um trabalho posterior de Algarte e Kaefer (1972) na região de Varzeão, incorpora as rochas ali encontradas e que anteriormente haviam sido designadas como Granito Joaquim Murtinho ao Granito Cunhaporanga. A mesma posição é adotada na área tipo, na Folha Joaquim Murtinho, por Kaefer e Cunha (1974).

Mesmo assim, a denominação "Granito Joaquim Murtinho" permaneceu enraizada na literatura, sendo a unidade citada várias vezes em trabalhos mais recentes. Assim, as equipes de campo relacionadas ao Projeto Leste do Paraná (CPRM 1977 a, b) classificaram os granitos de cor vermelho tijolo como "Granito tipo Joaquim

Murtinho". Kaul (1984) o considerou como do tipo anorogênico. Soares (1987) citou a unidade como pós-orogênica alcalina intra-placa. No texto de Vlach et al. (1990) referente aos maciços granitóides do Cinturão Itu, o "Granito Joaquim Murtinho" também foi incluído como pertencente ao Cinturão, porém não classificado.

Estas caracterizações não se adaptam às exigências da definição de uma unidade estratigráfica. Na literatura sobre nomenclatura estratigráfica não são exigidas regras específicas sobre denominações de unidades ígneas (ver por ex., o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica; Comissão Especial de Nomenclatura Estratigráfica, 1986) tão rigorosas quanto as que são solicitadas para a definição de uma unidade de rochas sedimentares (para uma discussão, ver Ulbrich, 1984 e Vlach, 1985). Mas a exigência mínima, nesse sentido, deveria ser um controle de campo adequado.

Propõe-se aqui que a denominação "Granito Joaquim Murtinho" fique restrita à área de ocorrência das manifestações pertencentes às Associações IV e V anteriormente descritas. Estas rochas são predominantemente álcali-feldspato granitos leucocráticos, mostrando portanto composição mineralógica "alasquítica", com sinais evidentes de alteração hidrotermal localizada e presença de fluorita. Desta forma, pode ser conservada a nomenclatura inicialmente proposta no mapeamento da Folha Joaquim Murtinho (CCGP, 1970 a).

VI.2 - AS RELAÇÕES DOS GRANITÓIDES COM O COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA

As rochas graníticas descritas ao longo de todo o trabalho não fazem parte de um único "corpo intrusivo alasquítico" em particular (o "Granito Joaquim Murtinho"). Na verdade estes granitóides revelam uma história magmática muito mais complexa, dentro de uma amplitude temporal indefinida.

A diversidade e a localização geográfica destes granitóides é que são as causas da inserção das Associações de Fácies I, II e III no Complexo Granítico Cunhaporanga (ver as feições gerais do Complexo no Capítulo III). De forma característica, a composição cálcio-alkalina tipicamente atribuída ao complexo é reconhecida principalmente na Associação de Fácies mais expressiva em termos de área (Associação I).

O Complexo Granítico Cunhaporanga (ou Batólito Cunhaporanga, caso se utilize a terminologia de White, 1992) foi considerado por vários autores (por ex., Soares, 1987, 1988; Fiori, 1990) como correlacionável ao Complexo Granítico Três Córregos. Assim sendo, o Complexo Granítico Cunhaporanga poderia ser tratado como um exemplo paranaense do que Janasi e Ulbrich (1991), chamaram de "Batólitos Cálcio-alkalinos Alongados", no contexto da geologia do embasamento do Estado de São Paulo.

Segundo estes autores, que admitiram uma idade de aproximadamente 650 Ma para estes batólitos, seria possível considerá-los como um conjunto de granitóides do tipo I cordilheirano.

No entanto, os autores deixam bem claro que considerações sobre uma possível conexão dos batólitos com um regime envolvendo uma subducção do tipo B devem ser evitadas, tanto pela insuficiência de dados como pela ocorrência dos mesmos em domínios tectonicamente alóctones. Sem dúvidas, afirmação semelhante pode ser efetuada para os Batólitos Cunhaporanga e Três Córregos no Paraná, freqüentemente utilizados (e de maneiras diversas) como suportes de modelizações geotectônicas (ver Soares, 1987, 1988; Campanha et al., 1987; Fiori, 1990; Wernick et al., 1989; Reis Neto, 1994).

Ao se comparar o comportamento textural e estrutural das Associações de Fácies IV e V com o das demais (I, II e III), conclui-se pela diferença no nível de colocação das rochas, mais raso para as Associações IV e V, mais profundo para as Associa-

ções I e II e de interpretação mais difícil no caso da Associação III. Alternativamente, os distintos padrões de textura e estrutura poderiam ter sido gerados apenas por um comportamento térmico diferenciado por parte das rochas encaixantes (mais "quente" para as duas primeiras Associações, mais "frio" para as últimas"), mantendo-se a profundidade de colocação dos granitóides praticamente inalterada.

Aceitando-se o caráter subvulcânico dos granitóides das Associações IV e V e somando-se a proximidade espacial com a área ocupada pelo Grupo Castro, é possível levantar a hipótese de que estas rochas (agora denominadas Granito Joaquim Murtinho; ver Item VI.1) pudessem representar os equivalentes intrusivos das rochas vulcânicas ácidas deste mesmo grupo.

Um aspecto das rochas vulcânicas ácidas do Grupo Castro e que também se observa nestes granitóides, é a presença significativa de óxidos e hidróxidos de ferro. Arioli (1981) citou o desenvolvimento localmente abundante, em particular na interseção de fraturas NNE e NE, de filões decimétricos de limonita, goethita e hematita, acompanhados de estrutura cataclástica nas rochas encaixantes.

Confirmando-se ou não que os granitóides das Associações IV e V sejam os equivalentes das rochas vulcânicas do Grupo Castro, ainda assim eles seriam partes integrantes do Complexo Granítico Cunhaporanga, representando as últimas e mais rasas manifestações magmáticas.

VI.3 - OS GRANITÓIDES DA ÁREA ESTUDADA E AS CLASSIFICAÇÕES TIPOLOGICAS

Ao longo das décadas de 70 e 80, consagrou-se na literatura geológica mundial o emprego de esquemas de classificação tipológica de rochas graníticas (ver Chappell e White, 1974; Ishihara,

1977; Didier et al., 1982; Pitcher, 1982 e 1987; dentre outros). Apesar das deficiências deste tipo sintético de abordagem (Lyakhovich, 1989), através de seu uso muito se evoluiu na compreensão dos fenômenos relacionados à formação, distribuição e especialização metalogenética das rochas graníticas.

Tentar enquadrar os granitóides da área estudada em algumas das categorias apontadas na literatura, tendo-se por base somente os dados atualmente disponíveis, seria realmente muito pretensioso. Desta forma, as observações apresentadas adiante devem ser entendidas mais como um estímulo ao debate, do que conclusões solidamente embasadas.

Os granitóides da Associação de Fácies I (fácies *Ia*, *Ib* e *Ic*) possuem feições descritas por diversos autores como diagnósticas de granitos cálcio-alcálinos do tipo I (ígneo). Estas são a presença significativa de hornblenda (mais raramente clinopiroxênio), titanita e magnetita, eventualmente allanita, a de plagioclásio do tipo andesina (de An 28 a An 44), composições modais principalmente de monzogranitos e, em menor proporção, granodioritos, quartzomonzonitos e quartzomonzodioritos, e a presença freqüente de enclaves microgranulares (intermediários a básicos).

Segundo Didier (1987), a existência de enclaves micáceos (principalmente biotíticos) em rochas graníticas é uma prova de que a crosta continental teve participação na gênese destes litotipos. Estes enclaves seriam produzidos seja pela fusão de xenólitos pelíticos (capturados em níveis relativamente superficiais), seja pela de rochas metamórficas profundas (para-derivadas ou, mais raramente, ortoderivadas). Desta forma, quase sempre a constatação de enclaves micáceos em rochas graníticas seria indicativa de uma origem sedimentar para os protolitos destes mesmos granitóides. Como os granitóides da fácies *IIa* possuem quantidades significativas de enclaves biotíticos, a interpretação de Didier sugeriria que estes granitóides seriam do tipo S. Por outro lado, não deve ser rejeitada a hipótese de que es-

tes enclaves micáceos sejam na verdade xenólitos transformados, capturados durante a movimentação e/ou colocação do magma gerador da fácies *IIa*; portanto, não guardariam relações genéticas mais estreitas com o granitóide.

A presença de enclaves microgranulares, embora em quantidades menores que os micáceos, impede que se classifiquem estes granitóides como do tipo C (crustal) de Didier et al. (1982). As rochas da fácies *IIa* devem ser consideradas, neste contexto, uma variedade de granitóides I evoluídos e com assimilação.

As características dos granitóides das Fácies *I Ib* e *IIIa* são menos conclusivas.

Em princípio, a muscovita presente nos granitóides da Fácies *I Ib* pode ser interpretada como resíduo de assimilação e de contribuição crustal para a formação destas rochas (ver, por ex., Barbarin, 1990). De acordo com White (1992), a cristalização primária de muscovita é proporcionada fundamentalmente por elevadas concentrações de água (~8% em peso) e pressão acima de 3,5 kb, resultante de fracionamento magmático (se a fase fluida for o flúor ao invés da água, os valores são significativamente menores). Ainda segundo este autor, informações petrogenéticas tais como a natureza das rochas-fonte de um magma granítico, são mais prontamente obtidas da análise de granitos "normais" e não de granitos "fracionados", pois quanto mais fracionados forem os magmas, mais semelhantes serão os produtos finais, independentemente das composições iniciais.

Para os granitóides da fácies *IIIa*, tanto a análise de seus minerais máficos (biotita e titanita), como de seus acessórios (magnetita, zircão, apatita e fluorita) e dos feldspatos (potássico levemente peritítico e plagioclásio An 32-35), não sustentam firmemente nenhuma correlação com qualquer tipo específico de granitóide. Estas rochas também não possuem enclaves.

No momento de se denominar um granitóide como pertencente ao tipo A, imediatamente emerge uma questão: quais critérios devem ser considerados? Seriam os de natureza tectônica (ver Tabela IX), ou os químico-mineralógicos (por ex., Collins et al., 1982; Whalen et al., 1987; Eby, 1990; White, 1992). Ou ainda ambos? O problema passa até mesmo pelo próprio significado da letra "A", que segundo Bowden et al. (1984) estaria relacionado aos termos Anorogênico, Alcalino, Anidro ou ainda Aluminoso (os dois primeiros com mais freqüência).

A situação não é simples, pois verificam-se exemplos de granitos classificados como do tipo A por critérios químicos (White, 1992), que foram contemporâneos ou mesmo anteriores a picos de formacionais de uma dada orogênese (portanto não estritamente anorogênicos). Também existem granitos anorogênicos (Condie, 1991; Wilks, 1990) que não atendem aos pressupostos químicos normalmente assinalados para esses granitos. Para alguns autores (por ex., Creaser et al., 1991), os granitos A nada mais seriam do que uma simples extensão do espectro de composições que podem ser derivadas a partir de fontes ígneas (portanto um sub-grupo de granito I).

A título tentativo, sugere-se aqui o possível enquadramento das Associações de Fácies IV e V na categoria de granitos A (grupo 5 da Tabela IX). Os motivos são os seguintes:

- a) O caráter tardio destes granitóides em relação aos demais (notadamente das Associações I e II).
- b) Feições indicativas de granitóides de "epizona" ou de posicionamento em níveis rasos (segundo diversos autores, fato muito comum em granitos tipo A) tais como presença de cavidades miarolíticas e textura granofírica, dentre outras.

TABELA IX: Granitos tipo A agrupados de acordo com sua situação geológica de ocorrência (segundo Eby, 1990). "LFB": Lachlan Fold Belt.

GRUPO	SITUAÇÃO GEOLÓGICA	EXEMPLOS
1	ILHAS OCEÂNICAS	ASCENSÃO (OC. ATLÂNTICO), REUNIÃO (OC. ÍNDICO)
2	AMBIENTES DE RIFT CONTINENTAL	GRABEN DE OSLO (NORUEGA), IÊMEN
3	CROSTA ATENUADA	MULL (ESCÓCIA)
4	COMPLEXOS ANELARES INTRACONTINENTAIS	CÓRSEGA, SUDÃO, NIGÉRIA ("YOUNGER GRANITES")
5	AMBIENTES PÓS-OROGÊNICOS ENVOLVENDO COLISÕES ARCO-ARCO OU ARCO-CONTINENTE	PENÍNSULA ARÁBICA, SUÍTES GABO E MUMBULLA ("LFB", AUSTRÁLIA)

- c) Feldspato mesopertítico e intercrescimento micrográfico entre quartzo e feldspato (ver Collins et al., 1982).
- d) Presença de fluorita tardia e grandes cristais de zircão ou xenotima como minerais acessórios (ver Collins et al., 1982 e White, 1992).
- e) Desenvolvimento pronunciado de transformações tardi-magmáticas (albitização, muscovitização, argilização, impregnação com hematita; ver Bowden, 1985).
- f) Possibilidade de correlação com as rochas vulcânicas ácidas do Grupo Castro, admitidas por diversos autores como pós-orogênicas (ver Item VI.2).

VI.4 - POTENCIAL METALOGENÉTICO

A análise do quadro geológico regional, o mapeamento geológico e descrições petrográficas macro e microscópicas são ainda bastante limitadas e não permitem chegar a conclusões relativas à existência e volume de mineralizações nos granitóides estudados. Isto levou também à impossibilidade de definir se realmente o "Granito Joaquim Murtinho" comporta ou não mineralizações de torita, tal como afirmado por Ribas (1981). Deve-se lembrar, contudo, que a área de estudo da CNEN, responsável (segundo Ribas, 1981) pela indicação das anomalias em tório, cobriu apenas a região a sul do paralelo 24° 30' Sul, o que permite supor que as referidas concentrações de torita se encontrem fora dos limites da área analisada neste trabalho.

De uma maneira geral, as porções periféricas e apicais de corpos magmáticos sempre se revelam mais promissoras do ponto de vista prospectivo. Nas proximidades dos contatos entre as Associações de Fácies (especialmente entre as Associações I e II) é notória a presença mais expressiva de veios de quartzo. Como já mencionado, há claras indicações de que outros minerais (e não apenas quartzo) ocorrem nestes veios e diques. Por si só, a diversidade de elementos que podem se associar a corpos filoneanos pneumatolítico-hidrotermais (ver, por ex., Biondi, 1986), justificaria uma análise mais pormenorizada destes veios.

As Associações de Fácies IV e V são as que têm maiores possibilidades de abrigarem mineralizações. Correspondem às últimas intrusões, provavelmente mais diferenciadas e rasas, que são, segundo Santos (1988), aquelas de maior potencial metalogenético. Nestas rochas verificam-se com maior intensidade transformações tardi-magmáticas. Estas envolvem, além de intenso fraturamento, modificações das paragêneses primárias tais como albitização, muscovitização e argilização, acompanhadas da introdução de hematita (em menor proporção magnetita e eventualmente outros mine-

rais). A presença relativamente comum de fluorita e pirita são outros indícios favoráveis à mineralizações (Bowden, 1985; Pollard, 1992).

O potencial metalogenético destes granitóides deveria ser pesquisado com o emprego de metodologias mais adequadas (análises químicas, perfilagens geofísicas, sondagens, etc.), tomando como alvos principais os contatos entre as Associações de Fácies (veios de quartzo) e as áreas com afloramentos das Associações IV e V.

CAPÍTULO VII

RESUMO E CONCLUSÕES

1) O mapeamento geológico da área estudada permitiu a individualização das seguintes unidades:

- Associação de Fácies Granitóides I
- Associação de Fácies Granitóides II
- Associação de Fácies Granitóides III
- Associação de Fácies Granitóides IV
- Associação de Fácies Granitóides V
- "Quartzito Serra das Pedras"
- Milonitos
- Grupo Castro
- Formação Furnas
- Diabásios relacionados à Formação Serra Geral
- Sedimentos Cenozóicos

2) O mapeamento faciológico das rochas granitóides levou ao reconhecimento de 13 fácies, agrupadas nas 5 associações acima citadas. A representação em mapa das Associações de Fácies e não propriamente das fácies, deveu-se a uma compatibilização com a escala adotada (1: 50.000) e a dificuldades de estabelecer a área de exposição de cada fácies. As fácies de cada associação, defi-

nidas segundo critérios como estrutura, cor geral, índice de cor, granulação e minerais máficos, são:

- Associação de Fácies I: fácies *Ia*, *Ib* e *Ic*
- Associação de Fácies II: fácies *IIa* e *IIb*
- Associação de Fácies III: fácies *IIIa*
- Associação de Fácies IV: fácies *IVa*, *IVb*, *IVc*, *IVd* e *IVe*
- Associação de Fácies V: fácies *Va* e *Vb*

3) Os granitóides da Associação de Fácies I, predominantemente monzogranitos e em menor proporção granodioritos, quartzomonzonitos e quartzomonzodioritos, são maciços e equigranulares médios (fácies *Ia*) ou porfiríticos de matriz média a grossa (fácies *Ib* e *Ic*). A paragênese mineral é cálcio-alkalina, com hornblenda (e núcleos ocasionais de clinopiroxênio), andesina (An 28-44), titanita, magnetita e allanita. Enclaves microgranulares intermediários a básicos são comuns.

4) As amostras da fácies *Ia* coletadas na porção sul da área (fácies *IaS*) mostraram sensíveis diferenças, ao microscópio, quando comparadas com amostras da porção norte (fácies *IaN*). Destacam-se o índice de cor (mais elevado para a fácies *IaS*), as quantidades de anfibólio (mais altas na fácies *IaS*) e quartzo (mais altas na fácies *IaN*) e a composição modal média (quartzomonzonito para a fácies *IaS* e monzogranito para a fácies *IaN*).

5) As rochas da fácies *IIa* (monzogranitos, granodioritos e quartzomonzonitos) são cinzentas, possuem estrutura maciça a levemente foliada e granulação fina a média. O mineral máfico dominante é a biotita. Os enclaves biotíticos são freqüentes e os xenólitos quartzosos mais raros. Na fácies *IIb* (monzogranitos e granodioritos quartzosos) as rochas são róseas, maciças e de gra-

nulação fina a média, com muscovita aparentemente primária. Os enclaves máficos são muito subordinados.

6) A fácies *IIIa* (granitos a granodioritos) é constituída de rochas maciças fraturadas a francamente cataclásticas, vermelhas, com granulação variando de média-grossa a afanítica e textura eventualmente porfirítica. Biotita cloritizada e titanita são os máficos principais. Fluorita é um acessório comum.

7) Na Associação IV, as fácies *IVa*, *IVb*, *IVc* e *IVd* (álcali-feldspato granitos) diferenciam-se pela presença e intensidade da estrutura cataclástica (ausente na fácies *IVd* e localizada na fácies *IVb*) e pela cor geral (a rigor pela cor dos feldspatos, avermelhados nas fácies *IVa* e *IVb* e cinzentos nas fácies *IVc* e *IVd*). Estes granitóides são do tipo "hipersolvus" (feldspato mesopertítico). Com freqüência possuem cavidades miarolíticas e mais raramente textura micrográfica, atestando estas feições o caráter subvulcânico das rochas. Os granitóides foram sujeitos a alterações tardi-magmáticas significativas, tais como albitização, muscovitização, argilização e impregnação com hematita e magnetita (os principais minerais máficos das rochas). Fluorita e pirita, disseminadas ou em fraturas, podem ser localmente importantes.

8) Os granitóides da fácies *IVe* são róseos, maciços e porfiríticos com matriz granofírica fina a média, intrusivos em rochas da fácies *IVa*. Os fenocristais de quartzo e feldspato podem apresentar embaixamentos em suas bordas.

9) As rochas pertencentes à fácies *Va* (álcali-feldspato granitos ?) possuem cor laranja, estrutura venulada (localmente cataclástica) e granulação desde afanítica até média. Têm textura micrográfica e porfirítica, com fenocristais de feldspato mesopertítico. Já os granitóides da fácies *Vb* (sienitos a quartzo sienitos) são maciços e porfiríticos com matriz granofírica afanítica a fanerítica média. Os minerais máficos são biotita clo-

ritizada e abundantes opacos.

10) Junto ao contato entre as Associações de Fácies Granitoides I e II ocorre um conjunto de rochas fortemente foliadas, discriminadas no mapa geológico como "Milonitos". Estes são formados principalmente por biotita, muscovita e quartzo. Uma vez que as relações com os granitoides adjacentes não estão completamente esclarecidas, é possível imaginar que estas rochas representem ou mega-enclaves (restitos) ou resquícios das rochas encaixantes.

11) A provável seqüência de intrusão (a-b-c-d-e ou a-b-c-d'-d"-e) das rochas granitoides (destacada na Figura 8) foi a seguinte (do mais antigo ao mais novo):

a) Associação I

b) Fácies *IIa*

c) Fácies *IIb*

d) Intrusão contemporânea das Associações III, IV (exceto fácies *IVe*) e V

d') Associação III (fácies *IIIa*)

d") Intrusão contemporânea das Associações IV (exceto fácies *IVe*) e V

e) Fácies *IVe*

12) A definição da unidade "Granito Joaquim Murtinho" apresenta uma série de deficiências com respeito a sua proposição formal. São elas falta de controle de campo, identificação precária do corpo granítico e seus contatos e utilização do termo para dois conjuntos diferentes de rocha, distantes 35 km um do

outro. Sugere-se aqui que a denominação "Granito Joaquim Murtinho" seja restrita às rochas das Associações IV e V da área estudada, pois estas possuem composição "alasquítica" (álcali-feldspato granitos leucocráticos) e apresentam fluorita como mineral acessório, características que são apontadas pela Comissão da Carta Geológica do Paraná para o "Granito Joaquim Murtinho" (CCGP, 1970 a; Muratori et al. 1970).

13) A diversidade e a localização geográfica das rochas granitóides permitem enquadrá-las no Complexo Granítico Cunhaporanga. A proximidade espacial e o caráter subvulcânico dos granitóides das Associações IV e V abrem a possibilidade de que estas últimas rochas sejam os equivalentes intrusivos dos riolitos e ignimbritos do Grupo Castro.

14) Tendo em vista o caráter limitado dos dados atuais, o uso de esquemas de classificação tipológica para os granitóides aqui descritos torna-se problemático. No entanto, sugere-se que ao menos os granitóides da Associação I sejam do tipo I de Chappell e White (1974), enquanto que os granitóides das Associações IV e V pertençam ao tipo A, sub-grupo 5, de Eby (1990). Para os granitóides da Associação I os motivos são sua paragênese cálcio-alcálica, as composições modais e a natureza de seus enclaves. Já para as Associações IV e V, as causas estão ligadas ao caráter subvulcânico e ao posicionamento tardio dentro do Complexo Granítico Cunhaporanga, bem como a evidências texturais primárias (mesoperititas e textura micrográfica) e secundárias (por ex., albitização pronunciada), além da tipologia dos minerais acessórios.

15) A análise geológica regional, o mapeamento da área e as descrições petrográficas são insuficientes para que se permitam conclusões sobre a existência e volume de mineralizações nas rochas granitóides. Todavia, sugere-se tomar como alvos principais de interesse os contatos entre as associações (com presença de veios de quartzo) e as áreas ocupadas pelas Associações de Fácies

IV e V.

16) A unidade "Quartzito Serra das Pedras" é constituída principalmente de meta-arenitos e meta-arcósios, de granulação em geral média a grossa, metamorfisados (no mínimo) em condições da fácies xisto verde, zona da biotita. Apesar da falta de afloramentos, conclui-se pelo caráter intrusivo das rochas granitóides nos metassedimentos. Não foram observadas as rochas migmatíticas associadas à unidade mencionadas na literatura (por ex., Fuck, 1967). Em vista da precariedade de dados, não se recomendam correlações com outras unidades metassedimentares do pré-cambriano paranaense.

17) Os contatos do Grupo Castro com os granitóides ou com o "Quartzito Serra das Pedras" podem tanto ser tectônicos (falhas normais) como discordâncias erosivas. O Grupo Castro é representado por siltitos e argilitos marrons ou avermelhados, raros arenitos arcossianos, sedimentos psefíticos (arcósios conglomeráticos e conglomerados de matriz arcossiana) e diques traqui-andesíticos de pequena espessura. Os sedimentos e as rochas ígneas estão quase sempre muito alterados (exceto os psefitos). As atitudes das rochas sedimentares são muito variáveis, mesmo entre afloramentos muito próximos.

18) Os arenitos médios a grossos da Formação Furnas sustentam a serra homônima. Esta unidade repousa em discordância sobre os granitóides e também sobre o Grupo Castro. No entanto, o contato com as unidades subjacentes dificilmente é visível, em razão do desenvolvimento pronunciado de depósitos de tálus e também de densa vegetação.

19) Ao longo de toda área são observados blocos arredondados de diabásio de dimensões variadas. Em decorrência do elevado grau de intemperismo, são raras as exposições que permitem a visualização direta dos diques ocupados por esta rocha, os quais são correlatos à Formação Serra Geral, de idade Juro-Cretácea.

20) Sedimentos cenozóicos ocupam extensões consideráveis da área mapeada. Estes relacionam-se aos depósitos produzidos pelo rio Iapó e seus afluentes ou então ao tálus da base da serra das Furnas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGARTE, J.P. & HAMA, M. - 1984 - Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais - Folha SG-22-X-B (Itararé), escala 1:250.000. In: Congr. Bras. Geol., 32, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, v.7, 3441-3457.
- ALGARTE, J.P. & KAEFER, L.Q. - 1972 - Folha de Itararé. Relatório Geológico Preliminar. São Paulo, DNPM-CPRM, vol. I, 180 p.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1957 - Novas ocorrências de fósseis no Pré-Cambriano brasileiro. *An. Acad. Bras. Cienc.* 29(1): 63-72.
- ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. (coords.) - 1984 - *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgar Blücher, 378 p.
- ARIOLI, E. E. - 1981 - Geologia do Grupo Castro na Folha SG-22-D-IV-4. In: Simp. Reg. Geol., 3, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba, SBG, v.1: 185-200.
- BARBARIN, B. - 1990 - Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. *Geol. J.*, 25: 227-238.
- BASEI, M.A.S.; SIGA JR., O.; MACHIAVELLI, A.; MANCINI, F. - 1991 - Evolução tectônica do Maciço de Joinville (PR-SC). In: Simp. Nac. Estudos Tect., 3, Rio Claro, 1991. *Bol. Res....* Rio Claro, SBG, 132-133.
- BIONDI, J.C. - 1986 - *Depósitos de minerais metálicos de filiação magmática*. São Paulo, TAQ/CBMM, 602 p.
- BIONDI, J.C.; CAVA, L.T.; SOARES, P.C. - 1989 - Mapa Geológico do Estado do Paraná, 1:650.000. Brasília, MME/DNPM/MINEROPAR.

- BOWDEN, P. - 1985 - The geochemistry and mineralization of alkaline ring complexes in Africa (a review). *J. Afr. Earth. Sci.*, 3 (1/2): 17-39.
- 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. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 35: 1-11.
- CAMPANHA, G.A. da C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A.de - 1987 - Considerações sobre a organização e evolução tectônica da Faixa de Dobramentos Apiaí. In: Simp. Sul-Bras. Geol., 3, Curitiba, 1987. *Atas...* Curitiba, SBG, 2: 725-742.
- CAPUTO, M.V. & CROWELL, J.C. - 1985 - Migration of glacial centers across Gondwana during Paleozoic Era. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96: 1020-1036.
- CCGP (COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DO PARANÁ) - 1966 - Fôlha Geológica de Piraí do Sul, 1:50.000. Curitiba, CCGP.
- CCGP (COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DO PARANÁ) - 1970 a - Fôlha Geológica de Joaquim Murtinho, 1:70.000. Curitiba, CCGP.
- CCGP (COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DE PARANÁ) - 1970 b - Fôlha Geológica de Varzeão, 1:70.000. Curitiba, CCGP.
- CHAPPELL, B.W. & WHITE, A.J.R. - 1974 - Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, 8, 173-174.
- CHAYES, F. - 1949 - A simple point counter for thin-section analysis. *Am. Mineral.*, 34, 1-11.
- COLLINS, W.J.; BEAMS, S.D.; WHITE, A.J.R. & CHAPPELL, B.W. - 1982 - Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia. *Contr. Mineral.*

Petrol., 80, 189-200.

COMISSÃO ESPECIAL DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA - SBG - 1986 - Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. Guia de nomenclatura estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.*, 16(4): 370-415.

CONDIE, K.C. - 1991 - Precambrian granulites and anorogenic granites: are they related? *Prec. Res.*, 51: 161-172.

COUTINHO, J.M.V. - 1955 - Geologia e Petrologia da região de Piraí do Sul, Paraná. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 4(1): 49-65.

CPRM (COMPANHIA DE PESQUISAS DOS RECURSOS MINERAIS) - 1977 a - Projeto Leste do Paraná. Folha Cerro Azul, 1:100.000. Relatório Final. São Paulo, DNPM-CPRM-BADEP, vol. 1, 2 volumes.

CPRM (COMPANHIA DE PESQUISAS DOS RECURSOS MINERAIS) - 1977 b - Projeto Leste do Paraná. Folha Piraí do Sul, 1:100.000. Relatório Final. São Paulo, DNPM-CPRM-BADEP, vol. 1, 119p.

CREASER, R.A.; PRICE, R.C.; WORMALD, R.J. - 1991 - A-type granites revisited: assessment of a residual-source model. *Geology*, 19: 163-166.

DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. - 1981 - *Minerais constituintes das rochas - uma introdução*. Lisboa, Fund. Calouste Gulbenkian, 558p.

DERBY, O.A. - 1878 - Geologia da região diamantífera da Província do Paraná no Brasil. *Arq. Mus. Nac.*, 3, 89-96.

DIDIER, J. - 1987 - Contribution of enclave studies to the understanding of origin and evolution of granitic magmas. *Geol. Rund.*, 76(1): 41-50.

- DIDIER, J.; DUTHOU, J.L.; LAMEYRE, J. - 1982 - Mantle and crustal granites: genetic classification of orogenic granites and the nature of their enclaves. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 14, 125-132.
- EBY, G.N. - 1990 - The A-type granitoids: a review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. *Lithos*, 26: 115-134.
- FAIRCHILD, T.R. - 1977 - *Conophyton* and other columnar stromatolites from the upper precambrian Açungui Group near Itapeva, SP, Brazil. In: Simp. Reg. Geol., 1, São Paulo, 1977. Atas... São Paulo, SBG, 179-198.
- FAIRCHILD, T.R. - 1982 - New stromatolites from the upper precambrian Açungui Group, eastern Paraná, Brazil, and their potential stratigraphic use. *Bol. IG/USP*, 13: 43-50.
- FASSBINDER, E.; FUMAGALLI, C.E.; FIORI, A.P. - 1985 - Estudo preliminar sobre lineamentos tectônicos, intrusões graníticas e possíveis mineralizações associadas no Pré-Cambriano Paranaense. In: Simp. Sul-Bras. Geol., 2, Florianópolis, 1985. *Anais...* Florianópolis, SBG, 172-183.
- FERREIRA, F.J.F. - 1982 - Alinhamentos estruturais-magnéticos da região centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. In: PAULIPETRO-CONSÓRCIO CESP/IPT - 1982 - *Geologia da Bacia do Paraná. Reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos*. São Paulo, PAULIPETRO-CONSÓRCIO CESP/IPT.
- FIORI, A.P. (coord.) - 1984 - Lineamentos tectônicos e possíveis mineralizações associadas no Pré-Cambriano paranaense. Curitiba, UFPr/MINEROPAR, 261 p.
- FIORI, A.P. - 1987 - Aspectos estruturais e estratigráficos do

- Grupo Açungui e da Formação Itaiacoca no estado do Paraná. Curitiba, UFPr/MINEROPAR, 191p.
- FIORI, A.P. - 1990 - Tectônica e estratigrafia do Grupo Açungui a norte de Curitiba. Tese de Livre-Docência (inédita). São Paulo, IG-USP, 261p.
- FRITZSON JR., O. & BIONDI, J.C. - 1983 - Relatório de compilação e síntese sobre as rochas graníticas do estado do Paraná. Curitiba, MINEROPAR, vol. I - Texto, 3 volumes.
- FUCK, R.A. - 1967 - Geologia da Fôlha de Abapã. *Bol. Univ. Fed. Pr., Geol.*, 25, 34p.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E. - 1967 a - Contribuição ao estudo das rochas graníticas do estado do Paraná. In: BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. (eds.) - 1967 - Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, 23/25: 183-219.
- FUCK, R.A.; TREIN, E.; MARINI, O.J. - 1967 b - Geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná. In: BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. (eds.) - 1967 - Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, 23/25: 5-41.
- HARTMANN, L.A.; SILVA, L.C.; ORLANDI, V. - 1979 - O Complexo Granulítico de Santa Catarina. *Acta Geol. Leop.*, 6: 94-112.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. - 1978 - Os granitos e granitóides da região de dobramentos sudeste nos estados de São Paulo e Paraná. In: Congr. Bras. Geol., 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG, v.6, 2594-2608.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. - 1975 - The Ri-

- beira folded belt. *Rev. Bras. Geoc.*, 5(4): 257-266.
- HASUI, Y.; CREMONINI, O.A.; BORN, H. - 1984 - O "Granito Três Córregos" revisado e o Maciço Catas Altas. In: Congr. Bras. Geol., 32, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, v.7, 3023-3031.
- ISHIHARA, S. - 1977 - The magnetite-series and the ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol. Japan*, 27, 293-300.
- ISSLER, R.S. - 1987 - Granitos e granitóides da região sul. *Pesquisas*, 20: 125-184.
- JANASI, V. de A. & ULBRICH, H.H.G.J. - 1991 - Late Proterozoic granitoid magmatism in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Prec. Res.*, 51: 351-374.
- KAEFER, L.Q. & CUNHA, H.C.da S. - 1974 - Geologia da Folha de Castro (parcial). In: Congr. Bras. Geol., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG, v.4, 189-206.
- KAUL, P.F.T. - 1980 - O cráton de Luiz Alves. In: Congr. Bras. Geol., 31, Baln. Camboriú, 1980. *Anais...* Baln. Camboriú, SBG, v.5, 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: Congr. Bras. Geol., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, v.6, 2815-2825.
- KAUL, P.F.T. - 1987 - The granites and granitoids of the alkaline silica-over-saturated magmatic province of southern Brazil. In: Intern. Symp. Gran. Assoc. Mineraliz., Salvador, 1987. *Ext. Abstr.* Salvador, SGM, 81-88.

- KAUL, P.F.T. & CORDANI, U.G. - 1994 - Aspectos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos dos maciços graníticos da Serra do Mar no leste paranaense e vizinhanças. In: Congr. Bras. Geol., 38, Baln. Camboriú, 1994. *Bol. Res. Expandidos*. Baln. Camboriú, SBG, vol. 2, 371-373.
- Le MAITRE, R. W. (ed.) - 1989 - *A classification of igneous rocks and glossary of terms*. Grã-Bretanha, Blackwell, 193p.
- LICHT, O.A.B. (coord.) - 1987 - Cadastramento dos projetos de prospecção geoquímica executados no estado do Paraná. Curitiba, MINEROPAR, 135p.
- LYAKHOVICH, V.V. - 1989 - Crustal granitoids. *Internat. Geol. Rev.*, 31, 868-884.
- MAACK, R. - 1953 - Mapa Geológico do estado do Paraná, 1:1.000.000. Curitiba, IBPT.
- MACHIAVELLI, A. - 1991 - Os granitóides deformados da região de Piên (PR). Dissertação de Mestrado (inédita). São Paulo, IG-USP, 89p.
- MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; TREIN, E. - 1967 - Intrusivas básicas jurássico-cretáceas do primeiro planalto do Paraná. In: BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. (eds.) - 1967 - Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, 23/25: 307-324.
- MINEROPAR - 1986 - Geologia do Estado Paraná, 1:1.400.000. Curitiba, MINEROPAR.
- MORO, R. de P.X.; BONACIM, E.A.; SOARES, P.C. - 1993 - Revisão da Geologia do Grupo Castro-PR. In: Simp. Sul-Bras. Geol., 5, Curitiba, 1993. *Bol. Res....* Curitiba, SBG, 8-9.

- MURATORI, A.; TREIN, E.; HAUSEN, J.P.; BERTOLDO, A.; RIVEREAU, J.C. - 1970 - Geologia do extremo norte do 1º planalto e parte do 2º planalto paranaense. In: Congr. Bras. Geol., 24, Brasília, 1970. *Resumo das conferências e comunicações*. Brasília, SBG, Bol. Esp. 1, 201-203.
- OLIVEIRA, E.P. de - 1925 - Mapa Geológico do estado do Paraná, 1:1.000.000. Rio de Janeiro, Serv. Geol. Mineral. Brasil.
- OLIVEIRA, E.P. de - 1927 - *Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro, Serv. Geol. Mineral. Brasil, 172p. (Monografia VI).
- PINESE, J.P.P. - 1989 - Caracterização petrológica e geoquímica dos diques do Arco de Ponta Grossa. Dissertação de Mestrado (inédita). São Paulo, IAG-USP, 196p.
- PITCHER, W.S. - 1982 - Granite type and tectonic environment. In: HSÜ, K. (ed.) - 1982 - *Mountain building processes*. Londres, Academic Press, 19-40.
- PITCHER, W.S. - 1987 - Granites and yet more granites forty years on. *Geol. Rund.*, 76, 51-79.
- POLLARD, P.J. - 1992 - Mineralization and alteration with rare-metal granitic systems. In: Congr. Bras. Geol., 37, São Paulo, 1992. *Apostila de mini-curso*. São Paulo, SBG, 49p.
- REIS NETO, J.M. - 1994 - Faixa Itaiacoca: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico. Tese de Doutorado (inédita). São Paulo, IG-USP, 255p.
- RIBAS, S.M. - 1981 - Reconhecimento geológico do "Complexo Granítico Cunhaporanga". Relatório de pesquisa (inédito). Curitiba, MINEROPAR, 2 volumes.

- ROCHA-CAMPOS, A.C.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; SONOKI, H.M.; SONOKI, I.K. - 1988 - Age of the Paraná flood volcanism. In: PICCIRILLO, E.M. & MELFI, A.J. (eds.) - 1988 - *The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects*. São Paulo, USP-IAG, 600p.
- SANTOS, J.F. dos - 1988 - *Granitóides e mineralizações associadas*. Curitiba, UFPr, Apostila do Curso de Geologia Exploratória.
- SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. - 1974 - Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: Congr. Bras. Geol., 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG, v.1, 41-65.
- SIGA JR., O.; BASEI, M.A.S.; MACHIAVELLI, A. - 1991 - Compartimentação geológico-geotectônica do Maciço de Joinville, PR e SC. *Bol. IG/USP, Publ. Esp. - Jornadas Científicas*, 9: 67-73.
- SIGA JR., O.; BASEI, M.A.S.; REIS NETO, J.M.; BUBA, R.M. - 1994 - Maciços graníticos da porção sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e implicações tectônicas. In: Congr. Bras. Geol., 38, Baln. Camboriú, 1994. *Bol. Res. Expandidos*. Baln. Camboriú, SBG, vol. 2, 400-401.
- SILVA, A.T.S.F. da; FRANCISCONI, O.; GODOY, A.M. de; BATOLLA JR., F. - 1981 - Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira. São Paulo, DNPM-CPRM, vol. 1, 264p.
- SOARES, P.C. - 1987 - Seqüências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do escudo paranaense. In: Simp. Sul-Bras. Geol., 3, Curitiba, 1987. *Atas...* Curitiba, SBG, 2: 743-771.
- SOARES, P.C. - 1988 - Tectônica colisional em torno do bloco Pa-

- Paraná, Brasil. In: Congr. Lat. Am. Geol., 7, Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG-DNPM, v. 1, 63-79.
- STRECKEISEN, A. - 1976 - To each plutonic rock its proper name. *Earth-Sci. Rev.*, 12: 1-33.
- TREIN, E. & FUCK, R.A. - 1967 - O Grupo Castro. In: BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. (eds.) - 1967 - Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. *Bol. Paran. Geoc.*, 23/25: 257-305.
- TUTTLE, O.F. & BOWEN, N.L. - 1958 - Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 74: 153.
- ULBRICH, H.H.G.J. - 1984 - A petrografia, a estrutura e o quimismo de nefelina sienitos do maciço alcalino de Poços de Caldas, MG-SP. Tese de Livre-Docência (inédita). São Paulo, IG-USP, 477p.
- VLACH, S.R.F. - 1985 - Geologia, Petrologia e Geocronologia das partes meridional e oriental do Complexo de Morungaba, SP. Dissertação de Mestrado (inédita). São Paulo, IG-USP, 252p.
- VLACH, S.R.F.; JANASI, V. de A.; VASCONCELLOS, A.C.B.C. - 1990 - The Itu belt: associated calc-alkaline and aluminous A-type late Brasiliano granitoids in the states of São Paulo and Paraná, southern Brazil. In: Congr. Bras. Geol., 36, Natal, 1990. *Anais...* Natal, SBG, v. 4, 1700-1711.
- WERNICK, E.; MECCHI, A.; LIMA, C.F.; ARTUR, A.C.; GALEMBECK, T.M.B.; PUPIN, J.P.G. - 1989 - Os Complexos Granitóides Cunha-poranga e Três Córregos (PR): zoneamento magmático e implicações tectônicas. In: Simp. Geol. Sudeste, 1, Rio de Janeiro, 1989. *Bol. Res....* Rio de Janeiro, SBG, 173.

WHALEN, J.B.; CURRIE, K.L.; CHAPPELL, B.W. - 1987 - A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contr. Mineral. Petrol.*, 95, 407-419.

WHITE, A.J.R. - 1992 - Granite handbook: description, genesis, some associated ore deposits. In: Congr. Bras. Geol., 37, São Paulo, 1992. *Apostila de mini-curso*. São Paulo, SBG, 109p.

WILKS, M.E. - 1990 - Archean A-type granites. Do they exist? In: Intern. Archean Symposium, 3, Perth, 1990. *Ext. Abstr.* Perth, Geoconferences, 195-197.

ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C. de J.; VIEIRA, I.S.; AS-TOLFI, M.A.M.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. - 1987 - A divisão tripartite do Siluriano da Bacia do Paraná. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(3): 242-252.

Anexo I - MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE JOAQUIM MURTINHO - PIRAÍ DO SUL (PR)

por: Gilson B. Guimarães, 1995

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- Rodovia pavimentada
- Estrada secundária
- Ferrovia
- Rios

- Contato definido
- Contato aproximado
- Contato inferido

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Foliação metamórfica (mergulho subvertical)
- Foliação metamórfica (mergulho indicado)
- Acamamento sedimentar (mergulho indicado)

Pedreira desativada

Ca
Aluviões

Ci
Tálus

CENOZÓICO

MESOZÓICO

Md
Diabásios

PALEOZÓICO

Pf

FORMAÇÃO FURNAS
Arenitos médios a grossos brancos

Pc

GRUPO CASTRO
Siltitos e argilitos marrom-avermelhados, arcósios e conglomerados róseos

NEOPROTEROZÓICO A PALEOZÓICO

NPPA IV

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES IV

Álcali-feldspato granitos médios a grossos marrom-avermelhados a róseos, diques de granitóides pórfiros

NPPA V

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES V

Granitóides inequigranulares a porfíricos, matriz afanítica a média, alaranjados

NPPA III

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES III

Granitóides inequigranulares a porfíricos, matriz afanítica a grossa, vermelhos cataclásticos

NPPA II

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES II

Monzogranitos a granodioritos e quartzomonzonitos finos a médios-cinzentos levemente foliados; monzogranitos e granodioritos finos a médios-róseos

NPPA I

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES I

Monzogranitos a granodioritos, quartzomonzonitos e quartzomonzodioritos médios, monzogranitos e granodioritos porfíricos (matriz média a grossa)

PROTEROZÓICO INDIVISO

Pm

MILONITOS

(Quartzo) muscovita biotita milonitos

Pqsp

QUARTZITO SERRA DAS PEDRAS

Meta-arenitos e meta-arcósios médios a grossos brancos

Gran. Joaquim Murtinho

Complexo Granítico Cunhaporanga

Anexo 2- MAPA DE PONTOS DA REGIÃO DE JOAQUIM MURTINHO - PIRAÍ DO SUL (PR)

LEGENDA

- 21 Ponto descrito
- Rios e córregos
- Rodovia pavimentada (PR-151)
- Ferrovia
- Estradas secundárias (não pavimentada)
- Trilhas

0 1 3 km

TABELA II - CARACTERÍSTICAS DAS FÁCIES GRANITÓIDES

ASSOCIAÇÃO	FÁCIES	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA	ESTRUTURA	COR GERAL	TEXTURA E GRANULAÇÃO	MINERAIS MÁFICOS	MINERAIS FÉLSICOS	ENCLAVES/XENÓLITOS	OUTRAS
I	Ia	MONZOGRANITOS E GRANODIORITOS	MACIÇA	PRETA+COR CLARA(CINZA CREME OU BRANCO; RARAMENTE RÓSEO OU ALARANJADO)(M=10A20)	EQUIGRANULAR A LEVEMENTE INEQUIGRANULAR; MÉDIA (A FINA; A GROSSA)	Bio(FREQÜENTEMENTE IDIOMÓRFICA) E Anf; Tit (EVENTUALMENTE IDIOMÓRFICA)	Feld NAO DIFERENCIÁ-VEIS (AMBOS CORES CLARAS)	MICROGRANULARES CLAROS	
	Ib	MONZOGRANITOS E GRANODIORITOS	MACIÇA	PRETA + CINZA + ALARANJADO; (M=10 A 15)	PORFIRÍTICA; FENOCRISTAIS DE FK COM 0,5 A 6cm (MÉDIA 3 A 4cm); MATRIZ MÉDIA	Bio(EVENTUALMENTE IDIOMÓRFICA) > Anf; Tit (EVENTUALMENTE IDIOMÓRFICA)	FENOCRISTAIS ALARAN-JADOS; Feld DA MATRIZ INCOLORES A BRANCOS	-	FENOCRISTAIS ZONADOS; RARAMENTE TEXTURA GLOMEROPORFIRÍTICA
	Ic	MONZOGRANITOS E GRANODIORITOS	MACIÇA	AMARELO CLARO A RÓSEO (M~10)	PORFIRÍTICA; FENOCRISTAIS DE FK COM 0,5 A 7cm (MÉDIA 3 A 5cm); MATRIZ GROSSA	Bio CLORITIZADA	Feld RÓSEO E ALARANJADO; MATRIZ RARAMENTE COM Feld BRANCO OU INCOLOR	-	
II	IIa	MONZOGRANITOS	MACIÇA A LEVEMENTE FOLIADA (Bio E ENCLAVES ORIENTADOS)	CINZA (M=10 A 15)	EQUIGRANULAR A LEVEMENTE INEQUIGRANULAR; FINA A MÉDIA (RARAMENTE MÉDIA A GROSSA)	Bio (EVENTUALMENTE IDIOMÓRFICA)	Feld CINZA A INCOLOR	BIOTÍTICOS E QUARTZOSOS	
	IIb	MONZOGRANITOS E GRANODIORITOS	MACIÇA	RÓSEO (EVENTUALMENTE BRANCO AMARELADO) (M<5)	EQUIGRANULAR A INEQUIGRANULAR; FINA A MÉDIA	Bio	Feld RÓSEO OU BRANCO; Mu	MUITO RAROS	Py EVENTUAL
III	IIIa	GRANITOS A GRANODIORITOS	MACIÇA COM FRATURAS A FRACAMENTE CATACLÁSTICA	VERMELHA COM TONALIDADES AMARELO-ES-VERDEADAS (M<3A10; EM MÉDIA 5A7)	INEQUIGRANULAR A EVENTUALMENTE PORFIRÍTICA; FENOCRISTAIS DE FK COM MENOS DE 1 A 4cm (MÉDIA 3 A 4cm); AFANÍTICA A FANERÍTICA MÉDIA A GROSSA	Bio CLORITIZADA	Feld "VERMELHO-CARNE"	-	Ft VIOLETA (BRANCA OU RÓSEA), DISSEMI-NADA OU EM FRATURAS
IV	IVa	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS	CATACLÁSTICA	MARROM-AVERMELHADO E CINZA CLARO (M<5;EM MÉDIA 0 A 1)	INEQUIGRANULAR; FINA (QUASE AFANÍTICA) A GROSSA	Hem DISSEMINADA OU (PRINCIPALMENTE) EM FRATURAS	Feld LARANJA-AVER-MELHADO (RARAMENTE BRANCO)	-	
	IVb	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS	MACIÇA COM CAVIDADES MIAROLÍTICAS (LOCAL-MENTE CATACLÁSTICA)	VARIADA (SEMPRE TONS CLAROS) (M<5)	EQUIGRANULAR A INEQUIGRANULAR; MÉDIA A GROSSA (LOCALMENTE FINA)	Hem ISOLADA OU EM FRATURAS; MICAS VERDES OU MARROM-ROSADAS	Feld RÓSEO-ALARAN-JADO (RARAMENTE BRANCO)	-	Ft E Py DISSEMINADAS OU EM FRATURAS; CAVIDADES MIAROLÍTICAS EM MÉDIA COM 5mm
	IVc	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS	CATACLÁSTICA	CINZA ESVERDEADO ESCURO + BRANCO (M VARIÁVEL)	INEQUIGRANULAR; FINA A MUITO GROSSA	Hem E EVENTUALMENTE Mgt	Feld DE COR VARIADA, PRINCIPALMENTE CINZA ESCURO	-	
	IVd	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS	MACIÇA	CINZA ESVERDEADO + BRANCO (M<5)	EQUIGRANULAR; GROSSA; TEXTURA GRÁFICA ?	Hem LAMINAR	Feld CINZA (MUITO CLARO A MUITO ESCURO) E BRANCO	-	Py EVENTUAL
	IVe	?	MACIÇA	RÓSEO (M<5)	PORFIRÍTICA; FENOCRISTAIS DE FK E Qz COM 3 A 5mm; MATRIZ FINA A MÉDIA (RARAMENTE GROSSA)	?	Feld RÓSEO A LARANJA; Qz BIPIRAMIDAL	-	
V	Va	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS (?)	VENULADA (LOCALMENTE CATACLÁSTICA)	LARANJA (M<5)	EQUIGRANULAR A LEVEMENTE INEQUIGRANULAR; AFANÍTICA A FANERÍTICA MÉDIA	Mgt E Hem ISOLADAS, EM GRUPOS RADIAIS OU EM VÊNULAS	Feld LARANJA (LOCALMENTE BRANCO)	-	VÊNULAS COM ARGILOMINERAIS
	Vb	SIENITOS A QUARTZO SIENITOS	MACIÇA	AMARELO ROSADO (M=10 A 15)	INEQUIGRANULAR A PORFIRÍTICA; FENOCRISTAIS DE FK 0,5 A 4cm; MATRIZ AFANÍTICA A FANERÍTICA MÉDIA	Bio CLORITIZADA (IDIO-MÓRFICA); Anf(?) VERDE RARO; OPACOS ABUNDANTES	Feld BRANCO, AMARELO E ALARANJADO; Qz SUBORDINADO	-	

ABREVIATURAS: Anf - ANFIBÓLIO; Bio - BIOTITA; Feld - FELDSPATO; FK - FELDSPATO POTÁSSICO; Ft - FLUORITA; Hem - HEMATITA; Mgt - MAGNETITA; Mu - MUSCOVITA; Py - PIRITA; Qz - QUARTZO; Tit - TITANITA.

TABELA VIII – PRINCIPAIS DIFERENÇAS PETROGRÁFICAS ENTRE AS CINCO ASSOCIAÇÕES DE FÁCIES GRANITÓIDES

ASSOCIAÇÃO (FÁCIES)		COMPOSIÇÃO	ESTRUTURA	TEXTURAS	PARAGÊNESE PRIMÁRIA	PLAGIOCLÁSIO	FELDSPATO ALCALINO	ACESSÓRIOS PRIMÁRIOS	PARAGÊNESE SECUNDÁRIA	INTENSIDADE DA ALTERAÇÃO
I		MONZOGRANITOS E GRANODIORITOS (QUARTZOMONZONITOS E QUARTZOMONZODIORITOS)	MACIÇA	HIPIDIOMÓRFICA EQUIGRANULAR A PORFIRÍTICA	Plag+Fk+Qz+Anf(±Cpx)+Bio	An 28-44; EUEDRAL; FORTE ZONEAMENTO COMUM	MICROPERTÍTICO; ANEDRAL; GEMINAÇÃO "EM GRADE" RARA	Ap+Zr+AlI+Opa (Mgt+...)+Tit	Cl+Se+Phn+Opa ± Ab ± Mirmeq ± ArgI ± Ep ± Cc	BAIXA A MODERADA (PRINCIPALMENTE MÁFICOS E PLAGIOCLÁSIO)
II	IIa	MONZOGRANITOS (GRANODIORITOS E QUARTZOMONZONITOS)	FOLIADA A MACIÇA	HIPIDIOMÓRFICA EQUIGRANULAR A INEQUIGRANULAR	Plag+Fk+Qz+Bio	An 29-33; SUBEDRAL	MICROPERTÍTICO; ANEDRAL; GEMINAÇÃO "EM GRADE" RARA; INCLUSÕES ARREDONDADAS DE QUARTZO COMUNS	Ap+Zr+Opa ± Tit ± AlI(?)	Cl+Se+Opa ± Phn ± Ab ± Mirmeq ± ArgI ± Ep ± Cc	BAIXA (PRINCIPALMENTE MÁFICOS E PLAGIOCLÁSIO)
	IIb	MONZOGRANITOS E GRANODIORITOS QUARTZOSOS	MACIÇA	XENOMÓRFICA EQUIGRANULAR A INEQUIGRANULAR	Qz+Plag+FK+Mu(?) +Bio	An 31-35; ANEDRAL	MICROPERTÍTICO; ANEDRAL; GEMINAÇÃO "EM GRADE" RARA; INCLUSÕES ARREDONDADAS DE QUARTZO COMUNS	Zr ± Opa	Mu+Se+Ab+Qz+Opa ± Mirmeq ± ArgI ± Trm	MODERADA (MÁFICOS E FELDSPATOS)
III		GRANITOS A GRANODIORITOS	CATACLÁSTICA	HIPIDIOMÓRFICA INEQUIGRANULAR A PORFIRÍTICA	Plag+FK+Qz+Bio	An 32-35; EUEDRAL	MICROPERTÍTICO; ANEDRAL; GEMINAÇÃO "EM GRADE" E INCLUSÕES ARREDONDADAS DE QUARTZO COMUNS	Ap+Zr+Opa+Tit	Se+Cl+Opa+Ox(OH)Fe ± Ab ± Mirmeq ± ArgI; Ep+Ft EM VÊNULAS OU DISSEMINADOS	BAIXA A MODERADA (PRINCIPALMENTE MÁFICOS E PLAGIOCLÁSIO)
IV	IVe	?	MACIÇA	PORFIRÍTICA (FENOCRISTAIS DE Feld E Qz COM BORDAS DE REAÇÃO) E GRANOFÍRICA	Feld+Qz	?	INTERCRESCIDO COM QUARTZO (MATRIZ)	Zr+Opa	Mu+Se	MODERADA A ELEVADA (FELDSPATO)
	DEMAIS FÁCIES	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS	CATACLÁSTICA; CAVIDADES MIAROLÍTICAS	TEXTURAS DE SUBSTITUIÇÃO DOS MINERAIS PRIMÁRIOS	Feld+Qz+Bio(?)	PRIMÁRIO (MESOPERTITA): An 2-4; SECUNDÁRIO: An 17	MESOPERTÍTICO; GEMINAÇÃO "EM GRADE" COMUM	Zr+Xnt(?)	Ab+Opa(Mgt+...)+Ox(OH)Fe+ArgI+MICAS(Mu+...) ± Cc ± Ft ± Py	ELEVADA (MÁFICOS E FELDSPATOS)
V	Va	ÁLCALI-FELDSPATO GRANITOS(?)	VENULADA A CATACLÁSTICA	PORFIRÍTICA E GRANOFÍRICA	Feld+Qz	?	MESOPERTÍTICO; INTERCRESCIDO COM QUARTZO (MATRIZ E FENOCRISTAIS)	Xnt (?)	Se+ArgI+Mu+Opa	MODERADA (FELDSPATOS)
	Vb	SIENITOS A QUARTZO SIENITOS	MACIÇA	PORFIRÍTICA E GRANOFÍRICA	FK+Plag+Qz+Bio	OLIGOCLÁSIO; EUEDRAL	INTERCRESCIDO COM QUARTZO (MATRIZ)	Ap+Zr+Opa	Se+ArgI+Cl+Opa	MODERADA (MÁFICOS E FELDSPATOS)

ABREVIATURAS: Ab – ALBITA; AlI – ALLANITA; An – PORCENTAGEM DA MOLÉCULA ANORTITA; Anf – ANFIBÓLIO; Ap – APATITA; ArgI – ARGILOMINERAIS; Bio – BIOTITA; Cc – CALCITA; Cl – CLORITA; Cpx – CLINOPIROXÊNIO; Ep – EPIDOTO; Feld – FELDSPATO; FK – FELDSPATO POTÁSSICO; Ft – FLUORITA; Mgt – MAGNETITA; Mirmeq – MIRMEQUITA; Mu – MUSCOVITA; Opa – OPACOS; Ox(OH)Fe – ÓXIDOS E/OU HIDRÓXIDOS DE FERRO; Phn – PREHNITA; Plag – PLAGIOCLÁSIO; Py – PIRITA; Qz – QUARTZO; Se – SERICITA; Tit – TITANITA; Trm – TURMALINA; Xnt – XENOTIMA; Zr – ZIRCON.