UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA, PETROGRÁFICA
E GEOQUÍMICA DOS MACIÇOS SOROCABA E
SÃO FRANCISCO — SP

Antonio Misson Godoy

Orientador: Prof. Dr. Mario C. H. de Figueiredo

TESE DE DOUTORAMENTO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

São Paulo
1989

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO FACIOLÓGICA, PETROGRÁFICA
E GEOQUÍMICA DOS MACIÇOS SOROCABA E
SÃO FRANCISCO — SP

Antonio Misson Godoy

Orientador: Prof. Dr. Mario C. H. de Figueiredo

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	<u>Dr. M.C.H.Figueiredo</u>	<u>[Signature]</u>
Examinadores:	<u>Dr. E.Wernick</u>	<u>[Signature]</u>
	<u>Dr. M.A.F.Oliveira</u>	<u>[Signature]</u>
	<u>Dr. A.C.Artur</u>	<u>[Signature]</u>
	<u>Dr. C.C.G.Tassinari</u>	<u>[Signature]</u>

São Paulo
1989

A ESPOSA
TEREZINHA P. GODOY

INDICE

	PAG.
INDICE	I
INDICE DE TABELAS	IV
INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE FOTOS	IX
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
AGRADECIMENTOS	XIII
 CAPÍTULO I-INTRODUÇÃO	 01
I-1-Generalidades	01
I-2-Localização e acesso	03
I-3-Metodologia	05
I-3-1-Levantamento e Bases cartográficas.....	06
I-3-2-Mapeamento Faciológico	06
I-3-2-1-Critérios de Mapeamento	07
I-3-2-2-Critérios de Identificação das fácies...	08
I-3-3-Análises Petrográficas	10
I-3-4-Análise da Tipologia do Zircão	11
I-3-5-Análise Química de Rocha	11
 CAPÍTULO II-GEOLOGIA REGIONAL	 13
II-1-Revisão das Classificações dos Granitóides.....	13
II-2-Evolução dos trabalhos petrográficos e mapeamento....	17
II-2-1-Trabalhos de Síntese e Classificatórios	18
II-2-2-Tipos de Complexos Granitóides	26
II-2-3-Trabalhos Geocronológicos	30
II-3-Unidades Litoestratigráficas	31
II-3-1-Complexo Amparo	32

II-3-2-Complexo Itapira	33
II-3-3-Grupo São Roque	35
II-3-4-Granitóides Sorocaba, São Francisco e Pirapora	39
II-3-5-Rochas Sedimentares Fanerozóicas.....	40
II-4-Geologia Estrutural e Geotectônica	41
II-5-Metamorfismo	44

CAPÍTULO III-GEOLOGIA LOCAL E CARACTERÍSTICAS FACIOLÓGICAS

E PETROGRÁFICAS DOS MACIÇOS	47
III-1-Geologia Local	47
III-2-Characterização Faciológica e Petrográfica dos Maci- ços	51
III-2-1-As fácies Granitóides do Maciço Sorocaba ...	51
III-2-2-Unidades de Mapeamento: Fácies e Associações de Fácies	52
III-2-3-Unidades de Mapeamento: Fácies do Maciço São Francisco	68
III-2-4-Sequência de Colocação dos Granitóides	71
III-3-Rochas Metamórficas	77
III-4-Geologia Estrutural	79

CAPÍTULO IV-PETROGRAFIA

IV-1-Classificação e nomenclatura das Rochas Granitóides..	83
IV-2-Petrografia dos Granitóides Sorocaba	83
IV-2-1-Associação Granodiorítica fina e Porfirítica..	83
IV-2-2-Associação Porfiróide Grosseira II	87
IV-2-3-Associação Granodiorítica Média	89
IV-2-4-Associação Porfiróide Rósea III, Porfiróide Rósea e Mela porfiróide Rósea II	90
IV-2-5-Associação Mela porfiróide Rósea	93
IV-2-6-Associação Porfiróide Cinza I	96
IV-2-7-Associação Porfiróide Grosseira I	98
IV-2-8-Associação Porfiróide Média II	100
IV-2-9-Associações Equigranulares e Porfirítica	105
IV-2-10-Enclaves	107
IV-3-Petrografia dos Granitóides São Francisco	109
IV-3-1-Fácies Porfiróide Rósea Média	109

IV-3-2-Fácies Equigranular Rósea Grossa e Fácies Equigranular Rósea Média.....	122
IV-3-3-Fácies Porfiróide Rósea	125
IV-3-4-Fácies Porfiróide Rapakivi e Fácies Porfiróide Rapakivi Média	127
IV-3-5-Fácies Porfirítica Rósea	129
IV-3-6-Enclaves	131
IV-4-Petrografia do Maciço Pirapora	133
IV-5-Petrografia dos Hornfelses	140
 CAPÍTULO V-TIPOLOGIA DO ZIRCÃO	144
V-1-Introdução	144
V-2-Histórico	144
V-3-O Método da Tipologia do Zircão	145
V-4-A Classificação Petrogenética dos Granitóides de Pupin	148
V-5-Aplicações do Método da Tipologia do Zircão	154
V-6-Tipologia do Zircão dos Maciços.....	156
 CAPÍTULO VI-PETROQUÍMICA	162
VI-1-Introdução	162
VI-2-Petroquímica dos Elementos Maiores	171
VI-3-Petroquímica dos Elementos Traços	184
 CAPÍTULO VII-CONSIDERAÇÕES PETROGENÉTICAS	193
VII-1-Introdução	193
VII-2-Composição Modal dos Granitóides	193
VII-3-Considerações evolutivas sobre o Maciço Sorocaba ...	196
VII-4-Considerações evolutivas sobre o Maciço São Francisco	197
 CAPÍTULO VIII-CONCLUSÕES GERAIS	200
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
 ANEXO: Mapa Geológico dos Maciços Sorocaba, São Francisco e Pirapora.	

INDICE DE TABELAS

PAG

Tabela III-1- Identificação das fácies granitóides do Maciço Sorocaba.	62
Tabela III-2- Características das unidades mapeáveis do Maciço Sorocaba.	66
Tabela III-3- Identificação das fácies granitóides dos Maciços São Francisco e Pirapora.	72
Tabela III-4- Características das unidades mapeáveis dos Maciços São Francisco e Pirapora.	74
Tabela IV-1- Características modais das rochas do Maciço Sorocaba.	111
Tabela IV-2- Características modais das rochas dos Maciços São Francisco e Pirapora.	135
Tabela V-1- Principais características dos Granitos Crustais, Híbridos e de Manto Segundo, Pupin (1982)	149
Tabela V-2- Legenda das amostras analisadas da Tipologia do zircão para os Maciços Sorocaba, São Francisco e Pirapora.	159
Tabela VI-1- Análise química de rochas do Maciço Sorocaba Elementos traços.	164
Tabela VI-2- Análise química de rochas do Maciço Sorocaba Elementos traços.	165
Tabela VI-3- Análise química de rochas dos Maciços São Francisco e Pirapora - Elementos maiores.	166
Tabela VI-4- Análise química de rochas dos Maciços São Francisco e Pirapora - Elementos traços.	167

Tabela VI-5- Norma CIPW das rochas do Maciço Sorocaba.	168
Tabela VI-6- Norma CIPW das rochas dos Maciços São Francisco e Pirapora.	169
Tabela VI-7- Mesonormas das rochas do Maciço Sorocaba.	170
Tabela VI-8- Mesonormas das rochas do Maciço São Francisco.	170

ÍNDICE DE FIGURAS

PAG.

FIGURA	I-1 - Principais corpos granitóides junto à borda leste da bacia do Paraná no Estado de São Paulo.....	02
FIGURA	I-2 - Mapa de localização da área e articulação das folhas topográficas.	04
FIGURA	II-1 - Esquema das fácies granitóides da região de Dobramento Sudeste.	20
FIGURA	II-2 - Localização dos principais corpos granitóides do Estado de São Paulo.	22
FIGURA	II-3 - Tipos de granitóides segundo a Tipologia do zircão.	25
FIGURA	II-4 - Mapa de localização das principais ocorrências de granitóide do Estado de São Paulo	27
FIGURA	III-1 - Sequência de colocação dos granitóides dos Maciços Sorocaba e São Francisco.	78
FIGURA	III-2 - Mapa geológico dos Maciços Sorocaba, São Francisco e Pirapora.	82
FIGURA	IV-1 - Diagramas modais Q-A-P para os granitóides do Maciço Sorocaba.	110
FIGURA	IV-2 - Diagramas modais Q-A-P para os granitóides dos Maciços São Francisco e Pirapora.	134
FIGURA	V-1 - Quadro Tipológico do zircão.	147
FIGURA	V-2 - Amostras estudadas do Maciço Sorocaba.	160
FIGURA	V-3 - Amostras estudadas dos Maciços São Francisco e Pirapora.	161

FIGURA VI-1 - Diagrama da variação SiO_2 x óxidos (Harker, 1909) - Granitóides Sorocaba.	172
FIGURA VI-2 - Diagrama da variação MgO x óxidos - Granitóides Sorocaba.	173
FIGURA VI-3 - Diagrama da variação SiO_2 x óxidos (Harker, 1909) - Granitóides São Francisco e Pirapora.	175
FIGURA VI-4 - Diagrama da variação MgO x óxidos - Granitóides São Francisco e Pirapora.	176
FIGURA VI-5 - Diagrama Ternário A.F.M., para as amostras dos granitóides Sorocaba.	178
FIGURA VI-6 - Diagrama Ternário A.F.M., para as amostras dos granitóides São Francisco e Pirapora. ...	178
FIGURA VI-7 - Diagrama K_2O - Na_2O - CaO para os granitóides Sorocaba.	179
FIGURA VI-8 - Diagrama K_2O - Na_2O - CaO para os granitóides São Francisco e Pirapora.	179
FIGURA VI-9 - Diagrama da variação da razão de alcalinidade Wright (1969) para os granitóides Sorocaba. .	180
FIGURA VI-10- Diagrama da variação da razão de alcalinidade Wright (1969) para os granitóides São Francisco e Pirapora.	180
FIGURA VI-11- Diagrama SiO_2 x $\log (\text{CaO}/\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ segundo Brown (1982) para os granitóides Sorocaba. ..	182
FIGURA VI-12- Diagrama SiO_2 x $\log (\text{CaO}/\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ segundo Brown (1982) para os granitóides São Francisco e Pirapora.	182

FIGURA VI-13-	Diagrama multicatiónico R_1 R_2 , para os granitóides Sorocaba.	183
FIGURA VI-14-	Diagrama multicatiónico R_1 R_2 , para os granitóides São Francisco e Pirapora.	183
FIGURA VI-15-	As séries tectônicas de granitóides no diagrama R_1 R_2 para os granitóides Sorocaba.	185
FIGURA VI-16-	As séries tectônicas de granitóides no diagrama R_1 R_2 para os granitóides São Francisco e Pirapora.	185
FIGURA VI-17-	Diagramas SiO_2 x Ba, Zr e Sr, Y e Rb, para os granitóides Sorocaba, São Francisco e Pirapora.	187
FIGURA VI-18-	Diagrama Rb-Ba-Sr, para os granitóides Sorocaba	190
FIGURA VI-19-	Diagrama Rb-Ba-Sr, para os granitóides São Francisco e Pirapora.	190
FIGURA VI-20-	Diagrama de variação das razões Ba/Rb x Rb/Sr, Rb x Ba e Sr x Rb para os granitóides Sorocaba.	191
FIGURA VI-21-	Diagrama de variação das razões Ba/Rb x Rb/Sr, Rb x Ba e Sr x Rb para os granitóides São Francisco e Pirapora.	192

INDICE DE FOTOS

PAG.

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DAS FÁCIES DO MACIÇO SOROCABA	115
FOTO 1 - fácies equigranular rósea (F1)	115
FOTO 2 - fácies equigranular cinza (F2)	115
FOTO 3 - fácies granodiorítica fina (F3)	115
FOTO 4 - fácies granodiorítica média (F4)	116
FOTO 5 - fácies porfirítica rósea (F5)	116
FOTO 6 - fácies granodiorítica porfirítica (F6)	116
FOTO 7 - fácies porfirítica escura (F7)	117
FOTO 8 - fácies porfiróide cinza I (F8)	117
FOTO 9 - fácies porfiróide cinza II (F9)	117
FOTO 10 - fácies porfiróide grosseira I (F10)	118
FOTO 11 - fácies porfiróide grosseira II (F11)	118
FOTO 12 - fácies mela porfiróide rósea (F12)	118
FOTO 13 - fácies mela porfiróide rósea I (F13)	119
FOTO 14 - fácies mela porfiróide rósea II (F14)	119
FOTO 15 - fácies porfiróide rósea (F15)	119
FOTO 16 - fácies porfiróide rósea I (F16)	120
FOTO 17 - fácies porfiróide rósea II (F17)	120
FOTO 18 - fácies porfiróide rósea III (F18)	120

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICA DAS FÁCIES DO MACIÇO SÃO FRANCISCO
PAG.

FOTO 19 - fácies equigranular rósea média (F1)	137
FOTO 20 - fácies equigranular rósea grossa (F2)	137
FOTO 21 - fácies porfirítica rósea (F3)	137
FOTO 22 - fácies porfiróide rapakivi (F4)	138
FOTO 23 - fácies porfiróide rapakivi médio (F5)	138
FOTO 24 - fácies porfiróide rósea (F6)	138
FOTO 25 - fácies porfiróide rósea média (F7)	139
FOTO 26 - fácies equigranular escuro (F1), Maciço Pirapora.	139

ABSTRACT

The Sorocaba and São Francisco granitoid massifs are intruded into low-grade metamorphic rocks of the São Roque Group. These two massifs are located at the southwest portion of São Paulo State, about 10 Km apart from each other and have outcropping areas of 180 and 150 Km², respectively. This study includes 1:50.000 scale geological mapping, faciologic mapping, petrographical and geochemical analyses and zircon typology.

Both massifs present two distinct types of contacts: northward contacts with thermal metamorphism; and southward contacts associated to fault zones.

The Sorocaba Massif shows an elongated shape with a NE-SW general trend associated to the "Jundiuvira Fault System". It comprises 18 granitoid facies grouped into 11 discernible associations. It is characterized by leucocratic monzogranites and grey and pink melagranitic rocks, predominantly. Sienogranites, inequigranular porphyritic quartz monzonites and equigranular to porphyritic grey granodiorites occur subordinately. It corresponds to a middle to high-potassium calc-alkaline trend, characterized by petrographical, geochemical and zircon typology data. Its lithotypes show less differentiated types and large compositional variation. The massif corresponds to a "Type I" granitoid, generated in a post-collisional environment from melting of deep crustal material and basic rocks.

The São Francisco Massif have an oval shape with an ENE-WSW general trend parallel to the "Pirapora Fault System". It includes 7 discernible facies, composed by pink leucocratic, porphyritic and equigranular sienogranites and monzogranites, occasionally with rapakivi textures. Its chemical trend is potassic-alkaline to sub-alkaline with more differentiated types and showing little compositional variation. Greisenization and albitization are widespread and are occasionally associated to hydrothermal activities. The massif can be classified as a transitional granitoid between types "I" and "A", attributed to a distensible, post-orogenic to anorogenic tectonic environment, and probably originated from the melting of granulitic rocks in the deeper crust, coexisting with subsolvus granitic conditions.

RESUMO

Os maciços Sorocaba e São Francisco constituem dois corpos granitóides, intrusivos em rochas metamórficas de baixo grau do Grupo São Roque, e localizados no sudoeste do Estado de São Paulo,. Perfazem uma área de 180 Km² e 150 Km², respectivamente, distando entre si aproximadamente 10 Km. Foram mapeados na escala 1:50.000, com estudos abrangendo mapeamento faciológico, petrografia, geoquímica e tipologia do zircão.

Os contatos a norte de ambos os maciços são marcados por rochas de metamorfismo termal, enquanto que a sul estão associados a zonas de falhas.

O Maciço Sorocaba apresenta forma alongada, com direção geral NE-SW, associado ao Falhamento de Jundiuvira. É caracterizado por dezoito fácies granitóides, agrupadas em onze associações mapeáveis. É composto por monzogranitos leucocráticos e melagranitóides cinza e roséo predominantes, sienogranitos e quartzo monzonitos inequigranulares porfiróides, e granodioritos cinza equigranulares a porfiríticos. A composição é calci-alcalina de médio a alto potássio, caracterizada petrograficamente, geoquimicamente e através da tipologia do zircão. Apresenta litotipos menos diferenciados com valores mais elevados dos elementos maiores e traços e maior variação composicional entre as rochas. Foi classificado como um granitóide "Tipo I", formado em ambiente pós-colisional, a partir de fusão de material da crosta inferior e magmas básicos.

O Maciço São Francisco tem uma forma ovalada, com direção geral ENE-WSW, paralelo ao Falhamento de Pirapora. Apresenta sete fácies mapeáveis, compostas por sienogranitos e monzogranitos hololeucocráticos e leucocráticos róseos porfiróides e equigranulares, com ou sem textura, rapakivi. A composição é alcalina potássica a sub-alcalina, com litotipos mais diferenciados e menor variação composicional entre as rochas. Os processos de albitização e greisenização são intensos às vezes associados a hidrotermalismo. Foi classificado como um granitóide de transição entre os Tipos "I" e "A", ligados a um ambiente de decompressão pós-orogênico a anorogênico, formado a partir de fusão de rochas granulíticas da base da crosta, em condições de geração de granitos "subsolvus"

AGRADECIMENTO

Agradecimentos em especial ao Prof. Dr. Mario C.H. de Figueiredo, pela orientação, discussões, sem as quais este não poderia atingir seus propósitos, bem como pela compreensão das dificuldades decorridas durante o mesmo.

Agradecimentos ao Prof. Dr. Eberhard Wernick, pela incentivo na realização deste, bem como a possibilidade da utilização da técnica da tipologia do zircão.

Ao colega Prof. Dr. Antonio Carlos Artur, meus agradecimentos pela amizade, sugestões e ao grande incentivo.

A Prof. Tamar Galembeck meus agradecimentos pelas discussões referentes à tipologia do zircão.

Agradeço ao bolsista Marcos de Araújo Pinto, pela colaboração bem como das estagiárias Eliana Aparecida Del Lama e Andrea Mechi.

Agradecimentos aos colegas do IGCE-Rio Claro e do IG-USP, e ao apoio recebido através do CNPq (Proc. 401605/88-4/GL/FV/PQ).

Meus agradecimentos à desenhista Isabel Aparecida Meyer, a secretária Vânia Regina Roveratti e a técnica Darlene de Cássia Armbrust, pelos serviços de datilografia.

Em especial meus agradecimentos a minha família pelo incentivo, apoio moral e financeiro durante todo o decorrer deste trabalho.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I-1- GENERALIDADES

Os granitóides são as rochas mais comuns da crosta terrestre sendo que boa parte destas ocorrências são do tipo orogênica; portanto o estudo destes processos tectônicos, aliados à geração magmática, são fundamentais na compreensão da origem e evolução dos granitóides.

Em função da presença marcante destas rochas, um grande número de autores trabalham neste campo e é de longa data o reconhecimento inicial do conceito da "dualidade" dos granitóides nas palavras de Read (1957), "There are granites and granites".

Esta noção de "dualidade" refletiu durante um grande período em vários autores e classificações, que definiam puramente dois tipos ou grupos de granitóides, ampliados posteriormente em mais subtipos.

Somente com a evolução do estudo da tectônica de placa é que o estudo dos granitóides apresenta um grande impulso com o desenvolvimento de esquemas tectônicos-magmáticos aliados a critérios geológicos estruturais, petrográficos, texturais, posicionais etc.

Neste sentido da evolução dos conhecimentos dos granitóides é que se pensou na definição dos corpos ígneos para o desenvolvimento deste trabalho. Procuraram-se corpos que apresentassem deficiência em trabalhos de maior detalhe e que ao mesmo tempo pudessem integrar-se a um esquema evolutivo, apoiado em dados e trabalhos já desenvolvidos em escala mais regional.

Portanto, optou-se pela definição dos granitóides Sorocaba e São Francisco, (Fig. I-1) visando o estudo de detalhe comparativo destes dois corpos, através do levantamento geológico, petrográfico, litoquímico, tectônico, faciológico etc, analisados à luz das diferentes teorias genéticas para rochas graníticas.

Aliados aos fatos acima expostos, os dois corpos apresentam particularidades que auxiliaram no desenvolvimento dos trabalhos.

Figura I 1-

PRINCIPAIS CORPOS GRANITÓIDES JUNTO À BORDA LESTE DA BACIA DO PARANÁ NO ESTADO DE SÃO PAULO, SEG. IPT (1981)

As suas dimensões aproximadamente iguais e próximas entre si; ambos são intrusivos em rochas ectiníticas do Grupo São Roque em relação às quais exibem contatos discordantes, garantindo assim homogeneidade de possíveis processos, envolvendo a participação das rochas encaixantes.

O "timing" intrusivo é posterior à principal fase de dobramento que afetou o Grupo São Roque.

Ambos apresentam auréola de contato mais ou menos desenvolvidas.

Ambos apresentam as partes de seus limites externos associadas à zona de falha.

Os corpos tem fácies porfiróides, predominando em termos de exposição areal, o que sugere que o magma evolui, pelo menos parcialmente, através de um mecanismo em comum.

Ambos apresentam fácies com características semelhantes, tais como texturas rapakivi.

I-2- LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A região em estudo compreende uma área em torno de 330 Km², caracterizada pelos granitóides Sorocaba e São Francisco que se acham intrusivos em epimetamorfitos do Grupo São Roque e caracterizam-se parcialmente nas suas bordas por rochas hornfêlicas ou acham-se encobertos a W por rochas da Bacia do Paraná.

Localizam-se a sudoeste da cidade de São Paulo, distando aproximadamente 40 Km desta, tendo Sorocaba como cidade mais próxima.

Como os corpos se apresentam com disposição alongada, torna-se difícil a definição de uma área precisa, mas seus limites inserem-se entre os paralelos 23°21' e 23°40'30" sul e os meridianos 47°07' e 47°32' oeste. (Fig. I-2).

O granito Sorocaba, com uma área de exposição da ordem de 180 Km², apresenta na geometria a característica alongada, podendo-se dividi-lo para maior compreensão em três setores:

A porção oriental, medindo cerca de 10 por 3 Km com direção ENE-WSW, em continuidade à orientação da Falha de Jundiuvira ocupando parte da folha topográfica de Cabreúva (SE-23-Y-C-II-4), a porção central, medindo cerca de 16 por 4 Km com direção NE-SW, ocupa parte da folha topográfica de Itú (SF-23-Y-C-II-3) e

FIG. I 2 — MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS

a porção ocidental medindo 15 por 4,5 Km com direção ENE-WSW, achando-se recoberto no extremo W pelas rochas da Bacia do Paraná, abrangendo partes da folha topográfica de Sorocaba (SF-23-Y-C-V-1) e de Salto de Pirapora (SF-23-Y-C-IV-2).

As principais localidades desta área são as cidades de Sorocaba e Votorantim, situadas parcialmente sobre o granito homônimo.

Seu acesso se dá principalmente através das rodovias Castelo Branco (SP-280) e Raposo Tavares (SP-270) e a partir de Sorocaba, pelas rodovias para Piedade e Salto de Pirapora.

A parte ocidental é caracterizada por estradas vicinais que ligam o bairro de Patribú a (SP-280).

O granito São Francisco corresponde a uma área de exposição da ordem de 150 Km², apresentando uma forma ovalada, com direção ENE-WSW, paralela aos Falhamentos de Pirapora e Taxaquara. Apresenta uma área quase que totalmente dentro da folha topográfica de Sorocaba (SF-23-Y-C-V) ocupando uma pequena porção na folha de Salto de Pirapora (SF-23-Y-C-IV-2).

Seu acesso se dá a partir de Sorocaba pela rodovia Sorocaba-Piedade e Sorocaba-Salto de Pirapora na parte W, enquanto na parte leste, por estradas vicinais que ligam Votorantim a Alumínio.

I-3- METODOLOGIA

A metodologia básica caracteriza-se primordialmente por três fases distintas que correspondem inicialmente ao levantamento e familiarização com a literatura já existente, dos dados sobre os granitos Sorocaba e São Francisco, bem como a formalização de hipóteses e das deficiências sobre o problema a ser desenvolvido. Nesta fase, caracterizam-se também os trabalhos preliminares de fotointerpretação.

As etapas que se sucedem, caracterizam-se pelos trabalhos de campo, com o objetivo de um mapeamento faciológico, bem como, a coleta de material para análise em laboratório. Inicialmente, partiu-se para uma descrição petrográfica detalhada, seguida da descrição da tipologia do zircão e com base nos dados definidos nesta fase, a escolha das melhores amostras para análise química de rocha total.

A seguir, apresentamos estas fases resumidamente,

pois estas voltarão a ser descritas juntamente com os dados de cada capítulo.

I-3-1- Levantamento e Bases Cartográficas

O material fundamental utilizado para a realização do mapeamento, consiste nos trabalhos básicos sobre a região em enfoque e dos granitóides específicos, principalmente os de Wernick, (1972), Hasui et al. (1978), Vlach (1985), Janasi (1985), Mello et al. (1981), Coutinho (1953) e outros, que serão descritos no decorrer do trabalho. Como base cartográfica e geológica, foram utilizados numa primeira escala os mapas geológicos do Estado de São Paulo 1:500.000 IPT, (1981) e em escala de maior detalhe, os trabalhos de Hasui (1975); Folha de São Roque 1:100.000, Santoro (1986); Folha de Cabreúva 1:50.000 e Geologia das Quadrículas Cabreúva e Moreiras (1988), 1:25.000, os quais caracterizam uma região com áreas ainda deficientes de mapeamento de maior detalhe.

As fotos aéreas na escala 1:25.000 foram obtidas no IBC, Instituto Brasileiro do Café, dos voos do período 1972 e as folhas cartográficas, em escala 1:50.000 de Cabreúva (SF-23-Y-C-II-4), Itu (SF-23-Y-C-II-3), Sorocaba (SF-23-Y-C-V-1) e Salto de Pirapora (SF-23-Y-C-IV-2) como se dispõem na (Fig.1-2), publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

I-3-2- Mapeamento Faciológico

Apesar da área expressiva ocupada pelas rochas granitóides e numerosos corpos individualizados em mapa de âmbito regional, verifica-se a descrição generalizada de "corpos magmáticos", o que indica uma deficiência em mapas geológicos mais detalhados.

A definição no aspecto de mapeamentos faciológicos a eles inerente, contribuiria fundamentalmente na interpretação e compreensão dos processos de formação bem como da evolução geológica destes corpos.

No Estado de São Paulo, estudos desta natureza estão restritos a alguns corpos, como o granito Morungaba (Wernick, 1972, Vlach, 1985) Complexo Piracaia (Janasi, 1985), Itaoca (Mello et al., 1981), Maciço de Poços de Caldas (Ulbrich, 1984) e

parte do batólito Socorro (Campos Neto et al., 1984).

Os conceitos e metodologias empregados no mapeamento faciológico estão definidos em Ulbrich (1984), mas torna-se necessária a definição de "fácies" que são unidades descritivas e reconhecidas, definidas por suas características petrográficas e estruturais agrupando um conjunto de rochas macroscopicamente semelhantes e "associação de fácies", que correspondem ao agrupamento de fácies cuja unidade pode não estar representada no mapa, em função da escala mapeada ou ausência de bons afloramentos.

I-3-2-1- Critérios de Mapeamento

Já que os trabalhos nesta área iniciaram-se sem um levantamento detalhado como referência, a evolução dos trabalhos de campo segue uma sequência básica, caracterizando-se inicialmente pelo desenvolvimento de perfis transversais aos corpos, já que estes facilitavam estes trabalhos pela sua forma geométrica alongada.

Estes perfis transversais tinham a finalidade de uma caracterização da variação das litologias presentes dos granitóides bem como da evolução da auréola de contato características nestes corpos.

A distribuição da variação do grau metamórfico à medida que se afastava do corpo ígneo é dada inicialmente por feições e minerais índices identificáveis macroscopicamente.

Esta fase caracteriza-se pela coleta de amostras representativas das diversas variações presentes, constituindo assim a formação de uma coleção básica referente às variações, o que nos possibilitou a definição e comparação de campo entre as diversas fácies, dificultada às vezes por variações gradativas entre tipos litológicos bem semelhantes.

A partir destes levantamentos, foram feitos perfis quase que totalmente ao longo de toda extensão do corpo, na tentativa de amarrar as variações laterais vistas nos perfis, auxiliados através de uma reavaliação da fotointerpretação.

A partir destes levantamentos de perfis é que se realizou um levantamento sistemático em escala 1:50.000, sendo necessária a visita de grande número de afloramentos na divisão faciológica entre rochas muitas vezes muito semelhantes, dificultado pelo intenso intemperismo registrado principalmente neste

tipo de rocha, resultando na maioria das vezes em "morros de matacões", o que dificultava uma precisão maior no mapeamento.

O uso de fotografias aéreas torna-se, nesta fase final de mapeamento, uma ferramenta de uso restrito, auxiliando nas feições maiores e na caracterização da continuidade dos contatos por falhas identificadas em campo, bem como propriedades entre fácies de características bem distintas, possibilitando o traçado das feições vistas em campo.

Em função das dificuldades acima expostas, muitos dados relativos a contatos e variações areais das fácies ficam inferidos como vistos no mapa geológico.

I-3-2-2- Critérios de Identificação das fácies

Os principais critérios geológicos e estruturais utilizados na divisão faciológica dos granitóides Sorocaba e São Francisco, são colocados a seguir e baseiam-se, fundamentalmente, em critérios parte já estabelecidos em literatura (Vlach, 1985; Ulbrich, 1984).

Coloração - Os granitóides caracterizados apresentam a descrição quanto à cor dos fenocristais e da matriz, podendo visualizar-se num estudo macroscópico as cores: róseo, branco, cinza claro, cinza escuro.

Granulação - Quanto à granulação, as rochas foram classificadas em função do tamanho dos grãos que constituem a matriz, bem como os tamanhos dos fenocristais tão marcantes nestes granitóides. Portanto, teríamos rochas equigranulares e inequigranulares, subdivididas em fina, média, grossa e muito grossa, de acordo com o predomínio de minerais inferiores a 1,0mm, entre 1,0 a 5mm, entre 5mm e 30mm e superior a 30mm.

As rochas inequigranulares com fenocristais presentes serão classificadas quanto aos termos porfiróide, quanto à presença de megacristais (relação 10 vezes o tamanho médio da matriz) imersos numa matriz média a grossa e porfirítica e pórfiro quando os fenocristais estão imersos numa matriz fina ou a porcentagem de fenocristais atinge o limite de 50% da rocha.

O termo pegmatóide será usado para as rochas muito grossas.

Megacristais - Foram consideradas a cor, a forma, a corrosão, as dimensões médias, orientações, porcentagem (expres-

sos em contagem de megacristais por cm^2 , através da placa de contagem), bem como propriedades texturais adicionais, como presença de inclusões, zoneamento interno (plagioclásio e/ou biotita, caracterizando para estes corpos as texturas rapakivi e anti-rapakivi, tão frequentes em fácies destes granitóides.

Minerais félsicos - nas fácies, sempre que possível, foram estimadas as proporções destes minerais, bem como suas relações texturais, originando os termos, "dois feldspatos" quando há contraste entre plagioclásio claro e o feldspato potássico róseo, "rapakivi" quando há frequência no zoneamento de feldspato potássico no centro e plagioclásio nas bordas, "olho de sapo" quando as feições dos megacristais são predominantemente ovalados e bem desenvolvidos em relação à matriz e em grande quantidade.

Quanto ao quartzo, foram sempre estimadas suas porcentagens relativas, suas dimensões, forma e cor. Quando os grãos de quartzo apresentam-se com formas arredondadas e bem desenvolvidas, denomina-os de "quartzo globular".

Minerais máficos - De uma maneira geral, o máfico dominante é marcado pela presença constante da biotita, mas para a classificação do índice de cor, foram considerados os máficos, os opacos, a muscovita e demais minerais possíveis de caracterização visual da classificação (Streckeisen, 1975). Portanto utilizamos o termo hololeucocrático de 0 a 5% (pesados), leucocráticos de 5 a 10% (pesados) e acima de 10% (pesados), mela.

Quanto aos aspectos texturais obtidos do máfico resultante (biotita), utilizamos alguns termos já consagrados na literatura, "manchado", característico para alguns granitóides finos em que se apresentam regularmente distribuídas, pequenas palhetas de biotita, "mosqueado", geralmente ocorre também em rochas finas onde as biotitas distribuem-se em glomérulos homogeneizadamente.

Nas rochas de granulação média a grossa, as biotitas distribuem-se em pequenos grupos ou isoladamente, constituindo cordões entre os cristais maiores.

Orientação - Na grande maioria das vezes, os granitóides aqui descritos apresentam "estruturas maciças" e "maculadas", dadas pela grande riqueza em megacristais principalmente no granitóide Sorocaba, algumas vezes, notam-se estruturas ligadas à movimentação do magma, bem marcado pela disposição alinhada dos megacristais como também "Schlieren" nas proximidades do contato

entre as fácies.

Em alguns locais, apresentam estruturas deformacionais bem marcantes que serão discutidas posteriormente.

Enclaves - Os enclaves presentes serão classificados, segundo Didier (1973) e Wernick (1983b), quanto à forma, dimensões, estruturação e composição que serão discutidos em um item específico em função da quantidade e tipos característicos em determinadas fácies.

Aplitos e veios pegmatóides - algumas fácies mostram preferencialmente a presença destes corpos. Quando estes forem de pequeno tamanho ou não dimensionáveis na escala de trabalho, estarão discutidos na caracterização das fácies, ou então, quando apresentarem dimensões que possam ser mapeadas, serão definidos como fácies distintas.

1-3-3- Análises Petrográficas

Foram analisadas cerca de 130 lâminas petrográficas dos granitóides Sorocaba e São Francisco, além de cerca de 40 lâminas das rochas encaixantes. Parte destas lâminas estão envolvidas no mapeamento da Folha de Cabreúva e Moreira, (Hackspacher et al., 1988).

Algumas seções polidas foram realizadas para identificação e análise das relações dos minerais opacos.

Após a caracterização petrográfica das lâminas, foram efetuadas estimativas modais destas, através de contagem realizada em função de uma malha mais espaçada entre os perfis de contagem na lâmina, sendo que após esta fase e já definidas as variações das fácies, foram realizadas análises modais em cerca de 30 lâminas, contribuindo assim na definição da porcentagem mineralógica dos trabalhos iniciais. Para análise modal, foi definida uma malha de contagem em função da granulação da rocha, com auxílio de um vernier e um contador de pontos, sendo submetidas à determinações de 600-1000 pontos em 1 ou mais seções em função da granulação da rocha.

Foram realizadas contagens em escala de afloramento utilizando-se de uma placa de contagem de tamanho 40 x 40cm com uma malha de 2 x 2cm, totalizando 400 pontos na estimativa da porcentagem de fenocristais.

Em escala de amostra de mão foram realizadas con-

tagens utilizando-se uma placa de tamanho 7,5 x 7,5cm, com uma malha de 3,0 x 3,0 mm num total de 625 pontos em "fatias" polidas e submetidas à tintura com cobaltonitrito de sódio.

Os valores modais globais da matriz mais fenocrístais foram plotados em diagramas triangulares quartzo (Q), feldspato alcalino (A) e plagioclásio (P) de Streickeisen (1975).

1-3-4- Análise da Tipologia do Zircão

Foram escolhidas cerca de 60 amostras para o método da tipologia do zircão (Pupin, 1976, 1980; Wernick, 1984ab, 1985, 1986; Wernick e Galembeck, 1985, 1986, 1987), que será descrito num capítulo à parte.

O primeiro fator na escolha das amostras foi que estas sobrepujassem-se às amostras laminadas e com análise química de rocha, obtendo-se desta forma, uma melhor avaliação das características mineralógicas e químicas dos granitóides.

Numa segunda etapa, foram escolhidas amostras que tivessem descrições petrográficas, mas como o estado intempérico não possibilitava a execução de análise química, fortaleceu-se assim a caracterização de determinadas fácies mais pobres de bons afloramentos.

As amostras foram inicialmente britadas; posteriormente selecionadas à fração 0,050 e 0,160 mm através de peneiramento, concentração dos minerais pesados por bateamento, por separação eletromagnética foi separado dos paramagnéticos o concentrado de zircão e através do concentrado final, a preparação de lâmina de pó.

Foram contados, na maioria das amostras, em média 100 grãos inteiros e bem formados, com auxílio de um vernier e um contador de pontos.

Os valores obtidos foram lançados no Quadro Tipológico do Zircão (Pupin, 1980), descrito no capítulo V.

1-3-5- Análise Química de Rocha

Para análise química de rocha, foram escolhidas amostras a partir das análises petrográficas de aproximadamente 51 amostras frescas, consideradas representativas das principais fácies reconhecidas nos corpos.

As amostras foram fragmentadas, moídas e pulverizadas, obedecendo sempre aos procedimentos na preparação das amostras, amostras finas a média, amostras em torno de 1 Kg, enquanto para amostras ricas em megacrístais foi utilizado um volume mínimo de 10 vezes o volume médio dos megacrístais, sempre quarteadas em cada fase do processo.

As análises químicas foram realizadas pela Puriqui-
ma Ltda em São Paulo, utilizando os métodos de Via úmida para elementos maiores, Fluorescência de Raios X para elementos traços e Fotometria de Chama para Na e K e pela L.B.P.M., Rio de Janeiro os métodos empregados foram Plasma de Emissão (ICP) por fusão e Na e Rb por Absorção Atômica.

CAPÍTULO II

GEOLOGIA REGIONAL

O presente capítulo tem como objetivo apresentar uma rápida revisão da evolução das atuais classificações das rochas granitóides assim como apresentar uma síntese dos trabalhos referentes a estas rochas para o Estado de São Paulo.

Um segundo enfoque corresponde à área em estudo: a dos granitóides São Francisco e Sorocaba, no contexto geológico regional, com a breve descrição das unidades em questão.

II-1- Revisão das Classificações dos Granitóides

Os granitóides apresentam feições distintas que estão intimamente ligadas a processos petrogenéticos e ambientes tectônicos de formação.

Estes processos permitiram ao lado de classificações de cunhos mineralógicos (IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, 1973), a manutenção e o surgimento de uma série de classificações, refletindo essencialmente diferenças genéticas e ambientes de formação.

Um princípio básico que norteia a maioria das classificações é o conceito clássico da "dualidade" dos granitóides "granitos e granitos", definido por Read (1957) e Raguin (1957), ressaltando as diferenças entre granitos gerados ao nível crustal e granitos gerados à profundidades maiores, intimamente ligados à fase orogênica de colocação dos corpos granitóides.

Chappell e White (1974) e White e Chappell (1977, 1982), em trabalhos nas regiões leste e sudeste do continente Australiano, principalmente na zona orogênica da Tasmânia, reconhecem para estas faixas dois agrupamentos de rochas granitóides que denominou-se de granitóides-I e granitóides-S.

O "tipo I" é resultante da fusão parcial de uma crosta primitiva metaígneia e o "tipo-S", da fusão parcial de material metassedimentar. Portanto as diferenças entre os dois grupos é bem marcante quanto aos aspectos mineralógicos, geoquímicos, enclaves, forma etc, reflexo direto do material que origina o magma.

White (1979) amplia esta classificação com a introdução, ao lado dos granitóides S e I, dos granitóides tipos A e M. O primeiro, de quimismo alcalino (granitos alcalinos anorogênicos) e o segundo, de natureza calci-alcalina de origem mantélica (plagiogranitos).

Desta forma, o tipo I seria o resultado de um processo de "duplo estágio", ou seja, a geração de um magma pela fusão de material crustal profundo ou de derivação mantélica.

Ishihara (1977,1981), para a região do sudoeste Asiático, apresenta um sistema de distinção dos granitóides, classificando-os em Séries Magnetita e Séries Ilmenita.

Esta classificação distintiva abrange corpos granitóides com uma ampla gama composicional, definindo a Séries Magnetita para designar granitos de origem profunda em zonas de subdução com o consumo e fusão parcial da porção superior do manto ou do nível inferior da crosta e a Séries Ilmenita, para designar granitos de origem crustal, gerados a partir da fusão parcial de rochas crustais.

As duas séries são diferenciadas principalmente pelo conteúdo $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO}$, em função de diferentes valores de fugacidade de oxigênio durante a evolução do magma granítico.

Portanto, a Séries Magnetítica, caracteriza-se pela presença de 2% do volume em opacos, apresentando magnetita e ilmenita em proporções 9:1, sendo frequente pirita e calcopirita em grandes quantidades. A titanita e allanita são comuns, com indicações que tal magmatismo é caracterizado por uma progressiva oxidação durante a sua evolução.

A "Séries Ilmenita", apresenta a ilmenita como característica e uma deficiência no volume de opacos em relação a outra série. A pirrotita é o acessório mais comum, juntamente com a monazita e granada. Portanto tal série seria derivada de magmas originados em níveis crustais mais rasos, onde as características de oxidação são menores, impostos principalmente em função das características do material metassedimentar.

Ivanova e Butuzova (1968), baseiam-se em aspectos mineralógicos que retratam diferenças entre uma origem crustal (Ilmenita - Monazita granitos) e uma origem de contribuição mais mantélica (Titanita - Allanita granitos).

Num aspecto comparativo entre estas três classificações, verifica-se que, mesmo que os trabalhos se desenvolvessem

em áreas independentes, vários parâmetros classificativos utilizados são interligados e correspondentes.

Tauson e Kozlov (1973), apresentam uma classificação de granitóides baseada na relação Ba/Rb.

De acordo com esta relação, agrupam-se os granitóides em plagiogranitos com razão Ba/Rb=45; granitos ultrametamórficos (granitos gerados por incipiente fusão parcial) com Ba/Rb=11,2; granitos palingenéticos (fusão total) com Ba/Rb=5,3, com os subtipos "normal e subalcalinos"; granitos plumasíticos (granitos altamente diferenciados) com razão Ba/Rb=0,3.

Wang et al. (1981,1983), em trabalhos realizados em rochas granitóides do sul da China, visam estabelecer as relações entre a gênese das rochas granitóides, suas mineralizações e a origem dos granitóides derivados do manto e da crosta, constituindo na formação das associações graníticas, que evoluíram na distinção de duas séries de granitóides Séries I e II.

O conceito de evolução das duas séries petrogenéticas e de mineralização baseia-se no fato de que uma resposta à dinâmica da tectônica de placas, um mesmo magma pode resultar em uma série de corpos graníticos, caracterizados pela distribuição zonal dos tipos litológicos e seus depósitos no espaço e numa evolução sequencial no tempo.

Portanto, teríamos as Séries I ou Série Nanling originados primariamente da fusão do material crustal, enquanto as séries derivadas dos níveis inferiores da crosta ou do manto superior são denominadas Série II ou Série Yangtse.

Didier e Lameyre (1969), subdividem para o Maciço Central Francês, os leucogranitos dos granodioritos, baseados principalmente na natureza dos enclaves, bem como nos aspectos mineralógicos e petrográficos.

Os leucogranitos, de origem crustal, são caracterizados por enclaves geralmente arredondados de fragmento metassedimentar e residuais lenticulares de biotita ou sillimanita.

Os granodioritos à monzonitos, de geração mais profunda apresentam enclaves de natureza ígnea e residuais de biotita, sem coexistir frações mais aluminosas.

Didier et al. (1980), subdividem os granitos orogênicos em crustais C e misto (ou mantélico) M. O granito crustal C é desmembrado nos subtipos Cs e Ci; o primeiro de fusão parcial de metassedimentos (crustal metassedimentar) e o segundo de orto-

gnaisse (crustal metaígneo).

A compreensão de que além dos níveis genéticos, também processos de evolução têm importância fundamental na constituição das rochas graníticas, encontra-se na proposta de Pitcher (1978,1982), na qual vincula tipos de granitos com diferentes ambientes geotectônicos.

O "Tipo M", ocorre associado à Arco de Ilhas Oceânicas, derivados do manto ou por subducção da crosta oceânica, abaixo do Arco de Ilha Oceânica, inclui os escassos plagiogranitos de Arco de Ilha Oceânica (Tipo Pacífico); "Tipo I" subdividido em dois subtipos: I Cordilheirano (representado por volumosas associações gabro-quartzo diorito-tonalito ligadas às margens continentais ativas), Tipo Andino e ou I Caledoniano, representado pelos granodioritos e granitos ligados ao estágio de descompressão pós-orogênica; o "Tipo S" é representado pelas associações de granitos peraluminosos, originados em zonas de colisão continental (Tipo Cinturão Hercíniano) e de áreas intracratônicas dúcteis, onde a crosta é suficiente espessada para causar fusão parcial; "Tipo A", inclui granitos alcalinos, característicos de áreas estáveis pós-orogênicas, anorogênicas reativadas ou não.

No conceito de séries de granitóides, as rochas são agrupadas segundo a tendência ("trend") exibida pelos granitos e as rochas (intermediárias e básicas associadas) que correspondem na verdade à cristalização de sequência de magmas fracionados.

Entretanto, estas classificações são mais recentes, destacando a classificação modal de Lameyre e Bowden (1982), baseada em tendências de variações modais, onde através do uso do diagrama Q-A-P são discriminadas 7 séries.

A série toleítica (deficiente em K_2O) de composição gabróide à tonalítica, incluem plagiogranitos (oceânicos) como os granitóides toleíticos continentais.

Três séries calci-alcalinas, caracterizadas principalmente pela variação em K_2O presente em função do grau de contribuição mantélica ou crustal, individualizando, uma série calci-alcalina (trondhjemitica), de baixo teor em K_2O , definida pela associação gabro-diorito-trondhjemitito-granodiorito; uma calci-alcalina (normal ou granodiorítica) com teor médio em K_2O , caracterizada pela associação gabro-monzogabro-monzodiorito-granodiorito e uma série calci-alcalina (monzonítica) de alto teor K_2O , caracterizada pela associação monzodiorito-monzonito-grani-

to.

Duas séries alcalinas são distinguidas no grupo dos alcali-feldspato granitos, tanto de origem de magmatismo continental como oceânico.

Séries de granitos crustais, corresponde a granitos crustais de anatexia, ricos em mobilizados silicosos, diferenciados através da fusão seletiva, compreendendo alaskitos e leucogranitos ricos em minerais de composição félsica.

Pupin (1980) apresenta uma classificação petrogenética fundamentada essencialmente no estudo da tipologia do zircão, um dos acessórios comuns dos granitóides. Agrupa os granitóides em 3 grandes famílias: a dos granitos crustais, a dos granitos híbridos (resultantes da interação crosta/manto) e a dos granitos mantélicos, retomando assim basicamente à classificação dos granitos de tipos S, I, M e A.

Através da tipologia do zircão, os granitos crustais são subdivididos em 3 subgrupos (C₁, C₂ e C₃, respectivamente, fusão de metassedimentos, refusão de granitóides crustais e refusão de metaígneas), os granitos híbridos em calci-alcalinos (de pequena, média e grande profundidades) e subalcalinos, enquanto os granitos mantélicos incorporam ao lado dos granitos alcalinos também os granitos toleíticos (plagiogranitos, granitos tipo M).

A caracterização de séries e subséries ("stocks" de Pupin) pelo método do zircão revela, do tipo S para os tipos I, M e A, uma crescente temperatura genética, permitindo assim a elaboração de zoneamentos litológicos/térmicos/genéticos.

II-2- Evolução dos trabalhos petrográficos e mapeamento

Os trabalhos iniciais referentes às rochas granitóides, no Estado de São Paulo devem-se inicialmente a Rego e Santos (1938), que apresentam trabalhos petrográficos e litológicos sobre o batólito da Cantareira; Leonardos (1942), Saldanha e Franco (1946), Knecht (1950), apresentam dentro dos trabalhos de mapeamento, descrições de alguns corpos com sentido mais voltado às mineralizações associadas. Coutinho (1953), apresenta dados litológicos e petrográficos do granito São Roque.

A partir dos anos 60, um maior enfoque é dado a estas rochas com o trabalho de Hasui et al. (1969), onde descrevem

as relações do Grupo São Roque com os corpos intrusivos a oeste de São Paulo.

Ellert (1964) e Hasui (1963) apresentam mapeamento e petrografia do Maciço Cantareira.

Somente no início dos anos 70 é que grande número de trabalhos são desenvolvidos nestas rochas, destacando o de Wernick (1972) que apresenta mapeamento pioneiro de detalhe (faciologia) para o Complexo Morungaba.

Outros mapeamentos faciológicos são os de Vlach (1985) para Maciço Morungaba, Mello et al. (1981), no Granito Itaoca, partes do batólito Socorro (Campos Neto et al., 1984) e no Maciço Piracaia Janasi (1985).

Trabalhos que caracterizem estudos geológicos, petrográficos e litoquímicos em alguns corpos ou províncias são desenvolvidos por Melcher et al. (1973); Wernick e Gomes (1976); Wernick (1979b); Mello e Silva (1984), em corpos da província Ribeira, Wernick et al. (1984); no granito Socorro, Wernick et al. (1984); Campos Neto. (1984a); Campos Neto et al. (1984), nos granitóides alcalinos da Província da Serra do Mar, Wernick et al. (1985a), Mairiporã, (Campos Neto et al. 1984; Wernick, 1986), Nazaré Paulista (Coutinho, 1971; Wernick et al., 1985b), Três Lagos, Guacurí e Parelheiros, (Hasui, 1963; Wernick et al., 1985a) Perus, Wernick et al. (1985b), Cantareira (Wernick e Penalva, 1978; Gomes et al., 1976) Pinhal, (Penalva e Hasui, 1970), Tico-Tico etc.

Os trabalhos de síntese do magmatismo granitóide, devem-se a Hasui et al. (1978), Wernick e Penalva (1978); Wernick (1979a), Wernick et al. (1978), Wernick e Galembeck (1985, 1986); Janasi e Ulbrich (1985).

II-2-1- Trabalhos de Síntese e Classificatórios

Apesar da maioria dos corpos ainda não apresentar um detalhamento suficiente, verificado somente em alguns maciços granitóides, foram realizados alguns trabalhos de síntese que se referem ao magmatismo granitóide do Estado de São Paulo, no âmbito generalizado dos corpos, onde destacam-se os trabalhos de Campos Neto et al. (1984), Hasui et al. (1978), Wernick (1982a, 1984a), Wernick e Penalva (1978) e Janasi e Ulbrich (1985).

Hasui et al. (1978) propõem um esquema de fácies

para rochas granitóides da região de Dobramento Sudeste, incluindo Paraná e São Paulo, excluindo a área ao norte de Piracaia-Jundiá, onde definem 7 fácies que podem ser agrupadas em 4 categorias que compreendem tipos de rochas granitóides reconhecidas no campo (Fig. II-1) baseada na textura, níveis intrusivos, relações de contato, posicionamento tectô-orogênico e distribuição espacial nos blocos tectônicos (Fig. II-6), com a seguinte divisões:

Fácies migmatítica - esta fácies caracteriza-se por ser constituída de ultrametamorfitos evoluídos, mesclados com fases anatexíticas à granitos anatécitos raros e de ocorrência restrita. Tem caráter autóctone, catazonal, apresentando foliações generalizadas e concordantes com a regional com contatos transicionais.

Fácies Cantareira - esta fácies é constituída por um conjunto de tipos petrográficos dos quais o mais comum é o representado por rochas genericamente descritas como granito-gnaisses, de granulação fina a média, foliação marcante, apresentando os termos porfiríticos e porfiróides. A composição é muito variada desde tonalítica à granítica.

Os diferentes tipos petrográficos são decorrentes da forma, variação no tamanho e, principalmente, quantidade e orientação de fenocristais de feldspatos como mostram os quadros (2,3,4,5 da (Fig. II-1)). Os tipos petrográficos descritos mostram passagens transicionais entre si, de forma que foram interpretados como sendo originalmente rochas anatexíticas, seguidas de blastese tardia de intensidade variável.

Fácies Graciosa - eles são isotrópicos, de cor cinza claro a róseo, granulação média/grossa equigranulares a localmente porfirítica, são granitos de acentuada alcalinidade (alcalinos e sub-alcalinos).

Fácies Itu - são constituídos de granito cinza claros a vermelhos com granulação fina a grossa, não foliados, granulares, constituindo corpos alóctones, pós-tectônicos, discordantes.

Fácies Granofírica - constituem pequenos corpos (dique e "plugs" menores de caráter epizonal), ligados a um regime de distensão regional.

As fácies descritas, embora possam aparecer isoladamente, ocorrem frequentemente associadas na constituição dos corpos, devido a falta de mapeamento que discriminam as diferen-

tes fácies petrográficas dentro de uma ocorrência, fica portanto descrita a predominância em cada corpo, como mostra a (Fig. II-2), com predomínio da Fácies Cantareira.

Campos Neto et al. (1984), estudando os granitóides da região de Bragança Paulista, agrupam os diferentes tipos petrográficos em algumas suítes principais, subdividida em fácies petrográficas locais, que correspondem parcialmente às fácies litológicas (Hasui et al., 1978), assim descritas:

Suíte Bragança Paulista - os granitóides desta suíte, variam de quartzo-monzodioritos a granitos, predominando os tonalitos e granodioritos, sendo que no conjunto apresentam tendência da série calci-alcalina granodiorítica. São, caracteristicamente, porfiróides, com fenocristais essencialmente de microclínio em teor e tamanho variáveis e na matriz predominantemente plagioclásio. Exibem no geral incipiente foliação tectônica com os megacristais discretamente orientados.

Suíte Salmão - corresponde a granitos equigranulares a inequigranulares, cinza rosados a cinza claros, granitos inequigranulares ou microporfiríticos róseos e granitos alaskíticos. São discretamente foliados a isotropos, constituindo plutons com dimensões médias de 2 Km² e corpos maiores polidiapíricos de até 25 Km². Dados mineralógicos e geoquímicos permitem enquadrá-los como sendo de derivação crustal, podendo entretanto corresponder a termos mais diferenciados da série calci-alcalina de alto teor de potássio.

Suíte Catapora - engloba um conjunto de mobilizados graníticos, cinza claros a róseos, com estruturas migmatíticas e em bolsões irregulares e veios. Essas estruturas estão intimamente associadas a corpos graníticos e granitos nebulíticos de formas alongadas a sub-ovaladas. Formam corpos intrusivos (injitados) ou massas anatécnicas "in situ". Compreendem granitos róseos, grosseiros a pegmatóides e granitos esbranquiçados, equigranulares a inequigranulares. É característico para estes granitos, a presença de agregados centimétricos constituídos por granadas, granada-biotita-sillimanita, resultando num granito de aspecto manchado. O principal desses corpos é o de Nazaré Paulista, considerado por Hasui et al. (1978), como equivalente à Fácies Cantareira e definido por Wernick (1982a), como resultante de processos anatécnicos de sequências parametamórficas.

Suíte Pinhalzinho - corresponde a stocks, granitos

circunscritos, intrusivos e com dimensões de alguns Km². Litologicamente é composta por monzogranitos róseos e secundariamente por quartzo monzonitos. Os primeiros exibem incipiente foliação e variam de equigranulares a inequigranulares, sendo que os segundos são normalmente, isotrópicos.

Granitóides Isotrópicos - litologicamente variam de quartzo monzonitos a granodioritos. São ora equigranulares ora inequigranulares e granulação variável, entre fina e grossa.

Wernick (1979a, 1982a e b, 1983a, 1984a), em trabalhos sobre a caracterização dos diferentes tipos de granitóides Brasileiros do sul do Brasil, sugere a definição das seguintes linhagens de granitóides para o Estado de São Paulo:

a) Granitos de origem crustal gerados essencialmente por processos anatécnicos. Resultam tanto da remobilização, recristalização e refusão de sequências ortometamórficas e parametamórficas quanto mistas. Estes processos produzem rochas com estruturas migmatíticas que, de acordo com seu grau de evolução, podem ser bastante variadas. Granitóides anatexíticos com estruturas venosa, nebulítica, schlieren, homofânica e oftalmítica predominam nas partes alóctones dos complexos granitóides, enquanto termos mais heterogêneos, acamados, venosos, dobrados etc. predominam nas partes autóctones e parautóctones. Nos tipos schlieren, nebulíticos e homofânicos coexistem texturas residuais metamórficas com texturas verdadeiramente magmáticas do tipo granítica ou intersticial ao lado de frações porfiríticas, aplíticas e pegmatíticas.

b) Granitos resultantes da interação manto/crosta. Este grupo inclui uma gama muito grande de rochas e devido a ausência de dados mais refinados na literatura brasileira é difícil determinar-se a participação relativa dos componentes crustais e do manto, e a seguinte subdivisão para este grupo:

b.1.) Granitos Porfiróides. São caracterizados pela presença de teores variáveis de megacristais predominantemente de microclínio, euhedrais e subhedrais ou ovalados, estes nos termos orientados ou gnáissicos. A matriz, quanto à composição, varia de meta-diorítica, passando por diorítica, monzonítica, quartzo diorítica (tonalítica), granodiorítica até granítica. Dentro desta linhagem distinguem-se dois tipos estruturais, um representado por gnaisses porfiróides e outro por granitos porfiróides maciços, homogêneos.

Quanto à cor dos megacrístais, os granitos porfíróides são agrupados em três suítes a saber:

b.1.1.) Suíte rosa, nas quais os megacrístais são vermelhos, cor de carne ou várias tonalidades de rosa.

b.1.2.) Suíte cinza, nas quais os megacrístais são cinzentos, cinzentos esbranquiçados ou esbranquiçados.

b.1.3.) Suíte esverdeada ou charnockítica, nas quais os megacrístais têm cor característica cinza esverdeada.

c) Rochas granitóides com feições texturais "tipicamente" magmáticas. Também este grupo comporta amplas variações sob aspecto textural e composicional. Exibem variedades equigranulares, inequigranulares, porfirítica, pegmatíticas, aplíticas, granofírica etc. As variedades porfiríticas contém fenocrístais de feldspato e/ou quartzo e/ou máficos (biotita e/ou anfibólios) em matriz de granulação fina a média.

Wernick e Galembeck (1985,1986), apresentam um estudo sistemático dos principais corpos granitóides do Estado de São Paulo, através do método tipológico do zircão, visando caracterizar aspectos genéticos e zoneamento magmático regional (Fig. II-3).

Vlach (1985) apresenta um mapeamento faciológico do complexo Morungaba, onde reconhece 31 fácies granitóides agrupadas em três suítes magmáticas denominadas: róseas, cinzenta e porfirítica.

A suíte rósea é formada por quartzo-monzonitos, granitos 3b e 3a, equigranulares de granulação média a grossa e por granitóides pórfiros que afloram como corpos alongados e sub-circulares, em menor porporção, apresentando em partes uma tendência calci-alcalina granodiorítica-monzonítica.

A suíte cinzenta agrupa fácies equigranulares de granulação fina a média formadas por granitos 3b e subordinadamente granodioritos, apresentando-se como rocha mais antiga que a suíte rósea, exibindo característica provavelmente metassedimentar para as fácies hololeucocráticas e origem híbrida para as fácies leucocráticas.

A suíte porfirítica é constituída por quartzo monzonito, granitos 3a e 3b, predominantemente porfiríticos, de granulação média a grossa, sendo anteriores aos granitóides equigranulares, originada por fusão de materiais da crosta inferior.

Os dioritos compreendem em parte, rochas híbridas

derivadas por interação de rochas dioríticas mais máficas do embasamento com magma granitóide das suítes Róseo e Cinzenta.

Janasi (1985) em trabalhos no Maciço de Piracaiá, define 29 fácies identificáveis, de composição predominante de monzodioritos e monzonitos, mas com variações até alcali-quartzo sienito e álcaligranitos.

Janasi e Ulbrich (1985), apresentam os vários agrupamentos ou suítes de granitóides do Estado de São Paulo, definidos em domínios geográficos limitados por descontinuidades de grande expressão das áreas cristalinas do Estado de São Paulo, (Fig. II-4), segundo a compartimentação em blocos, admitida por Hasui e Sadowski (1976) e Campos Neto e Basel (1983a).

II-2-2- Tipos de Complexos Granitóides

Na tentativa de relacionar os tipos de Complexos Granitóides Brasileiros, torna-se necessário definir e enumerar os principais períodos, níveis e tipo de colocação destes corpos.

Eskola (1932) apud Marmo (1971), define a classificação para as rochas granitóides quanto ao evento tectônico principal em pré-tectônica, sin-tectônica, tarditectônica e pós-tectônica.

Read (1957) considerando a tipologia de níveis crustais alcançados e o tempo de alojamento, propôs a "série dos granitos" em autóctones (concordantes, migmatíticos, pré-a sin-tectônicos) para-autóctones (em geral, concordantes e migmatíticos com poucos mobilizados sintectônicos) intrusivos (discordantes de origem magmática, sintectônicos) e plutons (discordantes e intrusivos pós-tectônicos), sendo os termos intrusivos e plutons definidos como alóctones, (Hutchinson, 1970; Hasui et al., 1978).

Buddington (1959) classifica três níveis de colocação de magmas graníticos, cata-meso-epizona, segundo as seguintes características:

Os catazonais têm forma variada, são foliados e comumente porfiroblásticos e apresentam contatos transicionais, concordantes e estruturas migmatíticas, como exemplo, Fácies Cantareira de Hasui et al. (1978), ou Fácies Catapora de Campos Neto et al. (1984).

Os mesozonais, são intrusivos, parcialmente concor-

Fig. II 4 - Mapa de localização das principais ocorrências de grani-
tóides, descontinuidades e domínios definidos no embasa-
mento do Estado de São Paulo (Janasi e Ulbrich, 1985).

dantes, podendo exibir foliação fluidal nas bordas (Fácies Cantareira, Hasui et al., 1978; Bragança Paulista e Catapora, Campos Neto et al., 1984; os corpos discordantes são nitidamente circunscritos e intrusivos, são alongados e alojados paralelamente ao eixo de deformação das encaixantes (Fácies Cantareira) os irregulares ou ovalados (Fácies Graciosa, Itu, Hasui et al., 1978; Fácies Salmão, Pinhalzinho, Isotrópica, Campos Neto et al., 1984.

Os epizonais seriam discordantes, com características intermediárias (Hasui et al., 1978, Granofírica e Isotrópica).

Wernick (1982a, 1983a) examinando a forma, dimensões, estruturação e composição dos complexos granitóides brasileiros do sul do Brasil verificou que os mesmos podem ser agrupados em algumas poucas categorias principais, das quais, pode-se citar os seguintes tipos para a região em foco:

a) Complexos Anatexíticos de Estruturação Interna Complexa. - Constituem grandes áreas de centenas de quilômetros de extensão e formato alongado ou irregular. Apresentam tanto contatos transicionais para áreas gnássicas e/ou granulíticas quanto abruptas por falhas, em relação a estes mesmos terrenos ou com áreas ectiníticas de baixo grau metamórfico. Apresentam estruturação interna muito complexa, compreendendo porções ascensionais distintas (porções autóctones, para-autóctones e alóctones) e uma ou mais fases de anatexia, com intensidade variável. Muitas vezes estes corpos exibem um verdadeiro zoneamento, com núcleo nebulítico, envolto por anéis de estruturas migmatíticas cada vez menos evoluídos. Estes complexos são constituídos por duas linhagens distintas de granitóides com estruturas migmatíticas ou pela íntima associação entre ambas. A primeira é constituída por anatexitos com estruturas diversas de composição geral calci-alcalina. Seus restitos são, via de regra, representados por anfibólitos e biotititos. A segunda é constituída por anatexitos frequentemente peraluminosos contendo micas, granadas, sillimanita, cordierita, etc., e seus restitos são quartzitos, rochas calci-silicáticas e outras rochas de natureza parametamórfica. As duas linhagens associam-se quantidades variáveis de granitóides porfiróides geralmente dos tipos gnáissicos oftalmíticos. Exemplos representativos destes complexos são amplas áreas do Complexo Pinhal e da Suíte

Catapora de Campos Neto et al. (1984).

b) Complexos Polidiapíricos - São complexos predominantemente mesozonais, polifásicos, constituídos pela coalescência de diápiros com dimensões e composições variáveis, coletados ao longo de zonas de fraquezas crustais de longa atividade.

Os complexos polidiapíricos apresentam formas ovaladas que atingem até 200Km² ao longo do seu eixo maior. Exemplos expressivos são os Complexos Três Córregos, Agudos Grandes e Natividade. A variação composicional desses complexos é muito grande, constituídos essencialmente por litologias da linhagem dos granitos porfiróides maciços com porções maiores de gnaisses porfiróides. A estes granitos porfiróides associam-se quantidades menores do terceiro grupo de granitóides, representados pelos tipos equi-, inequigranulares porfiríticos e granofíricos, ao lado de fácies aplíticas e pegmatíticas.

Wernick (1983) apresenta, esquematicamente, a evolução desses complexos polidiapíricos. Procura vincular os aspectos texturais, estruturais e composicionais com as porções apicais, medianas e basais dos diápiros. Os diversos tipos litológicos são a expressão da própria estruturação dos diápiros: a porção basal (raiz) onde, por ação tectônica as rochas estão fortemente deformadas; a porção mediana, homogênea e frequentemente diferenciada, onde coexistem rochas equigranulares e porfiríticas, básicas a intermediárias, e a porção apical onde se associam rochas porfiróides e rochas equigranulares de composição ácida. Como o nível de intrusão dos diápiros é variável, podem coexistir num mesmo nível erosional todos os mencionados tipos litológicos.

c) Complexos Poli-Episódicos. - São corpos meso-a epizonais nos quais a tectônica plástica predomina sobre a tectônica rígida durante o alojamento dos corpos granitóides. São, em realidade, verdadeiros plutons de dimensões médias a pequenas, com formas predominantemente arredondadas ou ovaladas, aparentemente homogêneos. O seu exame em detalhe revela, entretanto, uma estruturação complexa com ocorrência de numerosas fácies petrográficas e várias fases intrusivas. Um exemplo típico para esta categoria é representado pelo granito de Itaóca.

d) Complexos Polifásicos. - São grandes complexos nos quais se associam complexos anatexíticos com um ou mais representantes das demais categorias previamente descritas. Tais casos ocorrem em partes do Complexo Pinhal. Estes complexos atestam uma longa e

complexa história evolutiva, no caso do Ciclo Brasileiro do Sul do Brasil por mais de 200 Ma, já que os granitóides anatexíticos têm idade em torno de 650 Ma e os mais jovens que os cortam 450 Ma, englobando granitóides sin-, tardi- e pós-tectônicos.

II-2-3- Trabalhos Geocronológicos

As datações radiométricas disponíveis encontram-se enumeradas em poucos trabalhos e só a partir de trabalhos de detalhamento é que se desenvolvem datações das diversas fácies mapeadas.

Cordani e Bittencourt (1967), apresentam idades K-Ar efetuadas em minerais separados em diversos metamorfitos e corpos magmáticos do Grupo Açungui ou São Roque, caracterizando idades próximas a 590 Ma para granitos tarditectônicos, entre 500 a 580 Ma para granitos pós-tectônicos, e para o granitóide São Francisco apresenta idade 540 ± 25 Ma.

Cordani e Kawashita (1971), em função das datações Rb-Sr, disponíveis, definem em termos absolutos 660 Ma e 540 Ma para as intrusões tardi e pós-tectônicas; Hasui e Hama (1972); Vandomos e Franco (1966), definem idades K-Ar de 540 Ma para corpos granitóides pós-tectônicos. De uma forma geral as idades situavam-se dentro do intervalo 620-470 Ma do Grupo São Roque e granitóides; Hasui et al. (1978), indicam para a Fácies Cantareira através de isócronas de referência uma idade de 608 ± 48 Ma e para a Fácies Itu 541 ± 11 Ma. As idades K-Ar variam para as diferentes fácies entre 650 e 450 Ma.

Hasui e Hama (1972), realizaram análises pelo método K-Ar em diferentes rochas do Pré-Cambriano Paulista, provenientes da região de São Paulo-Jundiaí-Sorocaba.

No grupo São Roque dois filitos mostraram idades de 622 e 556 Ma, e um metabasito originado em fases anteriores à evolução geossinclinal, apresentou a idade 714 Ma. Esta idade é a mais antiga obtida para um metamorfito do Grupo São Roque.

Wernick (1978) define duas orogêneses na área estudada, uma, relativa ao ciclo Tranzamazônico e outra, ao Brasileiro, sendo que as idades relativas dos granitóides de Morungaba foram incluídas nesta última isócrona com $690 \pm 2,0$ Ma. e $RI = 0,706$.

Wernick et al. (1981a), fixam a idade da linhagem

anatética em torno de 650 Ma, os porfiróides em torno de 600 - 550 Ma e os granitóides pós-tectônicos, alóctones entre 550 e 450 Ma.

Vlach (1985), em trabalhos no Complexo Morungaba, caracteriza três suítes:

A rósea, com idades Rb/Sr de 580 Ma, suíte cinzenta com idade de 590 Ma e a suíte porfirítica com 610 Ma.

Tassinari et al. (1985) realizaram datações radiométricas em amostras de um metaconglomerado que aflora na Rodovia Anhanguera no trevo para o Pico do Jaraguá. De 7 amostras coletadas, foram calculadas as idades de seixos granito-gnáissicos de 4 delas, e da matriz nas restantes, pelo método Rb-Sr. O método K-Ar foi empregado em concentrados de biotita advindos dos seixos e das matrizes.

A idade calculada para os seixos granito-gnáissicos foi de 1200 ± 100 Ma, enquanto que na matriz foi de 800 Ma. A idade de 1200 Ma refletiria a época de metamorfismo principal responsável pela formação da associação mineralógica metamórfica e pela orientação dos minerais, sendo que a idade próxima a 800 Ma pode ser interpretada, preliminarmente, como a época do metamorfismo principal que afetou os sedimentos do Grupo São Roque na região do Pico do Jaraguá, relacionado, possivelmente, à sua primeira fase de deformação. Além disso, as idades de 615 ± 11 Ma e 628 ± 10 Ma, calculadas para as biotitas, refletem a época do resfriamento regional da área em estudo.

Tassinari (1988), apresenta para a porção leste e sudoeste do Estado de São Paulo, com base em estudos isotópicos Sr e Pb, a caracterização da evolução pré-cambriana desta região, bem como o levantamento das datações já elaboradas nesta área, caracterizando um intervalo 500-550 Ma para as atividades graníticas pós-tectônicas.

II-3- Unidades Litoestratigráficas

A área central de estudos propostos corresponde basicamente ao Conjunto São Roque como definido por Hasui (1975) sem considerar o Bloco Juqueri que é limitado pelo Falhamento São Roque.

Constitui-se predominantemente pelas rochas epimetamórficas do Grupo São Roque; granitóides (Sorocaba, São Fran-

cisco e Pirapora), hornfels associados e Rochas Fanerozóicas.

As unidades litoestruturais, referíveis aos Complexos Metamórficos Amparo e Itapira, afloram fora dos limites da área em questão e portanto deverão ser discutidas brevemente.

II-3-1- Complexo Amparo

Foi caracterizado litologicamente por Wernick (1967) e elevado à categoria do Grupo por Ebert (1968), correlacionando-o ao Grupo Barbacena. Considerado como pertencente ao Bloco Jundiá, ocorreria a norte dos Falhamentos de Jundiuvira e Itu. Na altura de Bueno Brandão, para leste, sua área de exposição sofreria um estreitamento local, passando a constituir uma faixa situada entre os Complexos Graníticos de Socorro e Pinhal, em relação aos quais exibiria contatos eminentemente tectônicos, dados pelos Falhamentos de Jacutinga e Inconfidentes. A área de exposição do Grupo Amparo foi estendida por Wernick (1978) até as proximidades de Heliódora, bem como para o interior do Bloco Pinhal.

O Grupo Amparo foi considerado, inicialmente, como uma unidade essencialmente metassedimentar, que foi metamorfizada em condições da fácies anfibolito e, mais localmente, granulito. Seu arcabouço litológico seria representado por biotita e/ou hornblenda gnaisses com predominância generalizada de plagioclásio entre os feldspatos e, subordinadamente, gnaisses portadores de granada, diopsídio ou sillimanita, exibindo estruturas listrada, fitada ou bandada e textura predominantemente granoblástica-cataclástica. Comum seria a ocorrência de gnaisses anatexíticos, diatexíticos e granitos autóctones, heterogêneos. Neste arcabouço ocorreriam intercalações frequentes e extensas de gnaisses graníticos, gnaisses porfiroblásticos, quartzitos, gonditos, xistos, gnaisses calci-silicáticos, mármore, além de metabásicas e metaultrabásicas.

Wernick e Penalva (1973), interpretaram o Grupo Itapira de Ebert (1984), como correspondendo a uma variação faciológica do Grupo Amparo e levantaram a hipótese de representarem possivelmente, a passagem de condições de miogeossinclinal (Grupo Itapira) para eugeossinclinal (Grupo Amparo).

Estudos geocronológicos envolvendo rochas dos Grupos Amparo e Paraíba levaram Wernick et al. (1976), a considerá-

los equivalentes e originados por metamorfismo regional no Ciclo Transamazônico, e afetados termalmente no Brasileiro. Nesta ocasião os referidos autores consideraram o Grupo Barbacena como sendo o embasamento do Grupo Amparo.

Entretanto, Fiori (1979), redefiniu o Grupo Amparo, retirando de sua constituição litológica as rochas granulíticas, embrechitos, anatexitos, gnaisses graníticos e parte dos gnaisses porfiróides. Estas rochas foram alocadas ao embasamento do Grupo Amparo, tido como do Proterozóico Inferior.

A denominação de "Complexo" Amparo foi dada por Cavalcante et al. (1979), que incluía no Grupo Amparo, parte das litologias do Grupo Itapira e os granitóides e ortognaisses da região de São Gonçalo do Sapucaí e Silvianópolis. Já para Campos Neto e Basei (1983a), o termo Complexo Amparo seria para uma unidade composta por dois grupos distintos, o Grupo Amparo, ocupando antiformes, e o Grupo Itapira, os sinformes, conforme concepção original de Ebert (1984) para os referidos grupos.

Mais recentemente, Wernick e Artur (1983a e b), Artur e Wernick (1984) e Artur (1988) consideraram o Complexo Amparo como sendo uma unidade da infra-estrutura, constituída por associações litológicas originariamente do Arqueano, fortemente migmatizadas durante o Ciclo Transamazônico. Desta maneira, sua constituição passa a ser essencialmente ortometamórfica, que representa o embasamento do Grupo Itapira.

O Complexo Amparo nas suas mais diversas definições foi considerado sucessivamente como referível ao Pré-Cambriano Superior (Ebert, 1968); Pré-Cambriano Inferior (Artur, 1980; Fonseca et al., 1979; Wernick, 1978), e mais recentemente, Arqueano intensamente retrabalhado no Ciclo Transamazônico (Artur, 1988); Arqueano (Artur e Wernick, 1984). Ao nível atual dos conhecimentos lhe são atribuídas até cinco fases de dobramento (Artur, 1980; Fiori, 1979; Campos Neto e Basei, 1983a, b).

II-3-2- Complexo Itapira

Definido originalmente por Ebert (1984) na região homônima o Grupo Itapira ocorreria numa restrita faixa situada entre os maciços graníticos Pinhal e Socorro. Esta faixa teria a estruturação de um mega lanticlinal constituída por sinclinais e anticlinais; os primeiros, ocupados pelo Grupo Itapira e os se-

gundos, pelo Grupo Amparo, seu embasamento. O Grupo Itapira apresentaria um arcabouço litológico constituído por biotita muscovita granada gnaisses e mica-xistos com intercalações mais ou menos possantes de muscovita quartzitos, parcialmente arcosianos e/ou calci-silicáticos, metarcósios quartzíticos e metagrauvacas e raras lentes de esteatito e serpentinito. O metamorfismo do Grupo Itapira seria mais baixo, atestado por anatexia apenas local, e a granulação das rochas mais fina que feições equivalentes do Grupo Amparo. Ainda segundo o mesmo autor, o Grupo Itapira seria similar ao Grupo Andrelândia, e apenas a falta de continuidade física levou-o a separá-los com nomes próprios.

Para Wernick e Penalva (1973), não seria possível, na região de Itapira, distinguir o Grupo Amparo do Grupo Itapira baseado nos critérios utilizados por Ebert (1984). Não reconheceram o padrão estrutural representado pela alternância de sinclinais/anticlinais especiais.

Entretanto, mais tarde Wernick et al. (1976) aceitaram a proposição de Ebert (1984) ao separarem, ao nível regional uma sequência mais jovem (Grupo Itapira) de seu embasamento (Grupo Amparo) atribuindo-lhes, respectivamente, idades brasileira e transamazônica.

Cavalcante et al. (1979) por sua vez, retornam ao conceito de Wernick e Penalva (1973), ao reunirem novamente as duas sequências, agora sob a denominação de Complexo Itapira. Definiram o Complexo Itapira como constituído por rochas gnáissicas de composição variável, em grande parte deformadas, bem como rochas calci-silicatadas, com frequentes intercalações de anfibolitos e seus derivados migmatíticos, além de quartzitos, mármore, e gonditos.

Uma visão diferente foi apresentada por Wernick e Artur (1983a,b) ao caracterizarem terrenos de infra-estrutura e sequências supracrustais, os primeiros, de idade arqueana e os segundos, transamazônicos. As sequências metassedimentares foram consideradas como pertencentes ao Grupo Itapira e os terrenos ortognáissicos do embasamento ao Grupo Amparo.

Machado Filho et al. (1983) voltaram à concepção original de Ebert (1971) ao admitirem a existência da estruturação constituída por anticlinais e sinclinais, com o Grupo Amparo (Pré-Transamazônico) representando o embasamento do Grupo Itapira (Transamazônico).

Quanto à área de ocorrência do Grupo Itapira, foi sucessivamente ampliada ou reduzida. Assim, Cavalcante et al. (1979), estendem o Complexo Itapira até a região de Campinas sob a forma de uma faixa mais ou menos paralela à borda da Bacia do Paraná e limitada ao norte pela Falha de Jacutinga. Já Batista et al. (1986), novamente ampliam a sua ocorrência, estendendo-a até a Falha de Jundiuvira (onde entra em contato com o Grupo São Roque) nas proximidades de Jundiá e Atibaia.

II-3-3- Grupo São Roque

Gonzaga Campos (1889) foi o primeiro autor a se referir a "Camadas São Roque" para calcários magnesianos silicosos que ocorrem na margem do rio Sorocaba.

"Séries São Roque", foi definida por Moraes Rego (1930) para metassedimentos identificados a W e N da cidade de São Paulo. Estes metassedimentos eram interpretados como uma extensão para nordeste do Açungui; portanto, apresentando a esta denominação um caráter geográfico, motivo pelo qual levou vários autores a abandonar o primeiro nome em função da prioridade do segundo.

"Séries Assunguy", foi referida pela primeira vez no Estado do Paraná por Derby (1878); posteriormente, foi retrabalhada por Oliveira (1927).

Leonardo e Guimarães (1931), propuseram a correlação das séries São Roque - Assunguy equivalentes à Série Minas.

Moraes Rego (1933) procurou delimitá-la, descrevendo aspectos diversos desta sequência, bem como o estudo de alguns granitóides. Na Carta Geológica do Estado de São Paulo (1947) torna-se definitivo o termo "Série São Roque" dado aos anfibolitos, calcários, xistos, filitos e quartzitos de Idade Proterozóica.

Knecht (1949, 1950), em trabalhos na região de Sorocaba, na caracterização de bens metálicos, caracteriza "Série São Roque" para a sequência metassedimentar, como Almeida (1955).

Coutinho (1953) em estudos no município de São Roque, caracterizou para as rochas metassedimentares, a composição predominante de sedimentos argilosos metamorfizados, constituindo os filitos as rochas mais frequentes, mas, ocorrendo quartzitos e

calcários associados. Ocorrem metaconglomerados, ricos em seixos quartzíticos e graníticos de tamanho variáveis e em grandes proporções, considerando como um conglomerado basal de formação.

Coutinho e Takeda (1955), em trabalhos nestes níveis conglomeráticos do Estado de São Paulo, constataam a sua constância como um nível basal da sequência metassedimentar no Paraná e São Paulo, utilizando para ela o termo "Série Acungui", fazendo prevalecer o termo adotado por Derby (1978).

Cordani et al. (1961) ao estudarem os metassedimentos da Série São Roque, na região do Jaraguá, dividiram-nos em 3 unidades litológicas: o pacote superior, caracterizado predominantemente por quartzitos com pequenas intercalações de sericita-xistos e meta-arcósio, apresentando contato gradacional para unidades intermediárias, dominadas pelos sericita-xisto e a parte basal dominada por meta-arcósios conglomeráticos com pequenas intercalações de sericita-xistos.

Marini et al. (1967) atribuíram à categoria de "Grupo" à Série Acungui, a designação de "Grupo São Roque" pelo Instituto Geográfico e Geológico (1963), sendo que as duas unidades estariam separadas pela Falha de Taxaquara (Hennies et al., 1967).

Hasui et al. (1969) retomam a designação São Roque, conferindo-lhe um carácter de Grupo, "Grupo São Roque", restringindo seu uso a ectinitos ao norte da Falha de Taxaquara.

A partir destes trabalhos, as controvérsias da designação de Grupo São Roque e Grupo Acungui, ainda persistem para alguns autores em função das semelhanças litológicas e metamórficas, ficando a continuidade geográfica entre ambas, se existente, obstruída pelos sedimentos da Bacia do Paraná.

Coutinho (1971) considerando os levantamentos geológicos realizados ao Sul do Estado de São Paulo, que demonstram um carácter de continuidade geográfica entre os Grupos São Roque e Acungui, propõe reunir as duas unidades, prevalecendo o nome Assungui.

Hasui (1973) observou estruturas internas indicando uma evolução estrutural representada por condições tectônicas distintas possibilitando a separação dos dois grupos como componentes de bacias geossinclinais distintas, ou de diferentes zonas dentro de uma mesma bacia. Hasui (1975) levando em consideração o padrão de organização transversal do Sistema Ribeira, admite que

é possível se caracterizar os dois grupos em bacias distintas.

Para Hasui et al. (1975) o Grupo São Roque se distinguiria do Grupo Açungui por conter duas fases de deformação e se localizaria a norte do Falhamento de Taxaquara (Conjunto São Roque), enquanto o outro grupo possuiria três fases de deformação, localizando-se a sul do mesmo falhamento (Conjunto Parana-piacaba).

Hasui et al. (1976) propuseram uma tentativa de divisão estratigráfica do Grupo São Roque em duas formações: a unidade inferior, constituída de metapelitos com lentes de quartzito, metaconglomerados e meta-arcósios, que para o topo, cedem lugar a lentes de calcário e dolomitos (Formação Boturuna) e a unidade superior, que é constituída predominantemente por associações rítmicas de quartzitos, metassiltitos ou filitos (Formação Piragibú).

Figueiredo et al. (1982) sugerem uma sequência vulcanossedimentar para o Grupo São Roque, em função da identificação de estruturas "pillow-lavas" nas rochas metabásicas da região de Pirapora do Bom Jesus, confirmadas posteriormente por Coutinho et al (1982), Carneiro (1983) e Juliani e Beljavskis (1983).

Coutinho et al. (1982) reconhecem na região a SE da Serra Itaberaba, o Grupo São Roque, constituído por uma sequência vulcanossedimentar capeada por detritos "flyschóides", transformados por metamorfismo de baixo grau (fácies xisto verde) em um pacote litologicamente heterogêneo, com predominância de sericita xistos, orto e para-anfibolitos, quartzitos e rochas calci-silicáticas.

Campos Neto et al. (1983b) propuseram uma litoestratigrafia para o Grupo São Roque que apresentaria na parte inferior, um pacote de anfibolitos basais, sucedidos por meta-arenitos, como intercalações a essas rochas ocorreriam meta-arcósios, meta-arenitos, e micaxistos e, no topo, a sequência de filitos.

Carneiro (1983) em estudos da região do Pico do Jaraguá e Serra dos Cristais, considera o Grupo São Roque composto por metapsamitos impuros, metapelitos, metamargas, meta-arenitos bandados, com intercalações de metavulcânicas básicas e riódacíticas e anfibolitos atribuindo a esta um carácter de sequência vulcano-sedimentar.

Santoro (1984) reconhece na Folha de Cabreúva lito-

logias dos Grupos São Roque e do Complexo Amparo acima do Falhamento Jundiuvira, com idades semelhantes às atribuídas por Carneiro (1983).

Carneiro et al. (1984) na mesma área em questão, definem para esta sequência, 4 pacotes litológicos, constituídos por metapsamitos impuros com anfibolitos e metavulcânicas intercaladas na base, metapelitos com anfibolitos intercalados, metamargas e metapsamitos rítmicos.

Carneiro et al. (1984a) mapeando a Folha Santana do Parnaíba, reconhecem o mesmo empilhamento anterior.

Juliani e Beljavskis (1983), definiram para a região da Serra Itaberaba duas unidades: uma sequência inferior, constituída por uma sequência vulcano-sedimentar e a sequência superior, por sedimentos clásticos.

Juliani et al (1986) em continuação aos trabalhos desenvolvidos na área supra citada, separam a sequência inferior do Grupo São Roque, criando o Grupo Serra de Itaberaba (Proterozóico Inferior) com base nos aspectos litológicos e tectônicos, ambientes de sedimentação e grau metamórfico.

Batista et al. (1986) não reconhecem diferenças estruturais entre os metassedimentos a norte e a sul da Falha de Jundiuvira, colocando lado a lado na coluna estratigráfica e referem-se ao Grupo São Roque e Grupo Itapira, apesar das diferenças metamórficas.

A partir deste histórico sobre os conhecimentos do Grupo São Roque é possível mostrar-se um quadro geral, caracterizando as rochas desta unidade.

O Grupo São Roque possui um conjunto metapelítico composto por filitos, quartzo, filitos e filitos grafitosos em intercalações rítmicas, com metassiltitos, quartzo-mica xistos e quartzitos em menores quantidades que aparecem em toda área de ocorrência da unidade. Essas litologias gradam para xistos a biotita e/ou muscovita, clorita xistos e quartzo xistos com intercalações de metassiltitos, filitos, metagrauvacas, calcários dolomíticos e rochas calcissilicatadas que aparecem desde Perus até à região extrema a nordeste.

Os metapsamitos são constituídos por quartzitos feldspáticos e metarcósios e metagrauvacas em menor escala, as quais se apresentam em lentes alongadas principalmente próximos a Alumínio, Pirapora e Guarulhos.

Nas proximidades de Votorantim, São Roque e Pirapora - Cajamar, aparecem as rochas carbonáticas, representadas por calcários dolomíticos e calcíticos e hornfels calcissilicatadas nas bordas das intrusões graníticas. Rochas metaconglomeráticas são representadas por pequenos corpos, ocorrendo com destaque na região do Pico do Jaraguá.

Os corpos metabásicos são representados por meta-dioritos e anfibolitos principalmente, que ocorrem com maior evidência próximos à Serra de Itaberaba; a norte de Barueri e nas proximidades de Alumínio. A partir da Falha de Sertãozinho até à porção final a nordeste, o Domínio São Roque é constituído por uma sequência de gnaisses metamorfizados na fácies anfibolito e, parcialmente, migmatizados subordinadamente, ocorrem anfibolitos, xistos granatíferos, quartzitos, que provavelmente devem corresponder ao embasamento do Grupo São Roque expostos.

II-3-4- Granitóides Sorocaba, São Francisco e Pirapora

O Granito Sorocaba, definido inicialmente como granito Varejão (Florence, 1907), constitui um corpo alongado com direção preferencial ENE-WSW, desde Salto de Pirapora, parcialmente encoberto pelas rochas da Bacia do Paraná, até sul de Cabreúva.

O Granito São Francisco designado no mapa de Cordani e Bittencourt (1967) como granito Pirapora, apresenta-se com forma ovalada, seccionado a sul pelo Falhamento de Pirapora (Henries et al., 1967).

Saldanha e Franco (1946); Knecht (1940, 1950, 1949) em trabalhos na Serra de São Francisco e áreas vizinhas, descrevem o granito Sorocaba como granito porfirítico anfibolítico e o granito São Francisco como granito porfirítico, sendo que neste é que se desenvolvem os trabalhos em função das ocorrências, inicialmente descritas por Knecht, de wolfranita em graisen e veios de quartzo, posteriormente identificando cassiterita e molibdenita, arsenopirita e pirita.

No trabalho de Saldanha e Franco (op cit) caracterizou-se a wolfranita em veios de quartzo para o granito Sorocaba.

Hasui et al. (1969) designam de "granitos", ambos os corpos em função basicamente das suas composições predominan-

tes de feldspato-potássico (microclínio), plagioclásio albitico, quartzo e máficos principalmente a biotita.

Os acessórios mais comuns são: muscovita, fluorita, sericita, apatita, epidoto, pirita e zircão. Quanto à forma, classificam-no como "stock" sintectônico ao mesmo tempo que no decorrer das descrições designam de "maciço" ou "batólito".

Hasui (1975) confirma as descrições anteriores e designa o pequeno corpo granítico entre os Falhamentos de Taxaquara e Pirapora, de Maciço de Pirapora que difere dos demais por apresentar uma riqueza maior em biotita, equigranular fino, de formação maior, cor mais escura e composição menos ácida, tendendo de quartzo diorito à granodiorítico, descritos por Moraes Rego e Souza Santos (1938) e designados de granito Pirituba.

Hasui et al. (1978) classificam-nos de Fácies Cantareira sendo o São Francisco e Sorocaba, do tipo Varejão e o Pirapora, do tipo Pirituba.

Wernick e Galembeck (1985 e 1986), apresentam uma evolução para estes corpos no âmbito do Domínio São Roque, verificando zoneamento de níveis genéticos cada vez mais profundos, para W ou próximos às bordas da Bacia do Paraná.

Portanto, os Maciços Sorocaba e São Francisco seriam calci-alcalinos, de elevada temperatura, com fácies rapakivi e apresentam partes dos maciços com características subalcalinas ou com tendências alcalinas, em função da superposição espacial dos granitos calci-alcalinos e subalcalino.

O Maciço Pirapora é classificado como calci-alcalino de média profundidade de formação.

Portanto, verifica-se que o nível de mapeamento e trabalhos específicos nestes dois corpos encontra-se numa fase inicial, necessitando de mapeamentos faciográficos bem como estudos petrográficos e litoquímicos mais detalhados.

II-3-5- Rochas Sedimentares Fanerozóicas

Ocorrem basicamente rochas relacionadas ao Grupo Itararé e sedimentos recentes.

As rochas designadas "Série Itararé" (Oliveira, 1916), "Formação Itararé" (Washburne, 1930) e "Grupo Itararé" (Schneider et al., (1974), constituem-se na parte basal, predominantemente, por folhelhos rítmicos, e ritmitos e, em menores pro-

porções, diamictitos, conglomerados e arenitos. A parte média é representada por siltitos e ritimitos e a sequência de topo, por arenitos grosseiros e conglomeráticos.

Estes sedimentos encontram-se em pequenas manchas isoladamente entre os interflúvios, ou assentam-se sobre a sequência do Grupo São Roque, caracterizando uma superfície de erosão.

Os sedimentos recentes constituem os depósitos de fundo de vale, ocorrendo junto à malha hidrográfica das principais drenagens ou recobrem partes da área, mas apresentando-se em pequenas espessuras não mapeadas, denominadas "coberturas coluvionares".

II-4- Geologia Estrutural e Geotectônica

O primeiro modelo geotectônico desenvolvido para as regiões de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais se deve a Ebert (1968, 1984), reconhecendo os Araxaídes e Paraibides, como ramos de um cinturão geossinclinal, desenvolvido no Assíntico sobre um embasamento arqueano. A faixa Araxaídes teria sua parte interna exposta em São Paulo entre Pinhal, São José do Rio Pardo e Caconde, com orientação geral NW-SE e vergência para NE. A faixa Paraibides expor-se-ia da região de Jundiá-São Paulo-Santos para leste, mostrando uma zona de divergência ao longo do vale do rio Paraíba, sendo opostas as vergências de um e outro lado, admitindo-se que esta faixa tivesse continuidade para o Paraná.

Na década de 60, a região do sudeste foi caracterizada como um domínio de atuação do Ciclo Brasileiro a sul e sudeste do Cráton do São Francisco (Almeida, 1967). Esse domínio foi chamado primeiramente Cinturão Paraíba do Sul, mas depois esse nome passou a ser usado para uma unidade geotectônica transamazônica, denominada Cinturão Paraíba do Sul, introduzindo-se a denominação Cinturão Ribeira para a unidade brasileira sobreposta àquela (Almeida et al., 1973). No sul-sudeste do Brasil, as sequências dobradas e metamorfizadas do Proterozóico Superior formam faixas de dobramentos separadas por áreas de rochas mais antigas, que sofreram retrabalhamento brasileiro, configurando a Região de Dobramentos Sudeste (Hasui et al., 1975; Hasui et al., 1978). No Estado de São Paulo, interessam as faixas São Roque e Apiaí, representadas pelos Grupos São Roque e Açungui e postas em

contato pela Falha de Taxaquara.

Esses retrabalhamentos proterozóicos, variáveis qualitativa e quantitativamente, envolveram processos de recristalização, deformação, intrusão de granitos e rejuvenescimento isotópico. Sobre rochas arqueanas se constituíram as supracrustais antes mencionadas, em entidades geotectônicas sucessivas, que são as Faixas Paraíba do Sul, Uruguai, São Roque e Apiaí.

As mais destacadas feições estruturais são as falhas transcorrentes, por todas as partes do Pré-Cambriano paulista. Algumas delas foram investigadas em detalhe, como a de Taxaquara (Hennies et al., 1967); Caucaia (Hasui, 1973); Jacutinga (Rodrigues, 1976); Cubatão (Sadowski, 1974) etc.

Essas falhas têm faixas cataclásticas mais ou menos espessas, citando-se cifras de 1.500 metros e até maiores, incluindo protomilonitos a ultramilonitos, às vezes com quartzo e mica recristalizados. Os milonitos e ultramilonitos caracterizam-se pela presença de marcante foliação cataclástica geralmente subvertical, com lineações de atrito de baixo mergulho. A compartimentação do Pré-Cambriano em blocos justapostos limitados pelas zonas de transcorrência, foi realizada inicialmente por Hennies et al. (1967) quando distinguiram os Blocos Jundiá, São Roque e Cotia separados pelas Falhas de Jundiuvira e Taxaquara. Hasui (1973) ao descrever a Falha de Caucaia, dá novos limites ao Bloco Cotia (Falhas de Caucaia e Taxaquara), cria os Blocos Juquitiba (entre as Falhas de Cubatão e Caucaia) e Itupararanga (entre as Falhas de Pirapora e Taxaquara). Posteriormente Rideg (1974) sugere o Bloco Costeiro, de sul para norte, subdividido nos Blocos Santo Amaro, Itapanhaú e Jurubatuba, separados pelas Falhas de Bertoga, Freires e Cubatão, respectivamente. Propõe ainda a denominação de Suzano ao Bloco Juquitiba acima citado. Hasui (1975) ainda propõe subdividir o Bloco São Roque em três: Pirapitanguí, Moreiras e Juqueri.

A nível regional Hasui (1975) distingue apenas dois grandes conjuntos: O Conjunto São Roque (antigo Bloco São Roque) e o Conjunto Paranapiacaba (englobando os Blocos Cotia e Juquitiba), mais tarde acrescidos do Conjunto Costeiro (Hasui & Sadowski, 1976).

Por fim, após trabalhos na região leste paulista Hasui et al. (1978) dividem o Pré-Cambriano paulista em sete compartimentos e assim os denominam: Litorâneo (antigo Conjunto Cos-

teiro), Quebra-Cangalha, Paraíba do Sul e Monteiro Lobato, limitados de sul para norte, pelas Falhas de Cubatão, Alto da Fartura, Buquira e Jundiuvira, e dão a nova designação de compartimento aos antigos conjuntos São Roque, Jundiá e Paranapiacaba.

Em termos regionais, considera-se que as falhas formam feixes que definem enormes faixas de cisalhamento (Hasui et al., 1975; Cavalcante et al., 1979).

Esses feixes de falhas são tardi a pós-brasilianos, pois muitas de suas componentes seccionam corpos rochosos do Proterozóico Superior. O corpo granitóide de Sorocaba tem forma notavelmente alongada que parece ter relação com falha. Os granitos póstectônicos ora são truncados por falhas (por exemplo, Granito de Itu, Hasui et al., 1969), ora são por elas controladas (caso dos granitos da região de Cubatão, Sadowski, 1974).

Hennies et al. (1967) e Hasui (1973 e 1975), caracterizam os falhamentos transcorrentes como estruturas mais destacadas para a área e compõem um sistema que começou a se desenvolver logo após o metamorfismo regional e com base nas relações angulares definem um regime de esforços com componente principal maior orientado segundo E-W, apresentando rejeito global dextral, da ordem de várias centenas de Km.

Neste contexto, as falhas unitárias menores atuam umas dextrais, outras sinestrais, atingindo grandes rejeitos.

Para o falhamento de Taxaquara, Hennies et al. (1967) atribuem rejeitos de mais de 150 Km.

Por outro lado, algumas das falhas parecem ter relação com zonas de deslocamentos mais antigas, contudo, a idade tardi-brasiliana refere-se aos deslocamentos transcorrentes.

Além das falhas, algumas estruturas anticlinoriais e sinclinoriais têm sido reconhecidas.

Na área dos Grupos Açungui e São Roque, diversas feições foram apontadas, destacando-se os sinclínrios de Pirapora, Bonsucesso, Guapiara e Cipó, e os anticlinórios de Agudos Grandes, Três Córregos e Alumínio (Hasui et al., 1980a).

Hasui et al. (1969) e Hasui (1975), caracterizam no Grupo São Roque uma fase de dobramentos holomórficos generalizada na unidade, com planos axiais no geral subverticais e eixos de baixa inclinação, contemporânea ao metamorfismo regional (desenvolvimento da xistosidade e clivagem de fratura plano-axial) e ao alongamento de granitóides sintectônicos; essa fase foi seguida

de crenulações e dobramentos locais, ligados a intrusões e falhamentos transcorrentes. Dessa evolução estrutural, resultou que a xistosidade, o acamamento reliquiar, a foliação dos granitóides e os eixos maiores dessas intrusivas, orientam-se segundo ENE, com desvios locais para NW (a sudeste de Itu) ou NNE (a norte de São Paulo) impostos normalmente pelas falhas transcorrentes.

Carneiro et al. (1984) definiram três fases de deformação para as rochas do Grupo São Roque na faixa entre o Pico do Jaraguá e a Serra dos Cristais: Fase F1 com dobras D1 fechadas até isoclinais, mesoscópicas a microscópicas, às vezes com transposição. As foliações plano-axiais são do tipo clivagem ardosiária ou xistosidade, sendo de ocorrência generalizada na região, ao contrário das dobras D1; Fase F2 apresentando as dobras mais comuns na região (D2), fechadas a cerradas, raramente isoclinais, centimétricas a hectométricas, com foliações plano-axiais, representadas por clivagem de crenulação, zonais microscópicas associadas a bandamento diferenciado; Fase F3 com dobras abertas observadas em mapa e foliação plano-axial formada por clivagem de crenulação mais aberta observável a olho nú que em determinadas litologias se transforma em uma clivagem de fratura. Existe ainda uma fase com deformações tardias representada por ondulações, "Kink-bands", crenulações locais e dobras desarmônicas.

Hackspacher et al. (1988), confirma quatro fases deformacionais no Grupo São Roque, todas de carácter plástico, sendo que no final, DN+4, teríamos atuação de processos miloníticos.

II-5- METAMORFISMO

O Grupo São Roque foi afetado essencialmente por metamorfismo regional dínamo-termal na fácies xisto verde, fato este confirmado nos diversos trabalhos acerca desta unidade.

No projeto Cabreúva - UNESP - PRÓ-MINÉRIO, (Hackspacher et al., 1988) verificou-se o metamorfismo da fácies xisto verde com predominância da subfácies clorita, sendo que para sul, ocorre estreita faixa a sul da Falha Moreiras, composta por quartzo-biotita-muscovita xisto, com ou sem granada, indicando áreas com grau mais elevado, correspondendo à zona da biotita e da granada.

O auge do metamorfismo foi contemporâneo à fase de

deformação DN+3, evidenciado pelo crescimento de biotita como um dos minerais formadores da clivagem Sn+3, além de parcial recristalização de quartzo.

Metamorfismo de contato na fácies anfibolito foi caracterizado na auréola de contato dos corpos Sorocaba, atingindo próximo ao corpo ígneo, a fácies piroxênio hornfels.

Coutinho (1953) descreve hornfels carbonático nas proximidades do granito Sorocaba, sendo que os carbonatos cedem lugar à tremolita e ao diopsídio, sendo geralmente pouco espessos.

Durante estudo feito em algumas rochas termometamórficas por Franco (1958), foram realizadas observações petrográficas em amostras de rochas afetadas termalmente pelas rochas graníticas de Itaoca, Itapeva, São Roque e Perus. Nas rochas em contato com o granito Itaoca, ocorreram pelo menos quatro estágios durante o processo metamórfico:

- Metamorfismo termal;
- Introdução de soluções portadoras de Fe;
- Introdução de sulfetos de Cu e Fe; e
- Ação hidrotermal e enriquecimento secundário.

A intrusão granítica de Itapeva, formou hornfels e escarnitos granatíferos por ação da temperatura elevada, seguido da ação hidrotermal à semelhança da intrusão de Itaoca. Nas rochas afetadas pelo Granito São Roque, há indícios de ação pneumatolítica, o que não ocorre em Itapeva. Os fenômenos metamórficos ocorridos na região de Perus foram acompanhados de ações pneumatolíticas e hidrotermais e substancial introdução de produtos por parte do magma.

Hasui (1979, 1975) descreve rochas termometamórficas na fácies anfibolito associadas aos granitos Sorocaba e São Francisco, verificando as ocorrências mineralógicas em desequilíbrio como resultado de um processo de retrometamorfismo em condições atenuadas ocorridas após ao reaquecimento introduzido pelo magmatismo pós-tectônico.

Coutinho (1972) descreve um zoneamento com formas bastante irregulares, variando da zona clorita a sillimanita nos Complexos Embu e Piaçaguera.

A frequência no desenvolvimento de porfiroblastos de muscovita em metapelito é atribuída por uma metassomatose tardia, potássica. Coutinho (op cit) e Hasui (1973), notam que os

porfiroblastos distribuem-se caoticamente o que traduziria cristalização em condições estáticas, anteriores ao processo de transposição que promoveu rotação dos cristais.

Mello et al. (1981) definem a suíte termometamórfica, no granitóide de Itaoca (SP).

CAPITULO III

GEOLOGIA LOCAL E CARACTERIZAÇÃO FACIOLOGICA E PETROGRAFICA DOS MACIÇOS.III-1- Geologia Local

Os Maciços Sorocaba e São Francisco apresentam formas alongadas segundo a orientação geral dos dobramentos das rochas encaixantes e caracterizam núcleos de antiformais. Os contatos são abruptos e apresentam, de uma maneira geral, uma relação de concordância com as rochas encaixantes do Grupo São Roque, localmente podendo apresentar-se discordantes, sobretudo, nas extremidades dos corpos.

São corpos intrusivos, de colocação "sin a tardi" e "tardi a pós-tectônico" à fase principal de deformação D_{n+3} , pois não apresentam foliação e desenvolvem uma auréola de metamorfismo de contato, associada às bordas dos corpos, originando o desenvolvimento de minerais índices e paragéneses metamórficas de fácies mais elevadas. O crescimento sucessivo de palhetas de muscovita e biotita distribuídas caoticamente, não orientadas segundo a deformação principal D_{n+3} , que constitui o auge do metamorfismo, dado pelo crescimento de minerais formadores da clivagem S_{n+3} , reforça a idéia da colocação pós D_{n+3} .

O fim do metamorfismo regional caracteriza-se por um retro-metamorfismo tardio, visto nos minerais de grau mais elevado da auréola de contato, bem como, nas passagens principalmente de hornblenda e biotita para clorita, como também na sericitização do feldspato dos granitos, processo esse muitas vezes ligado simplesmente a um processo de hidrotermalismo.

Os falhamentos transcorrentes que controlam os diferentes blocos tectônicos iniciaram-se ou foram reativados após o metamorfismo regional principal e se prolongaram até o fim do Ciclo Brasileiro, controlando o posicionamento e a geometria final dos Maciços.

No Maciço São Francisco, o seccionamento pelo Falhamento de Pirapora, da parte sul do granitóide é marcante, bem como, pelas falhas de menor intensidade na parte norte deste.

No Granitóide Sorocaba, sua forma alongada e a parte sul do corpo vinculam-se ao Falhamento de Jundiuvira ou rami-

ficações terminais dele, pois a zona de deformação não apresenta a mesma intensidade do que a registrada a NE da área em estudo.

Falhas menores são posteriores ao falhamento principal e em muitos casos, indicam um sistema vertical a sub-vertical, geralmente oblíquos à xistosidade principal, gerando faixas mais estreitas de deformação.

Nestas zonas de deformação, o que se verifica são faixas miloníticas e sobrepostas a elas, processos cataclásticos, mas, como um processo evolutivo final da deformação, provavelmente em níveis mais rasos.

Em função da atuação dos processos de deformações, das litologias que constituem o Grupo São Roque, da ausência de minerais indicadores de pressões mais elevadas nos hornfels, bem como das características das rochas magmáticas, definem-se os corpos com nível de colocação epizonal.

O Maciço Sorocaba constitui um corpo alongado, com direção geral similar a do Falhamento de Jundiuvira, ao mesmo tempo, assemelha-se a um "sigmóide" de deformação com forma de S, evidenciando direções gerais de esforços E-W, associado ao carácter destrai do falhamento.

Nos flancos da inflexão do "sigmóide" ocorre um rompimento visto no mapa geológico e portanto caracterizado informalmente de Falhamento da "Doninha", o rompimento da parte oriental (com direção WSW-ENE) com a parte central (com direção SW-NE) e com a parte ocidental (com direção WSW-ENE) separadas pelas falhas designadas por Piragibú-Mirim. Ambas apresentam direções semelhantes, sendo que na primeira, os efeitos de deformação são mais extensos e os processos cataclásticos mais nítidos.

As duas falhas apresentam carácter transcorrente, mas, na primeira, verifica-se planos e lineações que indicam um carácter sub-vertical, o que poderia corresponder à exposição de blocos dentro do corpo magmático de profundidades diferentes e portanto, apresentarem-se em níveis erosionais distintos, o que explicaria a distinção das fácies granitóides lateralmente a partir desta zona.

A parte oriental corresponderia a um bloco exposto na sua parte mais profunda e seria caracterizada por uma maior homogeneidade de fácies, sendo os granitos BB porfiróides cinza dominantes, apresentando corpos de composição granodiorítica, principalmente na extremidade NE.

Nessas áreas, a presença de xenólitos está vinculada a pequenos corpos alongados e ovalados, geralmente de composição anfibolítica, gnáissica e raramente das rochas encaixantes, os filitos. É comum a presença de corpos arredondados, com dimensões de até 1 m de microgranodioritos ou de granodioritos porfiríticos de litologias semelhantes à fácies de mesma composição acima mencionada.

Os hornfels desta área caracterizam-se por uma variação litológica de termos pelíticos a psamíticos, atingindo em vários pontos a fácies piroxênio hornfels.

A parte central do corpo caracteriza-se por uma área com um maior número de falhamentos e apresenta uma riqueza em número e tipos litológicos de fácies, sendo que a partir do Falhamento das "Doninhas", ocorre uma predominância dos granitóides róseos, secundados por porfiróides claros.

A Falha de Piragibú-Mirim secciona o corpo dentro de uma mesma associação, a associação porfiróide rósea III, passando para a parte ocidental como tipo de granitos dominantes e secundariamente porfiróides média II.

Essas duas áreas, quanto aos tipos de xenólitos, caracterizam-se por uma riqueza de micro e megaxenólitos, dependentes de rochas encaixantes, ou seja, os filitos do Grupo São Roque, chegando em alguns pontos a anatexia e digestão desses filitos e consequentemente à geração localmente de cordierita-biotita granito. Ocorrem em menor número e com dimensões centimétricas, geralmente ovalados ou arredondados, xenólitos de microgranodioritos e granodioritos.

Os hornfels destas partes atingem no máximo à fácies hornblenda hornfels.

De uma maneira geral, observa-se fácies definidas, de composição e textura bem distintas, caracterizando um batólito com diversas intrusões sucessivas.

O Maciço São Francisco caracteriza-se por contatos dados geralmente por zonas de falha com as rochas encaixantes e apresentando uma maior homogeneidade de fácies em todo o corpo.

Apresenta-se com direção ENE-WSW, com forma alongada, sendo dificultado o mapeamento em função de uma única estrada em que apresenta cortes mais nítidos que permitam caracterizar a relação entre as fácies, enquanto que para o restante ou toda parte oriental do corpo, caracteriza-se por uma área arrasada,

com poucos afloramentos expostos, constituindo um planalto entre os fortes da serra.

Nesta área, ocorre um solo espesso, associado a uma canga limonítica de grande expressão, ambos de contribuição dos filitos, acarretando um solo fraco, e conseqüentemente a utilização da região para o desenvolvimento das pastagens e do reflorestamento.

A relação das fácies em função destas dificuldades e auxiliadas pela composição e cor rósea semelhante entre elas, dificulta ainda mais na caracterização destas.

O corpo constitui-se predominantemente na sua parte central, de granitos de composição sienogranito porfiróides, geralmente com matriz média a grossa, com feições localmente rapakivi em alguns megacristais.

Para as partes marginais, na sua parte central e oriental, caracterizam-se por contatos gradacionais para fácies porfiróides róseas de granulação média à fácies equigranulares rósea.

No corpo, são mapeados pequenos corpos de granito porfirítico (diques), englobados na fácies porfirítica rósea da borda norte do corpo, na sua porção ocidental.

Duas fácies que apresentam as feições rapakivi dominantes são intrusivas neste corpo. Ambas apresentam uma forma ovalada, estando seccionadas como visto em mapa. A parte interna da intrusão, caracteriza-se por granitos porfiróides rapakivi que gradam lateralmente para granitos rapakivi grosso. Apresentam composições semelhantes, mas uma relação textural bem distinta.

Na parte central do maciço, verificou-se um corpo de quartzo-monzodiorito que corresponde à rocha de idade de colocação mais antiga, pois encontra-se como pequenos xenólitos centimétricos, esparsos em todas as fácies.

Xenólitos de rochas encaixantes são dificilmente vistos dentro do corpo a não ser nas partes marginais deste, onde o granito engloba pequenas frações de filito e geralmente apresenta um processo intenso de deformação.

Microgranitos às vezes de composições residuais (ou seja muito mais ricos em máficos, principalmente em biotita) são comuns neste corpo.

As rochas hornféisicas ocorrem em quase toda borda do corpo, atingindo a fácies hornblenda hornfels e tendo como en-

caixantes, rochas de mesma natureza pelítica-psamítica, além dos calcários e anfibolitos.

O Maciço Pirapora encontra-se intrusivo em rochas do Grupo São Roque, entre os Falhamentos de Pirapora ao norte e o Falhamento de Taxaquara ao sul, caracterizando uma zona de intensa deformação, com falhas menores, paralelas à direção geral de deformação.

A parte norte do maciço encontra-se seccionada por falha de menor intensidade, constituindo numa zona onde ocorre um imbricamento das rochas granitóides com as rochas encaixantes.

Quanto ao aspecto estrutural, o maciço encontra-se mais deformado nas bordas, com a formação de milonitos a ultramilonitos que passam em direção a parte central do maciço a uma fraca foliação milonítica, na maioria das vezes, não caracterizável.

Texturalmente apresenta-se homogêneo e com características bem distintas dos outros maciços aqui descritos. Apresenta composição geral granodiorítica, equi a inequigranular média, com uma textura típica "sal e pimenta" e uma grande riqueza em máficos, caracterizados pela biotita.

Nas rochas encaixantes, os processos de geração dos hornfels são constatados em menor intensidade, e com suas feições quase que totalmente consumidas pela forte deformação da área, porém não foi mapeada, visto que o interesse em aquisição de dados estava voltado ao corpo magmático, numa tentativa de correlacioná-lo aos outros dois.

III-2- Caracterização Faciológica e Petrográfica dos Maciços

Os Maciços Sorocaba e São Francisco apresentam inúmeras fácies possíveis de identificação e reconhecimento, com características mineralógicas e texturais distintas e que serão abordadas a seguir, utilizando os critérios já definidos.

III-2-1- As fácies Granitóides do Maciço Sorocaba

As fácies reconhecidas, constituem-se em dezoito (18) tipos distintos que serão descritos e para melhor caracterizá-las, divididas em dois grupos de rochas: as rochas equigranu-

lares que ocorrem em menor número e em menores áreas de exposição e o segundo grupo que caracteriza-se pelas rochas inequigranulares (com termos porfiróides e porfiríticos). As rochas inequigranulares porfiríticas, constituem exposições pequenas e às rochas porfiróides, dominante para todo o maciço, correspondem os granitóides com maiores variações.

Para tal distinção procuraremos na definição da nomenclatura das fácies, caracterizá-las segundo o tamanho relativo dos minerais, quanto à cor dos feldspatos, como se encontra na tabela III-1.

III-2-2- Unidades de Mapeamento: Fácies e Associações de fácies

Das dezoito (18) fácies caracterizadas e descritas são passíveis de mapeamento onze (11) associações, agrupadas segundo características geológicas semelhantes e distribuídas segundo o mapa geológico simplificado (Fig. III-2), com seus aspectos geológicos resumido na (tabela III-2).

Em função da forma geométrica do Maciço Sorocaba, bem como feições geológicas distintas para determinadas áreas do corpo, torna-se possível e mais viável a descrição das feições mapeadas, definindo-se a parte oriental limitada pelo Falhamento das Doninhas, a parte central entre este falhamento e as Falhas Piragibú-Mirim, e a parte ocidental, até aos limites dos sedimentos da Bacia do Paraná.

- Parte Oriental

Esta área é constituída pelas associações: porfiróides grosseira II, granodiorítica fina e porfirítica, granodiorítica média e equigranular e porfirítica.

Apresenta-se com uma predominância das associações porfiróides grosseira II, compostas por monzogranito cinza, mostrando-se bastante homogênea quanto aos aspectos mineralógicos e texturais. Com relação às porcentagens dos feldspatos, apresenta pequena variação gradativa. As vezes apresenta feições localizadas onde ocorrem diminuição ou aumento da granulometria da matriz ou do tamanho dos fenocristais, mas sempre mostrando um aspecto gradativo.

Esta variação da granulometria às vezes é caracterizada com uma pequena diminuição da granulometria em direção às bordas do corpo, em função de um resfriamento mais rápido, mas mantendo-se sempre como tipos porfiróides.

As associações granodiorítica fina e porfirítica ocorrem como pequenos corpos englobados pela associação anterior ou apresentando no extremo NE da área a sua maior exposição, onde torna-se muito heterogênea, a distribuição das duas fácies aqui definidas.

A associação granodiorítica média apresenta-se com relações intrusivas na associação porfiróide grosseira II, constituindo-se numa só ocorrência, homogênea e circunscrita no extremo NE da área.

A associação equigranular e porfirítica é constituída por duas fácies tardias de composição sienogranito na forma de diques e ocorrem esparsos e com pequenas dimensões em toda a área, sendo, os de maior espessura, concentrados também no extremo NE.

- Relações de Contato com as Rochas Encaixantes

Na parte oriental do maciço, os contatos são abruptos e de uma maneira geral, concordantes com a foliação principal das rochas encaixantes, podendo localmente e na extremidade do corpo apresentar-se discordantes.

Na parte sul, o contato é definido pela continuidade do Falhamento de Jundiuvira, apresentando uma estreita faixa deformacional nos granitóides, marcado por rochas miloníticas e ou cataclásticas, com espessuras máximas de algumas dezenas de metros.

Esta deformação é bastante nítida nos hornfels bem próximos ao corpo, mas perde efeito em algumas dezenas de metros, em função da plasticidade deste, ou fica superimposta à foliação principal Sn+3.

O extremo NE do corpo, apresenta-se com contatos tectônicos, com direção aproximadamente N320, com mergulhos verticais seccionando a fácies intrusiva dos granodioritos médios.

É marcante nesta área um grande número de veios de quartzo, com dimensões médias de 20cm de largura nas rochas encaixantes, com direções aproximadamente N40 e mergulhos verti-

cais a ligeiramente subverticais, direções essas, paralelas ao "trend" deformacional do Falhamento de Jundiuvira.

A parte norte caracteriza-se por um contato intrusivo, não tectônico da associação porfiróide grosseira II, apresentando indicações de colocação de um magma em condições pobres em voláteis e pouca mobilidade em função das raras manifestações de corpos de composição granítica nas rochas encaixantes.

- Contato entre os Granitóides

A relação das associações nesta área se dá por contatos tectônicos e não-tectônicos, de maneira geral, são bruscos em função das características mineralógicas e texturais distintas entre esses quatro grupos, permitindo assim, uma definição da sequência de colocação destes que serão descritos segundo a ordem de colocação.

As associações granodiorítica fina e porfirítica correspondem às fácies mais antigas, sendo difícil precisar a relação entre as duas, pois existe uma gradação destes termos texturais entre si.

Esta associação apresenta contatos parcialmente difusos com a associação porfiróide grosseira II, caracterizando uma sequência de colocação bem próxima entre si, evidenciando ainda uma alta temperatura entre ambos.

É frequente nos contatos mais bruscos, localmente verificar-se o desenvolvimento de megacristais de feldspatos potássicos entre as fácies, caracterizando ainda a mobilidade das fácies, ou um processo de metassomatismo tardio.

A associação porfiróide grosseira II é a que apresenta maior exposição areal, caracterizada por pequenas variações entre os termos de composição monzogranítica, não identificáveis macroscopicamente.

Localmente, apresenta variações na porcentagem e tamanho dos megacristais, ocorrendo de uma forma gradacional não sendo possível a individualização ou mesmo a caracterização de fácies distintas.

A relação de contatos entre as fácies é de natureza tectônica no Falhamento das Doninhas, colocando lado a lado as associações cinzas e associações róseas.

Nas áreas próximas da zona de deformação verifica-

se uma passagem dos megacristais róseos e cinza para um róseo mais forte, em função da maior percolação de líquidos nessas zonas, consequentemente maior oxidação do Fe, inclusos em microfraturas dos feldspatos.

A fácies granodiorítica média caracteriza-se por um corpo intrusivo e circunscrito na associação porfiróide grosseira II, apresentando-se com texturas equigranulares média homogêneas para todo o corpo e, em função do contato brusco entre ambas, evidencia uma intrusão no estado menos plástico e com temperaturas distintas.

As associações equigranular fina e porfirítica rósea constituem diques tardios de composição sienogranítica.

Seus contatos são portanto bruscos e bem definidos, apresentando inúmeros corpos no extremo NE da área.

- Enclaves

Os enclaves que ocorrem na parte oriental desse maciço são de composição diversa, apresentando formas, tamanhos e contatos variados e são representados por xenólitos, enclaves microgranulares e enclaves surmicáceos.

Os xenólitos destas áreas são bastante distintos em composição e tamanho daqueles do restante do maciço.

Ocorrem preferencialmente três grupos: os fragmentos de rochas anfíbolíticas, quartzitos, gnáisses e gnáisses anfíbolíticos; o segundo marcado pela presença de microgranodioritos ou de granodioritos porfiríticos de composição e texturas semelhantes à associação de mesma composição acima mencionada, mais frequentes na parte interna do maciço.

Em menores quantidades ocorrem metassedimentos do Grupo São Roque.

O primeiro grupo caracteriza-se por formas alongadas e ovaladas, geralmente com tamanhos que não ultrapassam 20cm, apresentando, na maioria das vezes, contatos bruscos e, em alguns locais, bordas ligeiramente assimiladas, tornando o contato meio difuso. Estes pequenos xenólitos ocorrem isoladamente ou, às vezes, concentrados nas interfácies da associação porfiróide grosseira II e granodiorítica fina e porfirítica, sendo frequente sua presença dentro desta última associação.

O grupo de granodioritos e microgranodioritos são

frequentes, apresentando sempre formas arredondadas a ovaladas, com dimensões predominantes de 30 a 50cm, podendo atingir dimensões métricas, mantendo sempre uma distribuição caótica na associação porfiróide grosseira II.

O grupo dos filitos que constituem as rochas encaixantes são raros, em pequenos tamanhos, apresentando formas alongadas a irregulares, dispendo-se geralmente nas partes externas do maciço.

Os enclaves microgranulares ocorrem em pequenas quantidades, com formas arredondadas ou ovaladas, com dimensões centimétricas, apresentando variedades de composição mais intermediária, quartzo-diorítica a diorítica e dioritos porfiríticos, às vezes confundindo-se com os xenólitos de granodioritos de aspecto muito semelhante.

Os enclaves surmicáceos são geralmente raros e de pequenas dimensões, apresentando formas bem alongadas e constituídos basicamente por concentrações de biotita. Na maioria das vezes apresentam contatos difusos em função de uma faixa mais enriquecida em biotita que ocorre em seu redor.

- Parte Central

Esta área é constituída pelas associações: porfiróides rósea III, mela porfiróide rósea II, porfiróide rósea, porfiróide grosseira I e cinza, mela porfiróide rósea e equigranular e porfirítica.

A associação com maior área de exposição corresponde a rósea III, ocorrendo em todo lado NW do corpo a partir do Falhamento das Doninhas até a área ocidental.

Apresenta-se bastante homogênea, sendo caracterizadas pequenas variações na granulometria em direção da borda do maciço.

É predominantemente constituída de monzogranitos róseos, com pequenas mudanças das relações de tamanho entre os fenocristais de feldspato potássico e de plagioclásio, mas não possibilitando uma definição macroscópica dos limites dessas variações.

A associação mela porfiróide rósea II e porfiróide rósea ocorrem no contato SE do maciço, caracterizadas por pequenas diferenças quanto a porcentagem principalmente de máficos e

do tamanho médio dos megacristais, possibilitando a distinção entre ambas.

As associações porfiróides grosseira I e cinza apresentam-se como corpos intrusivos nas associações rósea, sendo que a associação porfiróide cinza constitui uma intrusão semicircular, caracterizando um zoneamento externo da associação mela porfiróide rósea.

- Relação de Contato com as Rochas Encaixantes

O contato sul da parte central é definido por contatos tectônicos, dado pela continuidade do Falhamento de Jundiuvira, mas apresentando intensidades deformacionais menores em função das mesmas características descritas na parte oriental, em menores proporções.

Este contato é truncado por falhas menores com direções aproximadamente N-S e NW-SE, que em muitos casos constituem limites das associações.

O contato norte é de natureza intrusiva, não tectônica, dado pela associação rósea III, muitas vezes dificultada a identificação das características deste, em função da presença de "coberturas cenozóicas" de pequena espessura mas apresentando extensa exposição em área.

- Contato entre os Granitóides

Na parte central as relações de contato entre as associações se dão por contatos de natureza tectônica e não tectônica, sendo que de maneira geral, os contatos e as características que definem a sequência de colocação destes granitóides são difíceis de caracterizar, pelas feições gradacionais apresentadas por associações bem semelhantes.

A associação porfiróide rósea III apresenta pequenas variações texturais granulométricas da parte central para a borda do maciço e variações no tamanho e relação dos fenocristais, não permitindo individualizações. Nesta área, apresenta-se como a associação mais antiga com contatos transicionais para a associação porfiróide rósea e tectônicos com a associação mela porfiróide rósea II, dispondo-se como intrusões sucessivas, sendo a rósea, a mais antiga.

A associação mela porfiróide rósea ocorre como pequenos corpos intrusivos com contatos bruscos, constituindo corpos marginais à associação porfiróide rósea.

As associações porfiróides grosseira I e cinza constituem um evento posterior e intrusivo na sequência rósea, sendo constatada como uma associação mais jovem em função dos xenólitos róseos e de constituir (a associação porfiróide cinza) a parte externa de uma estrutura zonada, a NE da área central, sendo que a relação entre ambas fica dificultada pela disposição geográfica dos corpos.

- Parte Ocidental

Esta área é composta pelas associações porfiróides rósea III, porfiróide rósea, porfiróide média II e associação mela porfiróide rósea.

A associação porfiróide rósea III constitui a maior área de exposição, apresentando um comportamento semelhante ao descrito para a parte central, estando a oeste encoberta pelas rochas da Bacia do Paraná e por uma "cobertura cenozóica" bastante representativa, aflorando próximo a cidade de Salto de Pirapora em pequenas manchas, impossibilitando a definição e continuidade destes afloramentos às áreas de exposição desta associação, restringindo assim a área de mapeamento do Maciço Sorocaba.

Nestas áreas, a associação apresenta variações locais bem definidas que foram descritas como fácies mas pelas suas dimensões não se permitiu mapeá-las.

A fácies mela porfiróide rósea I, se encontra englobada pela fácies porfiróide rósea III.

A associação porfiróide média II apresenta quatro fácies bem distintas, mas de difícil definição de seus limites, pois estas ocorrem quase que concomitantemente, apresentando entre elas temperaturas bem próximas, o que faz com que as mesmas se interajam dificultando ainda mais a definição, também pela posição dos bairros da cidade de Sorocaba e Votorantim. Estas fácies são fácies porfiróides rósea I, porfiróide cinza II, porfiróide rósea II, porfirítica escura.

- Relação de Contato com as Rochas Encaixantes

O contato sul e nas proximidades da cidade de Votorantim é na maioria das vezes, dado por um conjunto de falhas que interceptam o Maciço.

Nestas áreas o contato dá-se com a associação porfiróide média II, ocorrendo um imbricamento destas com os metasedimentos do Grupo São Roque.

Em função desta frequente contribuição dos filitos e a parcial assimilação destes, a zona de contato apresenta certas particularidades não observadas em outras áreas.

Caracteriza-se por inúmeros veios remobilizados, de material granítico, originando feições migmatíticas localizadas.

Veios graníticos pegmatóides são frequentes nessas áreas, ocorrendo um interdigitamento das litologias nas zonas de maior deformação, chegando em alguns pontos por assimilação total dos filitos à geração da fácies porfirítica escura.

A associação porfiróide média II, quando ocorre mais afastada da zona de deformação ou da presença desses megaxenólitos, perde as feições caracterizadas pela alta presença de voláteis.

O contato ao sul ainda se faz através da associação porfiróide rósea, de natureza não tectônica com as rochas encaixantes, enquanto que no extremo SW, o contato se faz através da associação porfiróide rósea III, de natureza parcialmente tectônica e inferido em função dos bairros de ambas as cidades e da "cobertura cenozóica".

Na parte norte, os contatos são intrusivos e não tectônicos e bastante dificultada a precisão de seus limites devido a cidade de Sorocaba.

- Relação de Contato entre os Granitóides

As vezes os contatos das associações são bruscos, nítidos, tectônicos ou não, sendo que de maneira geral apresentam caráter transicional, mantendo as mesmas relações que ocorrem na área central.

A associação porfiróide média II apresenta-se caracterizada nesta área por quatro fácies.

A fácies porfiróide rósea II é a mais antiga, apresentando a fácies porfiróide cinza II intrusiva nesta.

Os contatos entre ambas, de maneira geral, apresentam-se interdigitados a gradacionais, sendo que localmente ocorre bem nítidos, caracterizando as relações entre ambas as fácies.

A fácies porfiróide rósea I é caracterizada por megacristais de K-feldspato, com médias em torno de 5-6cm, localmente ocorrendo envolvida pela fácies porfiróide rósea II.

A fácies mais tardia é caracterizada pela fácies porfirítica escura que constitui granitóides desta associação com assimilação local de filitos das rochas encaixantes.

Em função da variabilidade de fácies desta associação torna-se difícil mapeá-las individualmente, permitindo somente de uma maneira geral, caracterizar dentro da área de ocorrência desta associação, o predomínio da fácies porfiróide cinza II na parte NE e, a sul, a fácies porfiróide rósea II.

- Enclaves

Os enclaves que ocorrem na parte Central e Ocidental do Maciço Sorocaba são representados por xenólitos, enclaves microgranulares e surmicáceos.

Os xenólitos são representados basicamente por fragmentos das rochas encaixantes, os filitos do Grupo São Roque, e secundariamente por microgranodioritos e granodioritos porfiríticos.

Os xenólitos de filitos ocorrem na parte central, constituindo fragmentos com predominância de formas alongadas, bem definidas ou, às vezes, com contatos difusos em função de uma assimilação das bordas na parte mais central do maciço, passando para um predomínio de formas irregulares e contatos bruscos nas partes marginais, apresentando tamanho centimétrico e, às vezes, fragmentos maiores que constituem "teto pendentes", de dimensões métricas.

Na parte Ocidental é que se verifica a maior ocorrência destes xenólitos, sendo mais frequentes na fácies porfiróide cinza II e rósea II, caracterizados por fragmentos com grande variabilidade de formas e tamanhos.

Os fragmentos menores geralmente apresentam efeitos de assimilação com formas bem irregulares, mostrando também

formas retas sem deformação ou assimilação, que são frequentes em todas as zonas marginais.

Os megaxenólitos com até dezenas de metros são constantes, mostrando, em função das suas dimensões, efeitos de assimilação total ou parcial à geração da fácies porfirítica escura II, com minerais aluminosos como cordierita, muscovita e andalusita. São fácies ricas em máficos, principalmente a biotita, mostrando, nas áreas de maior assimilação, uma textura ígnea porfirítica ou constituindo uma massa magmática, com fragmentos imersos, ainda preservados, de filito.

Nestas áreas de contato, verifica-se a constituição de feições migmatíticas locais, com formação de veios de quartzo e feldspato remobilizados.

Os xenólitos de composição granodiorítica, semelhantes aos já descritos, ocorrem esporadicamente na área central e em número maior nas proximidades da interfície da associação mela porfiróide rósea, geralmente apresentando formas arredondadas e ovaladas, com dimensões inferiores a 0,5m, sendo que, na área Ocidental, não foram identificados.

Os enclaves microgranulares ocorrem em ambas as áreas, com formas alongadas a ovaladas, com dimensões de no máximo 10 cm, com composições intermediárias (dioríticas).

Os enclaves surmicáceos são pequenos, com formas alongadas, com contatos bruscos ou difusos, às vezes constituindo leitos contorcidos de máficos, apresentando-se com maior frequência nas fácies mais ricas em máficos.

- Veios pegmatóides

Foram vistos apenas nas áreas central e ocidental, sendo característicos dois tipos.

O primeiro constituído por veios pegmatóides, de composição semelhante aos granitóides encaixantes, apresentando-se geralmente com dimensões de cerca de 0,5 m, homogêneos ou zonados, com contatos parcialmente definidos ou com bordas interdigitadas com os granitóides encaixantes.

Os corpos zonados caracterizam-se por espessuras maiores, sendo o zoneamento dado pela diminuição granulométrica para as bordas, bem como por linhas de reação caracterizadas pela concentração de máficos paralelos à disposição dos corpos.

TABELA III-1 - IDENTIFICAÇÃO DAS FÁCIES GRANITÓIDES DO NACIO SOROCABA

Fácies	Cor	Índice de cor	Granul.	Máficos Princ.	Aspectos texturais dos máficos	Megacristais					Características Gerais	Classificação	
						Compl	Cor	Forma	Tam. I max.	Tam. I méd.			% Méd.
Granitóides Equigranulares													
F1 Equigranular rósea	rósea	5	fina a média	biotita	pequenas palhetas ou em pequenos glóbulos	F.K.	roxos					Apresenta quartzo globular e constitui pequenos corpos intrusivos (diques)	Granito 3A Foto 1
F2 Equigranular cinza	cinza claro	5	fina a média	biotita	pequenas palhetas distribuídas caoticamente ou placas isoladas	F.K.	roses	a				São pequenos corpos (diques), geralmente intrusivos na fácies porfiróide cinza II	Granito 3A Foto 2
F3 Granodiorítica fina	cinza escuro	15	fina	biotita anfibolítica	irregularmente distribuída	F.K.	brancos					Pequenas ocorrências apresentando-se difusas com as fácies porfirítica de mesma composição ou como enclaves ovalados menores que 0,5 m	Microgranodiorito Foto 3
F4 Granodiorítica média	cinza	15	média	biotita	placas regularmente distribuídas, constituindo textura "sal e pimenta"	F.K.	brancos					Corpo intrusivo na fácies porfiróide grossa II, com composição e textural homogênea	Granodiorito Foto 4
Granitóides Inequigranulares (fácies porfiríticas)													
F5 Porfirítica rósea	rósea clara	5	fina a média	biotita	agrupamentos ou placas bem desenvolvidas distribuídas caoticamente	F.K.	roses	irregulares	a 11 cm	0,7	10	Apresentam os megacristais F.K., Plag e Qz globular evidenciando pequena deformação em função da direção de fluxo. Apresentam-se na forma de diques tendo grande frequência no extremo NE da área	Granito 3A Foto 5

TABELA III-1 - CONTINUAÇÃO

Fácies	Cor	Índice de cor	Granul.	Máficos Princip.	Aspectos texturais dos máficos	Megacristais					Características Gerais	Classificação
						(Comp)	Cor	Forma	(Tam. l. max. l. méd. l. Méd.)	%		
F10	cinza	8	média a grossa	biotita	Isão placas isoladas ou em glomérulos, cordões ou inclusas nos megacristais	F.K. (branco)	subeuhedral	16 cm	3 cm	25	Quartzo ocorre intersticial ou globular bem desenvolvido	Granito 38
Porfíroide grosseira I	claro					Plagioclásio (branco)	subeuhedral	11 cm	0,6 cm	15	Localmente verifica-se texturas rapakivi	Foto 10
F11	cinza	8-12	média a grossa	biotita	constitui cordões circundando os megacristais ou aglutinadas em porções da matriz	F.K. (branco)	e lovala		12 cm	40	Apresenta grande área de extensão, mostrando variações no tamanho e porcentagem dos megacristais. Texturas rapakivi localmente	Granito 38
Porfíroide grosseira II	claro					Plagioclásio (branco)	subeuhedral	11 cm	0,8 cm	10		Foto 11
						lovala	10,8	10,5	10			
						lovala	10,8	10,5	10			
Granitóides Inequigranulares (fácies porfíroides rósea)												
F12	cinza	20	média	biotita	distribuídas homogeneamente ou incluída no F.K.	F.K. (rósea)	e lovala	15 cm	2 cm	25	Quartzo globular localmente, textura rapakivi em poucos megacristais	Granito 38
Mela porfíroide rósea	escuro					Plagioclásio (branco)	subeuhedral	11 cm	0,7 cm	15		Foto 12
F13	cinza	(20	média a grossa	biotita	formando agregados ou cordões contornando os F.K., incluída nos F.K.	F.K. (rósea)	e lovala	18 cm	3-4 cm	40%	com raros fenocristas com tamanho máximo 0,6 cm	Granito 3A
Mela porfíroide rósea I	escuro					Plagioclásio (branco)	subeuhedral	11 cm	0,7 cm	15		Foto 13
F14	rósea	15	média a grossa	biotita	placas agrupadas ou cordões contornando os F.K.	F.K. (rósea)	e lovala	14 cm	2 cm	30	Quartzo intersticial ou globular, texturas rapakivi mais frequentes	Granito 38
Mela porfíroide rósea III						Plagioclásio (branco)	subeuhedral	11 cm	0,8 cm	10		Foto 14
						lovala	1 cm					

TABELA III-1 - CONTINUAÇÃO

Fácies	Cor	Índice de cor	Granul.	Máficos Princip.	Aspectos texturais dos máficos	Megacristais					Características Gerais	Classificação		
						Comp	Cor	Formas	Tam. lmax.	Tam. lmed.			% Méd.	
F15	rósea	7	média a grossa	biotita	placas inclusas ou agregadas, contornando os F.K.	IF.K	iróseal	subeuhedrais	14 cm	2 cm	25	Quartzo em grande quantidade constituindo agregados ou contornando os megacristais, texturas rapakivi frequentes	Granito 3B	Foto 15
F16	rósea I	8	grossa	biotita	placas agregadas ou constituindo cordões que contornam os F.K., com pequenas palhetas inclusas	IF.K	iróseal	ovalados	10 a 14 cm	14 cm	35	Quartzo dominando quase que totalmente a matriz e megacristais zonados	Granito 3A	Foto 16
F17	rósea II	7	média	biotita	placas ou glomérulos dispersos caoticamente	IF.K	iróseal	irregulares	13 cm	1,5 cm	25	Quartzo em grande quantidade, intersticial ou contornando os megacristais	Granito 3A	Foto 17
F18	rósea III	8	média	biotita	placas isoladas	IF.K	iróseal	subeuhedrais	14 cm	1,5 cm	25	Quartzo globular, ou constituindo a matriz texturas rapakivi em inúmeros megacristais	Granito 3B	Foto 18

TABELA III-2 - CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES Mapeáveis - MACIÇO SOROCABA

Associação	Fácies	Ocorrência	Variações Laterais	Características Gerais
		São corpos intrusivos tardios, constituindo diques, ocorrendo dispersos e em pequeno tamanho em todas as fácies.	Somente verificada nos corpos mais espessos.	Os corpos cinza ocorrem somente intrusivos na fácies porfiróides cinza II na área ocidental
G1 Equigranular e porfirítica	F1 - equigranular rósea F2 - equigranular cinza F5 - porfirítica rósea	Localizadamente ocorrem concentrações destes corpos com dimensões variadas até métricas no extremo NE e em fácies definidas F10 da área central e F15 da área ocidental	Variações na granulação	
			As duas fácies dominantes apresentam-se com pequenas variações quanto ao tamanho e porcentagem de megacrístais máficos de quartzo, apresentando às vezes, contatos nítidos, mas com distribuição muito heterogênea em área.	
G2 Porfiróide média II	IF17 - porfiróide rósea III IF9 - porfiróide cinza III IF16 - porfiróide rósea I IF7 - porfirítica escura	Ocorrência restrita a dois corpos na área ocidental, com predomínio das fácies rósea II e localmente gradacional para a fácies rósea I sobre a fácies cinza II que é intrusiva. Ocorrência localizada da fácies porfirítica resultado quase sempre da interação da fácies cinza II com assimilação	As fácies porfiríticas apresentam grandes variações mineralógicas e textologia distintas em função dos xenólitos e da intensidade do processo de assimilação	As fácies porfiríticas apresentam-se com espessuras métricas de cor rósea, paralelas às falhas de Piragibá-Mirim que seccionam o maciço
G3 Porfiróide grosseira I	IF10 - porfiróide grosseira I	Ocorrência na parte sul da área central, definidos com contatos tectônicos, não apresentando relações com a fácies rósea. O contato norte desta fácies é caracterizado por intensa zona milonítica, com processos de greisenização e geração intensa de pirita	Apresenta variações locais quanto ao tamanho dos megacrístais, mas com relações gradativas	Intensa a presença de "diques", com espessuras métricas de cor rósea, paralelas às falhas de Piragibá-Mirim que seccionam o maciço
G4 Porfiróide cinza I	IF8 - porfiróide cinza I	Ocorre ao norte da área central, na parte externa de um flanco de uma estrutura subcircular, constituindo um corpo intrusivo		A presença de xenólitos da fácies mela porfiróide rósea são frequentes
G5 Mela porfiróide rósea	IF12 - mela porfiróide rósea	Constitui-se como pequenos corpos intrusivos nas fácies róseas, com contatos bem definidos	Nas relações dos fenocristais de feldspato potássico róseo e plagioclásio branco, quanto ao tamanho e porcentagem da matriz, mas sempre gradacionais	É frequente a presença de xenólitos com dimensões médias de dioritos e granodioritos

O segundo grupo de veios está ligado às zonas marginais dos megaxenólitos ou na interfície do xenólito e a rocha granitóide.

Alguns destes pegmatitos das zonas marginais caracterizam-se por porções basicamente de quartzo e feldspatos, com larguras inferiores a 1 m, mas com grande desenvolvimento dos minerais, com dimensões até gigantes.

O mais frequente são os pegmatitos, com dimensões métricas, atingindo até 4 m (ponto 120) apresentando zoneamento e natureza bem distinta das fácies próximas. São constituídos basicamente por quartzo, feldspatos, turmalinas, muscovitas e granadas, bem evoluídas sendo o zoneamento dado principalmente em função da concentração destes minerais, do núcleo para as bordas.

III-2-3- Unidades de Mapeamento: Fácies do Maciço São Francisco

As fácies reconhecidas constituem sete (7) tipos distintos em função da homogeneidade maior do maciço.

A nomenclatura e a divisão das fácies se farão entre os termos equigranular e inequigranular (porfiróide e porfirítico) segundo a distribuição no mapa geológico simplificado (Fig. II-2) e as suas propriedades distintas descritas na (tabela III-3) e seus aspectos geológicos resumidos na (tabela III-4).

Em função do menor número de fácies mapeadas e o comportamento homogêneo de distribuição destas, a descrição se dará como um todo.

As fácies equigranulares correspondem às fácies equigranular rósea média e rósea grossa.

Apresentam composição e aspectos texturais bem semelhantes, apresentando variações quanto ao tamanho dos minerais.

O comportamento de ambas é homogêneo para toda a área de ocorrência mapeada, com pequenas variações de granulometria para as bordas.

A fácies porfiróide rósea média é a que apresenta maior área de exposição, dominando a parte central do maciço, apresentando pequenas variações locais do tamanho dos megacristais de K-feldspato mas transiciona gradativamente em tamanho para situações localizadas.

A fácies porfiróide rósea localiza-se na borda

norte do maciço, apresentando faixas com desenvolvimento de foliações miloníticas incipiente, passando para a borda do maciço para milonitos e ou cataclasitos de composição desta fácies.

As fácies porfiróide rapakivi e rapakivi média, constituem um corpo intrusivo zonado e tardio neste maciço, apresentando um zoneamento granulométrico com diminuição do tamanho dos fenocristais e matriz para o centro do corpo.

Apresenta-se em duas ocorrências; nas porções SW e NE do maciço, ambas seccionadas, constituindo em área um semicírculo.

A fácies porfirítica rósea apresenta-se como diques intrusivos no maciço, constituindo pequenos corpos, sendo o mais representativo o que ocorre na parte NW do maciço.

Como rocha mais antiga, constituindo um megaxenólito, encontram-se rochas dioríticas, mapeáveis em apenas uma ocorrência na parte central do maciço.

- Relação de Contato dos Granitóides com as Rochas Encaixantes

O Maciço São Francisco apresenta-se com a forma geral concordante com o "trend" das rochas encaixantes, às vezes apresentando-se discordante em estruturas localizadas ou na parte extremo leste do maciço.

Os contatos são predominantemente tectônicos, caracterizados a sul pelo Falhamento de Pirapora e a norte por falhas menores, com efeitos deformacionais mais restritos, a não ser na associação porfiróide rósea, que apresenta uma área de deformação bem representativa.

O Falhamento de Pirapora trunca as fácies, apresentando efeitos deformacionais mais intensos, constituído por milonitos e ou cataclasitos dos granitóides, apresentando uma intensa deformação milonítica nas rochas encaixantes, mascarando as feições características dos hornfels.

Os contatos não tectônicos são bruscos em função das características distintas das rochas. Nestas áreas de fácil visualização dos contatos, nota-se quase que uma total ausência de veios ou feições de composição granítica que caracterizem maior mobilidade nas rochas encaixantes.

Esses veios são vistos principalmente próximos às zonas de contato dos corpos porfiróides rapakivi.

- Relação de contato entre as Fácies

O estudo das relações de contato das fácies, definindo a possível sequência temporal de intrusão e/ou resfriamento de maneira geral são dificultadas pela falta de um maior número de estradas que permitam bons afloramentos, pela relação composicional bem semelhante e pela superfície arrasada que constitui a metade oeste do corpo.

Portanto, os contatos são geralmente não tectônicos e transicionais sendo que localmente estão definidos por pequenos falhamentos.

As rochas mais antigas são constituídas por quartzo-monzodioritos a quartzo dioritos, que ocorrem como um megaxenólito na área central.

As fácies porfiróides rósea e rósea grossa constituem dois corpos com um evento de colocação bem próximo, apresentando um contato gradacional dado pelas dimensões dos fenocristais e matriz.

As fácies equigranulares rósea grossa e rósea média apresentam carácter intrusivo, constituindo corpos marginais no maciço. As duas fácies são texturalmente semelhantes, mesmo que separadas geograficamente, a fácies rósea média apresenta-se mais enriquecida em quartzo e empobrecida em máficos, caracterizando-se como um magma menos evoluído e portanto como intrusões distintas, mas sequencialmente a partir de um mesmo magma.

As fácies porfiróide rapakivi têm carácter nitidamente intrusivo nas demais, apresentando um zoneamento sendo caracterizada a parte externa da intrusão como rochas mais jovens.

As relações entre ambas são gradacionais, sendo que na fácies rapakivi grossa é comum a formação de pequenas apófises ou veios pegmatóides de mesma composição das demais.

A fácies porfirítica rósea constitui um corpo intrusivo nas fácies porfiróides, mas não sendo possível caracterizar as relações de campo com as fácies rapakivi. Devido a natureza petrográfica dos opacos presentes bem como pela quantidade desses, deve constituir um processo final caracterizando um magma mais residual de um processo de diferenciação magmática é, portanto, colocada como fácies mais jovem.

- Enclaves

O maciço de maneira geral apresenta-se com um pequeno número de enclaves e com a variabilidade composicional pequena.

Os xenólitos de rochas encaixantes são em pequeno número, mas sempre ligado às bordas do maciço, geralmente apresentando formas ovaladas, com dimensões centimétricas.

Os xenólitos de composição granítica são mais frequentes; apresentam formas ovaladas com tamanho inferiores a 0,5m, sendo constituídos por granitos equigranulares róseos, ricos em biotita, sendo seus contatos bem definidos.

As vezes nota-se a formação de fenocristais de feldspato potássico, caracterizando um efeito metassomático tardio em função destes apresentarem a mesma disposição dos granitos encaixantes ou mesmo pelo desenvolvimento de megacristais na interfície de ambos.

Os xenólitos de composição quartzo-diorítica a quartzo-monzodiorítica ocorrem esparsadamente em pequeno tamanho, em todas as fácies, sendo bem definido no ponto 42, onde suas dimensões são grandes.

Os enclaves surmicáceos são os mais frequentes, sendo geralmente alongados, nítidos ou difusos, de composição predominantemente de biotitas, sempre com dimensões centimétricas. No ponto 35, esses enclaves apresentam características distintas em função do grande número, mas apresentando formas irregulares com composição quartzo e biotita bem desenvolvidos.

III-2-4- Sequência do Colocação dos Granitóides

As relações de contato observadas ou inferidas, aliadas aos dados de campo, permitiram determinar uma possível sequência de colocação dos corpos granitóides para o Maciço Sorocaba.

Cabe aqui ressaltar as dificuldades já descritas, bem como a distribuição em área geograficamente distante de algumas fácies.

Esta sequência será constituída utilizando-se as unidades mapeáveis (associação de fácies) e quando possível, a sequência de evento das fácies que constitui a associação.

TABELA III-3 - IDENTIFICAÇÃO DAS FÁCIES GRANITÓIDES DO MACIÇO SÃO FRANCISCO E PIRAPORA

Granitóides Equigranulares

Fácies	Cor	Índice de cor	Granul.	Máficos Princip.	Aspectos texturais dos máficos	Megacristais				Características Gerais	Classificação
						Comp.	Cor	Forma	Tam. max. Tam. méd. % Méd.		
F1 Equigranular Irósea média	rósea a averm.	5	fina a média	biotita	palhetas distribuídas caoticamente ou intersticial, raramente aglutinadas	F.K	Irósea			Quartzo é geralmente globular ou na forma de massas irregulares	Granito 3A Foto 19
F2 Equigranular Irósea grossa	rósea a averm.	5	média a grossa	biotita	placas isoladamente ou constituindo glomérulos	F.K	Irósea			Quartzo é predominantemente globular, constituindo pequenos cordões, evidenciando uma leve orientação	Granito 3A Foto 20

Granitóides Inequigranulares (fácies porfiríticas)

F3 Porfirítico róseo	rósea clara	5	fina	biotita anfíbólio	palhetas ou pequenos glomérulos distribuídos caoticamente	F.K	Irósea ovalar	11 cm 0,5 25		Quartzo apresenta basicamente formas globulares, mostrando duas frações com tamanhos 0,2cm down a 0,5cm localmente	Granito 3A 3B Foto 21
----------------------------	----------------	---	------	----------------------	---	-----	---------------	------------------	--	--	-----------------------------

Granitóides Inequigranulares (fácies porfiróides)

F4 Porfiróide rapakivi	rósea	5	fina a média	biotita	geralmente glomérulos ou palhetas isoladamente	F.K	Irósea ovalar	13 cm 1 40		Quartzo apresenta-se em duas frações de 10,2 cm a 0,8 cm com forma globular. Há presença de fluorita e a textura rapakivi é marcante em indícios de megacristais	Granito 3A Foto 22
------------------------------	-------	---	--------------------	---------	--	-----	---------------	----------------	--	--	-----------------------

TABELA III-4 - CARACTERÍSTICAS DAS UNIDADES MAPEÁVEIS - MACIÇOS SÃO FRANCISCO E PIRAPURA

Fácies	Ocorrência	Variações laterais	Características Gerais
IF3 - porfirítica rósea	São corpos intrusivos, constituindo "diques" em duas ocorrências principais no extremo NE do maciço e na borda NW, como uma área de maior expressão. Constituem corpos bem definidos, às vezes apresentando pequenas orientações de fluxo	Variações somente no aspecto granulométrico e textural, com gradacões para as bordas	Nota-se a presença mais intensa de minerais pirita, ilmenita, magnetita, fluorita e topázio principalmente no corpo SW
IF5 - porfiróide rapakivi médio	Constitui dois corpos intrusivos, um a SW e outro a NE do maciço, apresentando-se zonado, mais fino no centro e pegmatóide nas bordas, ambos com forma circular, seccionado parcialmente por falhamento nas bordas do maciço	Apresentam pequenas variações quanto à granulometria, mas localizadas e gradacionais	São corpos em que a maioria dos fenocristais apresentam texturas rapakivi
IF4 - porfiróide rapakivi	Constitui a fácies interna dos dois corpos acima mencionados	Apresentam pequenas variações mais esculturais, onde a matriz é mais rica em biotita, mas sempre gradacionais e localizadas. Às vezes apresentam veios e bolsões mais pegmatóides de mesma composição. O contato entre ambas é gradacional	Diferencia em função da granulometria, pois a textura e composição são bem semelhantes
IF6 - porfiróide rósea	Constitui parte da borda norte do maciço, caracterizada por uma forma com disposição paralela e apresentando às vezes uma incipiente foliação milonítica que se intensifica para as bordas	As variações são pequenas e apresentam uma gradação granulométrica e diminuição dos máficos, a biotita, para as fácies centrais do maciço. Para a borda fica difícil a caracterização em função da intensa deformação	A presença de biotita fica marcante nesta fácies. Localmente verifica-se texturas rapakivi
IF1 - equigranular rósea média	Constitui corpos intrusivos ocupando a área do extremo NE do maciço, com contatos de carácter tectónico	Apresenta-se bastante homogênea quanto à composição e textura. Estruturalmente verifica-se uma fraca foliação milonítica evidenciada principalmente nas biotitas	Apresenta-se com grande número de pequenos "diques" róseos

TABELA III-4 - CONTINUAÇÃO

Fácies	Ocorrência	Variações laterais	Características Gerais
IF2 - equigranular rósea grossa	Caracteriza-se em corpo com disposição paralela à borda sul do maciço, seccionado pelo Falhamento de Pirapora	Ocorrem pequenas variações locais em função das concentrações de biotita, mas passa lateralmente para a parte norte, com um aumento da porcentagem de fenocristais, enquanto que para sul são dificultadas as variações em resultado das rochas intensamente deformadas	A presença de xenólitos é mais característica nesta sequência, apresentando principalmente xenólitos de granitos róseos e raramente de dioritos e quartzo dioritos. As descrições dos veios com wolframita e cassiterita encontradas nesta fácies e no extremo SW do corpo.
IF7 - porfiróide rósea média	É a fácies que apresenta a maior exposição dominando principalmente o centro do maciço	Apresenta localmente variações quanto à porcentagem de fenocristais localmente ou mesmo uma diminuição do tamanho da matriz em direção às bordas do maciço. Localmente verificam-se texturas rapakivi. Na metade oeste do maciço a área apresenta-se com uma superfície intensamente arrasada o que dificulta a obtenção dos dados de campo	Associa-se a estes corpos, xenólitos de mesma composição, geralmente pequenos e esparsos principalmente na fácies porfiróide rósea grossa
Quartzo-monzodioritos	Ocorrência localizada na região central do maciço, constituindo um único corpo	Às vezes localmente ocorrem porções porfiríticas	
IF1- M. Pirap. Equigranular escuro	Ocorre como um maciço isolado, ao sul da área	Apresenta, mineralogia e textura "sal e pimenta" homogênea para todo maciço. Variações granulométricas em direção à borda do maciço são frequentes	O maciço encontra-se com foliações miloníticas bem acentuadas tanto internamente e principalmente nas bordas

A parte oriental constitui uma área do maciço bem distinta das outras, caracterizando uma região mais homogênea ou mesmo individualizando uma superfície mais arrasada do maciço, sendo colocada como as rochas mais antigas, em função da relação com os corpos de composição granodiorítica como também pela presença de xenólitos de rochas mais antigas.

A associação mela porfiróide rósea II e porfiróide rósea, correspondem às intrusões sucessivas de composição bem semelhante na associação porfiróide rósea III.

A associação mela porfiróide rósea constitui intrusões circulares, pequenas e que pelas relações de campo, e que pela presença de xenólitos da associação porfiróide rósea é colocada como posterior a esta.

A associação cinza apresenta relações bem caracterizáveis na associação porfiróide cinza que constitui a parte externa de uma estrutura semi circular, apresentando xenólitos da associação mela porfiróide rósea, que constitui a parte central da intrusão. A associação porfiróide grosseira é intrusiva mas não apresenta relações com a associação porfiróide cinza, mas por semelhança ou mesmo por corresponder a um dos dois únicos corpos cinza nesta área, é supostamente colocada como posterior ou mesmo contemporânea.

A associação média II apresenta evidências de intrusões posteriores e as várias fácies que a acompanham já foram descritas anteriormente.

O último evento corresponde à associação equigranular e porfirítica que corresponde a diques ou corpos mais tardios. A sequência de colocação encontra-se na (Fig. III-1).

Para o Maciço São Francisco essa sequência de colocação se fará utilizando as fácies mapeáveis.

Algumas destas fácies apresentam relações geológicas bem definidas, sendo caracterizadas as rochas mais antigas, os dioritos que ocorrem na área central, posteriormente à fácies porfiróide rósea média seguida da fácies porfiróide rósea, que apresenta característica bem próxima mas encontram-se xenólitos mais grosseiros com contatos difusos na fácies porfiróide rósea.

As fácies de borda equigranulares rósea média e grossa apresentam dificuldades em função da disposição geográfica entre ambas, porém devido à natureza petrográfica acima exposta são colocadas como intrusões sucessivas.

As fácies rapakivi apresentam natureza intrusiva cortando as demais. Quanto à fácies porfirítica rósea, esta não apresenta relações com as fácies rapakivi mas pelos motivos acima expostos, são colocadas como evento tardio. A sequência de colocação encontra-se na (Fig. III-1).

III-3- Rochas Metamórficas

Os maciços estudados estão basicamente inseridos no Domínio São Roque (Janasi e Ulbrich, 1985) ou Blocos São Roque (Hasui, 1975), caracterizado basicamente pelas rochas epimetamórficas do Grupo São Roque, que serão caracterizadas de uma maneira generalizada em função dos objetivos principais deste trabalho, definindo os tipos litológicos que bordejam as proximidades dos corpos magmáticos afetados, ou não, pelo metamorfismo termal que gera as rochas hornféisicas.

Predominantemente ocorrem metassedimentos detríticos, podendo localmente ocorrer metassedimentos químicos-detríticos e metabásicos.

Estão representados por pacotes metapsamíticos, metapelíticos e metacalcários. Litologicamente ocorrem meta-arenitos puros ou feldspáticos, filitos, cálcio-filitos, mármore ou em escala centimétrica a decimétrica, ritmitos com as intercalações acima expostas.

Os mármore estão em duas ocorrências mais significativas no Maciço São Francisco, bem como as ocorrências de metabásicas na região de Alumínio.

Estas sequências de rochas foram afetadas pelo metamorfismo regional dinamotermal na fácies xisto verde, situando-se na zona da clorita ou da biotita, sendo que a biotita está subordinada a filitos pouco quartzosos, de composição adequada e portanto, não sendo tão frequente regionalmente nestas rochas.

O auge do metamorfismo foi contemporâneo à fase de deformação DN+3, evidenciado pelo crescimento de biotita como um dos minerais formadores da clivagem SN+3 (Hackspacher, et al., 1988).

O metamorfismo de contato, associado às bordas destes maciços, deu origem a uma auréola metamórfica, com largura em torno de 500 m. A parte externa da auréola caracteriza-se por apresentar estruturas foliadas e texturas dadas por um bandamento

MACIÇO SOROCABA		MACIÇO SÃO FRANCISCO
Ass. Equigranular e porfirítica	<ul style="list-style-type: none"> equigranulares porfiríticas 	F. Porfirítica rósea
	<ul style="list-style-type: none"> veios pegmatóides 	F. Portiróide rapakivi média
	<ul style="list-style-type: none"> porfirítica escura 	F. Portiróide rapakivi
Ass. Portiróide média II	<ul style="list-style-type: none"> aplitos róseos e cinza portiróide cinza II portiróide rósea II portiróide rósea I aplitos róseos 	F. Portiróide rósea
Ass. Portiróide grosseira I		F. Equigranular rósea média
?		F. Portiróide rósea grossa
Ass. Portiróide cinza I		F. Portiróide rósea média
Ass. Mela portiróide rósea		Dioritos/Embasamento
Ass. Mela portiróide rósea II		
?		
Ass. Portiróide rósea	<ul style="list-style-type: none"> aplitos róseos e pegmatóides 	
Ass. Portiróide rósea III	<ul style="list-style-type: none"> portiróide rósea III 	
?	<ul style="list-style-type: none"> mela portiróide rósea I 	
Ass. Granodiorítica média		
Ass. Portiróide grosseira II		
Ass. Granodiorítica fina e porfirítica	<ul style="list-style-type: none"> porfirítica fina 	
Diorito/Embasamento		

Fig. III-1 - Sequência de colocação e/ou resfriamento dos granitóides dos Maciços Sorocaba e São Francisco

milimétrico a centimétrico de leitos predominantemente lepidoblásticos e granoblásticos, típico dos filitos das rochas encaixantes.

A parte central apresenta as texturas mais características que são as texturas porfiroblásticas, desenvolvidas em função do crescimento das biotitas e muscovitas com disposição caótica, dando um aspecto mosqueado à rocha, não orientadas segundo a deformação principal D_{n+3} , que constituem o auge do metamorfismo, dado pelo crescimento de biotitas formadoras da clivagem S_{n+3} .

A parte interna da auréola de contato com o granito ou no próprio contato a rocha perde as feições do filito, apresentando-se maciça ou bandada em função da variação composicional dos leitos, mas mostrando intensa recristalização e condições para o crescimento de porfiroblastos de andaluzita, coríndon, cordierita, biotita e muscovita. A granada ocorre localmente.

A largura e extensão da auréola e a mineralogia desenvolvida estão intimamente ligadas aos tipos litológicos, bem como as condições metamórficas sofridas, estando, às vezes, encobertas por sedimentos recentes ou quase ausentes em função da rocha incompatível ao seu desenvolvimento, ou ausente principalmente nas zonas de maior intensidade deformacional em que fica superimposta uma foliação milonítica que encobre totalmente as feições acima expostas.

III-4- Geologia Estrutural

Com relação às estruturas de natureza rúptil, reconhecem-se na área zonas de falhamentos transcorrentes que constituem as estruturas mais destacadas para a área, (Hasui et al., 1978; Hennies et al., 1967; Hasui, 1973, 1975) e que possibilitam, conjuntamente com a litologia, a divisão em blocos do Pré-Cambriano, definindo o Grupo São Roque ou mesmo Domínio São Roque (Janasi e Ulbrich, 1985).

Os autores, (op. cit.) com base nas relações angulares dessas falhas, definem um regime de esforços com componente principal maior, orientado E-W, apresentando rejeito global destruído.

Estes falhamentos apresentam direções predomina-

tes NE-SW a ENE-W-SW, direções estas das estruturas regionais, constituindo faixas com dezenas a centenas de metros de milonitos a ultramilonitos, apresentando ainda marcante foliação cataclástica, geralmente subvertical associada.

Na área é marcante a presença dos Falhamentos de Jundiuvira, Pirapora e Taxaquara, que são falhamentos que em função da deformação dos hornfels da área são sistemas que começaram a se desenvolver após o metamorfismo de contato, ou seja, são tardi-pós-brasílianos, pois muitos seccionam corpos rochosos, como o Falhamento de Pirapora que secciona o Maciço São Francisco e, notavelmente, a forma alongada do Maciço Sorocaba relacionadas ao falhamento de Jundiuvira, ou suas ramificações, que controla o contato sul deste maciço.

Em relação ao Maciço Sorocaba, a deformação está restrita às partes marginais do maciço, não evidenciando um processo tão intenso de deformação, o que leva a supor que estes falhamentos correspondam à zonas de deformação mais antiga, que teriam facilitado o desenvolvimento da forma contínua e alongada do maciço granítico, sendo que a forma final, principalmente da borda sul do maciço está ligada a estas zonas reativadas, com deslocamento transcorrentes que, com certeza, são tardi a pós-tectônicos.

O Maciço São Francisco apresenta nas suas bordas um controle dado por falhamentos; a sul o Falhamento de Pirapora e a norte por falhas de menor intensidade, mas que controlam o contato e a sua forma, o que leva a sugerir que os processos de deformação do maciço ocorreram de forma diferente do Maciço Sorocaba ou seja, em zonas de alívio entre feixes de falhas e portanto, um seccionamento do corpo nas bordas.

As zonas de fraturas ou falhas menores são posteriores ao falhamento principal, indicando um sistema sub-vertical, geralmente oblíquo à xistosidade principal, gerando faixas mais estreitas de deformação que cortam o maciço em continuidade para as rochas encaixantes.

Nestas zonas de deformação o que se verifica são faixas miloníticas e sobrepostas a elas, processos cataclásticos, como um processo final de deformação.

No Maciço Sorocaba estes falhamentos são mais evidentes em função da sua forma e disposição se assemelharem a um "sigmóide" de deformação com forma de S, evidenciando esforços

E-W, associados ao caráter destrai do falhamento.

Nas partes em que o maciço sofre mudanças gerais de direção e onde se verificam zonas de deformação que seccionam o maciço, são três as principais zonas rúpteis designadas de Falhamento das Doninhas ao norte, Falhas de Piragibú-Mirim ao centro e Falha de Sorocaba ao sul. Estas apresentam direções semelhantes E-W a WNW-ESE, de caráter principalmente transcorrentes. No Falhamento das Doninhas os processos deformacionais são mais intensos e nítidos, definindo processos miloníticos e cataclásticos superimpostos a estes.

Ligados aos processos cataclásticos, verificam-se planos e lineações que indicam um caráter subvertical, o que poderia corresponder à exposição de blocos dentro do corpo magmático, de profundidades diferentes e portanto, apresentarem-se em níveis erosionais distintos.

Outras direções de fraturas e falhas ou mesmo alinhamentos estão definidos na mapa geológico e correspondem a zonas deformacionais de menor intensidade.

A descrição da tectônica rúptil neste trabalho visa apenas caracterizar as principais falhas e processos a elas vinculadas e que de alguma forma e maneira estejam influenciando o posicionamento e a forma do maciço ou das fácies ora determinadas.

Com relação à tectônica dúctil, estas seguem os mesmos princípios que norteiam este trabalho, sendo elaborados estudos localizados nas encaixantes, na definição das sequências de deformação já descritas (Hasui, 1975; Hasui et al., 1980; Hackspacher et al., 1988), bem como estruturas reconhecidas regionalmente como anticlinórios Alumínio (Hasui et al., 1980).

FIG. III 2
 MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO
 DOS MACIÇOS SOROCABA, SÃO
 FRANCISCO E PIRAPORA

CAPÍTULO IV

PETROGRAFIA

IV-1- Classificação e nomenclatura das Rochas Granitóides

As fácies e ou associações definidas no capítulo III, baseiam-se essencialmente em aspectos macroscópicos, de textura e da cor dos feldspatos, índice de cor, e feições composicionais, utilizando-se aspectos macro e microscópicas nas classificações e na nomenclatura de algumas fácies.

Portanto, a descrição petrográfica das rochas que constituem os maciços, obedecerá para o Maciço Sorocaba, as unidades mapeáveis (associações) com as possíveis variações de fácies existentes e para o Maciço Pirapora, obedecerá as unidades mapeáveis (fácies), obedecendo a possível sequência de colocação proposta na (tabela III-1).

A classificação se fará em função dos dados modais obtidos destas rochas, utilizando-se o diagrama Q.A.P. da classificação da IUGS (1975).

Em função das texturas e granulometria apresentadas pela maioria das rochas de ambos os maciços, as descrições petrográficas estão definidas basicamente em dados da matriz, sendo que os dados modais resultam da interação fenocrístais e matriz, segundo a metodologia definida no item I-3-3.

IV-2- Petrografia dos Granitóides Sorocaba

IV-2-1- Associação Granodiorítica fina e porfirítica

Nesta associação estão incluídas as rochas predominantemente de composição granodiorítica, mesocráticas, constituindo-se basicamente pelas fácies (F3) granodiorítica fina e (F6) granodiorítica porfirítica.

A fácies granodiorítica fina são rochas de coloração cinza escura, mesocrática, estrutura maciça, fanerítica fina e localmente afanítica. (Foto 3)

Microscopicamente apresentam texturas isotropas, hipidiomórficas, inequigranular fina a muito fina, caracterizadas basicamente por cristais subhédricos, submilimétricos de biotita

e hornblenda, numa massa difusa composta por feldspato potássicos, anhédracos a subhédracos, sub arredondados a arredondados; grãos de quartzo dispersos ou em agregados de cristais anhédracos e o plagioclásio ocorre na forma de micro-cristais, predominantemente subhédracos e anhédracos.

A composição global das rochas desta fácies, conforme o diagrama Q.A.P. (Fig. IV-1-3) e (tabela IV-1) é granodiorítica.

O plagioclásio ocorre em micro-cristais subhédracos, com hábito tabular ou anhédracos, com formas ovaladas, apresentando contornos lobulados a serrilhados. Apresenta geminação polissintética a Carlsbad, localmente apresentam-se deformadas. Alguns grãos apresentam zoneamento composicional, às vezes marcado por uma alteração dos núcleos (sericitização) ou apresentam-se com inclusões de apatita, opacos, hornblenda e biotita. Raramente apresentam-se antipertíticos (com pequenas manchas de feldspato potássico dentro do plagioclásio).

O quartzo ocorre como microcristais, límpidos, anhédracos, com contatos lobulados a denteados, apresentando fraca extinção ondulante em alguns cristais. Às vezes, possuem caráter intersticial, sendo que na maioria ocorrem formando aglomerados isolados ou constituindo uma massa com K-feldspato e plagioclásio.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre predominantemente como microcristais anhédracos e raramente subhedrais, com hábito às vezes, tabular. Apresenta contatos lobulados, às vezes mostram uma fraca alteração para sericita ou pequenas inclusões de plagioclásio e quartzo. No contato com os plagioclásios ocorre raramente a formação de mirmequitas minúsculas. Às vezes mostra-se pertíticos, em forma de filme ou manchas.

A biotita, com pleocroísmo castanho claro a escuro, ocorre em microcristais subhédracos, com hábito placóide, com as bordas corroídas isoladamente ou em pequenos grupos, juntamente com os demais máficos. Localmente ocorre cloritização destas. Frequentemente inclui opacos, apatitas, zircão e epidoto, sendo que os dois últimos provocam o desenvolvimento de halos pleocrômicos.

O anfibólio (hornblenda) com pleocroísmo verde a pardo, apresenta micro-cristais subhédracos, com as bordas corroídas. Ocorrem isoladamente ou associados à biotita e epidoto.

Apresenta inclusões de opacos e epidoto; localmente, reações para biotita e clorita.

Entre os acessórios mais frequentes, destacam-se os opacos, epidoto e apatita. O primeiro apresenta-se com formas arredondadas e alongada, disseminados na rocha. O epidoto ocorre com microcristais arredondados, isolados ou constituindo níveis associados aos máficos. A apatita ocorre como cristais euhedrais de hábito prismático dominante.

Em menores proporções ocorrem microcristais de titanita, zircão e allanita, geralmente associados aos máficos principais.

Dos minerais de alteração temos o epidoto e a sericita a partir dos feldspatos e a clorita a partir da biotita e anfibólio.

A fácies granodiorítica porfirítica são as rochas de coloração cinza, mesocrática, maculada, apresentando textura inequigranular porfirítica, com fenocristais de plagioclásio menores que 1cm subhédricos, fenocristais de K-feldspato, com dimensão de até 3cm, com formas ovaladas, numa matriz fina a média, composta por quartzo, feldspatos, biotita e anfibólio. (Foto 6)

Microscopicamente a rocha é isotrópica, hipidiomórfica, inequigranular porfirítica, com fenocristais de plagioclásio (5-7mm), numa matriz fina a média, composta por quartzo, feldspatos, biotita e anfibólio

A composição global das rochas desta fácies, conforme o diagrama Q.A.P. (Fig.IV-1-3) é granodiorítica, com termos texturais porfiríticos, sendo que alguns termos finais apresentam composição monzogranítica, em função das variações localizadas com o aumento de fenocristais de K-feldspato.

O plagioclásio (oligoclásio) ocorre em cristais subhedrais, milimétricos a submilimétricos e em megacristais também na matriz.

Geralmente apresentam-se com geminação polissintética e Carlsbad com contatos retos e lobulados, apresentando microfraturas e microdobras.

Apresentam-se com processos de sericitização, sendo que nos cristais zonados, esta encontra-se mais intensa no centro.

É frequente nos contatos com feldspato potássico o desenvolvimento de mirmequitas.

O quartzo ocorre como cristais anédricos, submilimétricos, com forma granular ou constituindo agregados granoblásticos finos. Os contatos apresentam-se engrenados e às vezes, interdigitados com os feldspatos; a extinção é homogênea, sendo que alguns grãos apresentam extinção ondulante e microfraturados.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre em cristais anédricos, milimétricos a submilimétricos, apresentando contatos retos, sendo frequente a presença de grãos com processo de sericitização ou com extinção ondulante. Alguns cristais apresentam pequenas pertitas de filme, assim como texturas gráficas, microfraturas com processos de sericitização. Encontra-se às vezes, como megacristais com dimensões de até 3cm, distribuídos esporadicamente com intercrescimento de biotita.

A biotita ocorre com pleocroísmo, em tonalidades castanho a marrom claro, na forma de cristais subhedrais, parcialmente corroída nas suas bordas, apresentando-se distribuídas caoticamente ou constituindo cordões conjuntamente com os demais máficos.

Verifica-se a presença de inclusões de apatita, opacos, epidoto, microfraturas e microdobramentos, com encurvamento das lamelas. É frequente a passagem parcial ou total para cloritas.

A hornblenda apresenta pleocroísmo verde em cristais subhedrais, submilimétricos, parcialmente corroídos nas suas bordas, apresentando inclusões de opacos, apatita e epidoto, geralmente associada à biotita, sendo que localmente verifica-se a passagem dessas, parcialmente para biotita e clorita.

Nota-se a ocorrência em menor quantidade de anfíbio tipo ferro-hastingtonita com pleocroísmo verde azulado e ângulo 2V baixo.

Entre os acessórios observa-se opacos anhedrais arredondados, submilimétricos, com inclusões de apatita, geralmente associados aos máficos. Em menores proporções verificam-se apatitas prismáticas, submilimétricas, zircão, epidoto e rutilo.

Como minerais de alteração, temos o epidoto, a sericita e a clorita, sendo que os dois primeiros correspondem a um processo de saussuritização dos feldspatos e a clorita, a alteração dos máficos.

A sequência de cristalização das rochas que constituem estas fácies inicia-se pelos acessórios apatita, zircão,

opacos, rutilo, seguido pelos minerais principais, o plagioclásio da matriz e fenocristais máficos, quartzo e feldspato potássico, sendo que os megacristais desta natureza são os mais tardios.

IV-2-2- Associação porfiróide grosseira II

São agrupadas nesta associação a fácies porfiróide (F11) que é constituída por granitóides porfiróides cinza. Compreende variedades leucocráticas e mela, com granulação média a grossa. Segundo a figura IV-1-3 e a tabela IV-1 as rochas são predominantemente compostas por granitos 3B e localmente por granitos 3A.

Destaca-se para essas fácies a variação do tamanho dos fenocristais de feldspato potássico, apresentando até 40% desses megacristais. Seu tamanho varia localmente, mas sempre apresentando termos muito ricos em fenocristais.

Os fenocristais de plagioclásio apresentam-se em cores mais esbranquiçadas, com tamanhos até 8 mm ou simplesmente constituem uma matriz de granulometria grossa. (Foto 11)

Ao microscópio, essas rochas apresentam texturas hipidiomórficas inequilgranulares, porfiróides, apresentando uma matriz de composição monzogranítica em que os plagioclásios apresentam-se de maneira serial, dispendo-se em cristais isolados ou cordões circundando os fenocristais maiores de feldspato potássico.

O feldspato potássico na matriz apresenta-se regularmente distribuído ou em cristais maiores, isolados.

O quartzo é intersticial ou se encontra em agregados irregulares ou apresentando-se com formas globulares, atingindo uma dimensão de até 8 mm.

A biotita é máfico principal, encontrando-se em placas isoladas ou aglutinadas, podendo ainda constituir cordões circundando os megacristais.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre com cristais variando de (0,4 a 1cm) na matriz. Apresenta fenocristais com até 8 cm, sendo a média em torno de 4 a 5 cm. Estes são cristais subhedrais a euhedrais, de hábito tabular, caracterizados pela presença marcante das geminações em grade e Carlsbad e localmente pelas texturas rapakivi. Apresenta ainda cristais ovais, com tamanho médio de 2 cm na maioria das rochas estudadas.

O feldspato potássico é na maioria das vezes, peritítico, destacando os tipos de filmes finos de albita, constituindo um padrão paralelo ou às vezes, em veios maiores e irregulares ou ainda em forma de manchas. É comum nos contatos com os plagioclásios a constituição de intercrescimento de quartzo formando uma textura micrográfica.

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta tamanhos menores, sendo mais frequente na matriz, mas ocorre também como pequenos fenocristais. São subhedrais a euhedrais, de hábito ripiforme ou tabular, apresentando geminações de albita, Carlsbad e periclínio. Verifica-se nos cristais maiores, um zoneamento muitas vezes ressaltado por uma sericitização intensa do núcleo ou o desenvolvimento de albita parcialmente nos contornos externos dos cristais. Apresenta em alguns cristais, deformação das lamelas de geminação. Quando em contato com o feldspato potássico, é comum o desenvolvimento de bordas de albita ou a formação de mirmequitas na forma de gotículas ou filetes. É frequente a presença de inclusões de opacos, apatita.

O quartzo apresenta cristais anhedrais, com tamanhos variando de 1 mm até agregados globulares até 8 mm. Essa disposição é sequencial ou seja, constitui uma série na maioria das vezes, onde os cristais menores são intersticiais, com contatos interpenetrados, apresentando às vezes, superfícies ou cordões recristalizados.

Os cristais maiores constituem texturas granoblásticas, irregulares, com formatos ovalados, apresentando-se isolados ou dispostos entre os megacristais. É comum a presença de extinção ondulante nas várias frações.

A biotita constitui cristais lamelares, subidiomórficos e com hábito placóide, apresentando um pleocroísmo forte, com as cores variando de marrom avermelhado a marrom amarelado, ocorrendo isoladamente ou com dimensões menores, posicionando-se nos espaços intergranulares ou constituindo cordões na borda dos megacristais.

As biotitas encontram-se levemente dobradas e corroídas, sendo frequente inclusões de apatita, opacos e zircão, sendo este último responsável pela formação de halos pleocróicos, que merecem destaque nestas rochas. Nota-se também uma forte alteração para cloritas.

Os acessórios mais frequentes são destacados por

opacos, apatita, epidoto, rutilo e zircão.

Os opacos apresentam hábitos prismáticos e geralmente pequenos, tratando-se de magnetitas.

Os minerais de alteração caracterizam-se pela sericita e/ou muscovita e epidoto, associados aos plagioclásios e a clorita gerada a partir das biotitas, apresentando ainda leucoxênios a partir de titanita.

A sequência de cristalização dessa associação de granitóides é dada inicialmente pela cristalização dos acessórios, seguida dos plagioclásios, o início da cristalização das biotitas, feldspato potássico e quartzo. Possivelmente a fração de quartzo de maior tamanho, ovalado esteja concomitantemente sendo gerada junto com os plagioclásios. Esta seqüenciação torna-se muito complexa e de difícil definição em função das várias granulações que constituem os principais minerais félsicos.

IV-2-3- Associação granodiorítica média

Nesta associação estão agrupadas as rochas das fácies (F4) granodiorítica média (Fig.IV-1-3) (tabela IV-1).

São rochas de coloração cinza claro, mesocráticas, isotrópicas, com textura do tipo "sal e pimenta", compostas por minerais félsicos claros e máficos. (Foto 4)

São rochas equigranulares, de granulação média variando entre (2,0 a 4mm). Localmente podem apresentar uma fraca orientação de fluxo.

Microscopicamente apresentam texturas graníticas, hipidiomórficas, equigranular, compostas de cristais subhedrais de plagioclásio, com forte sericitização, feldspato potássico, quartzo e biotita.

O feldspato potássico (microclínio) é subhedral, com hábito tabular, exibindo geminação em grade nítida, apresentando processos de pertitização em forma de filme, mostrando-se parcialmente alterados.

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta-se com forma tabular, subhedral, com geminação do tipo da Lei de Albita, com processos intensos de sericitização ou apresentando-se com contornos irregulares a lobulados, constituindo um mosaico granoblástico com os demais félsicos.

O quartzo é predominantemente anhedral, intersti-

cial, apresentando extinção ondulante ou caracterizando agregados bastante irregulares evidenciando uma intensa recristalização mineral. Ocorre ainda na forma de gotas de quartzo mirmequíticos ou finos vermes granofíricos no feldspato potássico.

A biotita apresenta-se em cristais com hábito plácóide parcialmente alterada para cloritas, mostrando um pleocroísmo marrom-esverdeado. Ocorre isoladamente ou em pequenos glomérulos, apresentando inclusões de zircão, apatita, titanita e allanita.

Os acessórios caracterizam-se pelo zircão, euhe-drais, submilimétricos.

A titanita apresenta-se subhedral, com cristais com formas prismáticas. A apatita e allanita ocorrem em menor quantidade, juntamente com opacos (magnetita). Estão inclusos ou associados às biotitas.

Os minerais de alteração caracterizam-se pela sericita, epidoto e cloritas.

A sequência de cristalização é constituída inicialmente, pelos minerais acessórios, plagioclásio, feldspato potássico, máficos e quartzo.

IV-2-4- Associação porfiróide rósea III, porfiróide rósea e mela porfiróide rósea II

Estarão agrupadas neste item, as fácies (F18) porfiróide rósea III (Foto 18); (F13) mela porfiróide rósea I (Foto 13), sucessivamente a fácies (F15) porfiróide rósea (Foto 15) e (F14) mela porfiróide rósea II. (Foto 14)

Estas associações caracterizam-se pelas fácies de granulometria média a grossa, de composição quartzo-feldspática e biotita em que se destacam, através de cores distintas, megacristais de feldspato potássico róseo e plagioclásios brancos, apresentando variedades leucocráticas a melagranitóides, correlativamente.

Nas relações modais da tabela IV-1 e da figura. IV-1-2 verifica-se que se tratam de rochas basicamente de composição monzograníticas, com termos diferenciados em função da média dos máficos presentes (biotita) e das relações de tamanho e porcentagem dos megacristais. Somente a fácies (F13) mela porfiróide rósea I apresenta características mais distintas; a riqueza

em megacristais de feldspato potássico atinge 40% da rocha, com tamanho médio entre (3 a 4cm), mas exibindo megacristais de até 8 cm, imersos numa matriz média a grossa, com os plagioclásios apresentando tamanhos de (0,5 a 0,7mm) com o mesmo comportamento granulométrico da matriz. O excesso em megacristais de K-feldspato faz com que a composição final da rocha seja sienogranítica.

A presença de quartzo globular e textura rapakivi é bem nítida nestas fácies.

A relação média das biotitas varia entre as diversas fácies, mas apresenta-se com modo de ocorrência similar, incluso nos feldspatos potássico isoladamente ou constituindo linhas que definem o zoneamento da cristalização destes ou apresentando-se em palhetas maiores, isoladas ou agrupadas ou constituindo cordões nas bordas externas dos megacristais.

Ao microscópio, predominam texturas hipidiomórficas a xenomórficas, inequigranulares, ocorrendo duas gerações de feldspato potássico: uma de granulação maior, muito pertítica e intensamente sericitizada e a outra, de granulação menor geralmente intersticial apresentando geminação em grade mais nítida e com sinais de alteração menores.

Os plagioclásios apresentam-se em média, menores que os feldspatos potássico, mostrando duas frações, às vezes não tão distintas. A fração maior caracteriza-se por apresentar processos de zoneamento albitico das bordas e uma intensa sericitização restrita dos núcleos e uma fração menor, sem apresentar intensa alteração.

O quartzo apresenta-se intersticial ou constituindo agregados dispostos conjuntamente com os fenocristais.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre caracterizado por duas fases distintas. Uma com cristais maiores, subhedrais, de hábito tabular, geminação de Carlsbad e incipiente geminação em grade, encobertas por apresentarem-se fortemente pertíticos, com formas de filmes e veios acerrados e subparalelos. As vezes desenvolvem veios irregulares ou manchas, apresentando geminação lamelar de albita pertítica.

O zoneamento nos megacristais é frequente, com o desenvolvimento nas bordas de albita e/ou oligoclásio, constituindo texturas rapakivi. Nas zonas marginais dos megacristais ocorrem processos de geração de mirmequitas e/ou texturas gráficas diminutas. Localmente ocorrem inclusos quartzo e máficos ou

mesmo oligoclásio, este, bastante corroído e alterado.

A outra fase, com cristais menores, mais límpidos e com geminação em grade mais marcante, apresentam-se intersticiais ou constituindo agregados mais irregulares, com contornos lobulados. Em contato com cristais de plagioclásio verifica-se a formação de mirmequitas em forma de pequenos vermes de quartzo.

O plagioclásio (oligoclásio) ocorre nos cristais maiores; são subhedrais, com hábito ripiforme a tabular, constituindo geminação segundo a Lei da Albita e mais raramente de Carlsbad ou conjunta. Apresenta-se geralmente com bordas mais albiticas e/ou desenvolvimento de mirmequitas quando em contato com feldspato potássico, sendo as partes centrais destes cristais intensamente alteradas. Em alguns locais mostram ainda inclusões de opacos e apatitas.

A fração menor é subhedral a predominantemente euhedral, apresentando geminação de albita com alterações para sericitas menos intensa. Mostra-se em agregados, com contornos lobulados ou agregados poliminerálicos, desenvolvendo diminutas bordas mais albiticas ou mirmequíticas quando em contato com o feldspato potássico.

O quartzo é anhedral, intersticial, apresentando uma disposição serial de granulometria na matriz ou constituindo ainda agregados com contornos irregulares a lobulados granoblásticos. Isoladamente ocorrem cristais globulares arredondados ou ovalados, contidos entre os megacristais.

A biotita é subhedral, com hábito placóide com forte pleocroísmo marrom-esverdeado, exibindo às vezes deformação das lamelas ou bordas parcialmente corroídas. As inclusões são frequentes de titanita, epidoto, allanita, apatita e opacos, às vezes denotando uma textura "poiquiloblástica" em função dos halos precrocícos desenvolvidos devido aos três primeiros minerais das inclusões. O processo de cloritização é marcante.

Os acessórios são basicamente opacos (magnetita e ilmenita) zircão, apatita, allanita e titanita, inclusos ou associados às biotitas.

Os minerais de alteração constituem-se por sericita, muscovita, epidoto e clorita.

A ordem de cristalização é dificultada na sua definição devido as duas fases vistas no quartzo, feldspato potássico e plagioclásio. Inicialmente temos a cristalização dos aces-

sórios seguida por quartzo globulares, plagioclásio, biotita, feldspato potássico e quartzo. Provavelmente os cristais mais límpidos de feldspato potássico e plagioclásio estejam ligados a uma fase mais tardia.

IV-2-5- Associação Mela porfiróide Rósea

Estão colocadas neste grupo, as rochas de granulação média escura, com índices de cor superiores a 10, com presença de feldspato róseo com dimensões de até 5 cm e de plagioclásio menores de até 1 cm.

A matriz média escura é preferencialmente de composição quartzo-diorítica a granodiorítica, apresentando variações composicionais modais em função dos fenocristais. Portanto em função da pequena área de exposição e das relações litológicas variando em função do aumento ou da diminuição dos fenocristais, tratou-se esta associação como uma mesma fácies, apresentando tipos que estarão descritos a seguir.

Estes são caracterizados por quartzo-monzonitos e por monzogranitos e granodioritos (tabela IV-1 e fig. IV-1-2).

O primeiro tipo, caracterizado por quartzo-monzonitos, exibem megacristais maiores, apresentando bordas parcialmente corroídas ou retilíneas (retangulares), sendo que o feldspato potássico exibe na maioria das vezes, contornos ovalados com uma auréola de plagioclásio contornando esses cristais, configurando uma textura rapakivi. Apresentam granulometria predominantemente média, exibindo fenocristais de plagioclásio (3-10mm) com hábito tabular, subhedrais, apresentando uma disposição desordenada numa matriz composta por quartzo, microclínio, plagioclásio e biotita, com dimensões médias (1 a 2mm). O feldspato potássico apresenta-se como raros fenocristais, com dimensões que variam de 2 a 5mm. (Foto 12)

Os cristais de feldspatos potássico (microclínio) são subhedrais, apresentando pertitas em alguns grãos na forma de pequenos filetes. Seus contornos são irregulares apresentando textura lobulada bem marcada na matriz, principalmente em contatos com cristais anhedrais de quartzo. Exibem duas formas texturais, ocupando os interstícios entre os cristais maiores de plagioclásio ou constituindo agregados granoblásticos. Em alguns locais, verifica-se textura rapakivi nos cristais isolados maiores,

sendo vistas com mais frequência nos megacristais macroscopicamente, sendo que os processos de alteração (sericitização) são incipientes.

O plagioclásio é subhedral, apresentando geminações segundo a Lei de Albita, exibindo cristais zonados, caracterizados por núcleos de oligoclásio e as bordas sempre mais límpidas com o desenvolvimento parcial de albita. Nos contatos com o feldspato potássico há a formação de mirmequitas com formas de gotas ou pequenos filetes. A sericitização é fraca e mais intensa na matriz do que para os fenocristais.

O quartzo caracteriza-se por cristais anhedrais, com contornos irregulares a lobulados e intersticiais. Localmente apresenta agregados globulares, dispersos na matriz, apresentando leve extinção ondulante.

A biotita apresenta-se com tamanhos de 0,3 a 2mm. São cristais subhedrais, com hábito placóide, apresentando-se intensamente corroída. Mostra pleocroísmo com coloração marron-esverdeado. Concentra-se na matriz, distribuída homogeneamente ou com placas maiores de distribuição caótica. Apresenta uma riqueza em inclusões de zircão, titanita, allanita e apatita ou associada a estes minerais. Os processos de cloritização são incipientes.

Os acessórios apresentam-se em cristais submilimétricos e em pequenas quantidades, sendo a apatita prismática, os de maior presença. Zircão, titanita, allanita e opacos (pirita e magnetita) são encontrados inclusos principalmente na biotita ou associados a ela. A sericita constitui uma massa fina, atuando principalmente sobre os plagioclásios, mas, em proporções incipientes.

O segundo tipo é formado por monzogranitos, apresentando diferenças texturais basicamente em função da granulometria, que varia de fina a média na matriz e nos tamanhos dos cristais de feldspato potássico, que são menores mas mais frequentes.

Mineralogicamente verifica-se um acréscimo pequeno nas porcentagens de quartzo e ocorrência de anfibólios.

Microscopicamente apresentam estrutura isotrópica, maculada, hipidiomórfica, com desenvolvimento de pequenos fenocristais de plagioclásio (0,8-0,3cm), subhedrais tabulares e feldspato potássico exibindo dimensões de 0,1 a 0,4cm, mais raros, numa matriz composta por biotita, anfibólio, quartzo e

feldspatos.

Os cristais de feldspato potássico (microclínio) são subhedrais e os pequenos fenocristais na matriz são de tamanho submilimétrico, subhedrais a anhedrais, sendo que os maiores mostram geminação e grade, pertíticos, sendo a mais frequente na forma de filme e filete, apresentando nas bordas, inclusões vermiformes de quartzo, desenvolvendo texturas localmente micrográficas.

Em alguns locais, mostram texturas granoblásticas quando constituem-se juntamente com quartzo agregados, apresentando contatos irregulares com a forma lobulada. Em alguns fenocristais exibem texturas rapakivi, sendo bem caracterizado nos cristais maiores.

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta dimensões de 0,8 cm nos fenocristais, sendo os da matriz com dimensões submilimétricas. Apresenta forma tabular, subhédricos nos fenocristais, sendo na matriz, isótropos, mostrando um processo de sericitização incipiente. A geminação marcante frequente é a de albita.

O quartzo é hialal, exibindo dimensões em torno de 1 cm e a outra porção, 0,2 cm. Apresenta contornos irregulares e evidencia extinção ondulante suave. É intersticial ou forma agregados granoblásticos com os feldspatos.

A biotita é subhedral, com hábito tabular, bordas parcialmente corróidas, pleocroísmo de coloração marrom-pardo. Apresenta-se com distribuição homogênea, exibindo inclusões de minerais acessórios.

O anfibólio (ferro-hastingsita) ocorre como cristais subhedrais com forma prismática, apresentando pleocroísmo esverdeado claro, estando geralmente associado às biotitas. Exibem corrosão nas bordas.

Os acessórios são caracterizados pela presença marcante de opacos, com dimensões com até 0,5mm, constituindo magnetita, calcopirita e pirita dispersos ou associados aos minerais máficos predominantes.

A titanita ocorre com frequência, com dimensões de 0,2mm, apresentando hábito euhedrais e formas prismáticas.

O zircão, allanita e rutilo também ocorrem em proporções menores.

Nos minerais de alteração ocorrem a sericita e os

carbonatos em pequenas proporções.

O terceiro tipo é formado pelas rochas granodioríticas. Estas apresentam-se maculadas, isotrópicas, mesocráticas, inequigranulares porfiróides. Apresentam fenocristais euhedrais a subhedrais de feldspato potássico, com uma distribuição hiatal constituindo uma moda com valores médios de 5 cm e uma outra, em torno de 2 cm. Exibem frequentemente texturas rapakivi e fenocristais de plagioclásio com até 1,5 cm. O quartzo apresenta agregados com até 0,8 cm, globulares, inseridos em uma matriz de granulação média de minerais félsicos e biotita.

Microscopicamente apresentam texturas hipidiomórficas, isótropas, com microclínio peritítico de distribuição em filme anastomosado, exibindo inclusões de oligoclásio geminado, bem como, pequenas palhetas de biotita. Os plagioclásios que predominam na matriz são subhedrais, ripiformes, constituindo às vezes, agregados ou mostrando-se zonados com processos de sericitização intensa na parte central. Os quartzos são anhedrais, ocorrendo intersticialmente ou em agregados.

As biotitas são subhedrais, com pleocroísmo marrom-pardo, apresentando-se corroídas e cloritizadas. Mostram-se com uma grande variedade de inclusões de acessórios como titanita, apatita, opacos, zircão e allanita, que por sua vez apresentam-se com um aspecto poiquilítico. Dispõem-se intersticialmente ou com distribuição homogênea.

Mineralógica e petrograficamente este terceiro tipo de rochas é semelhante ao tipo anterior descrito.

A sequência de cristalização é complexa e mais semelhante para estes subtipos, dadas a composição e textura bem próximas. Os acessórios apatita, zircão, titanita, rutilo e opacos compõem a primeira fase de formação, seguidos por plagioclásios, quartzo, feldspato potássico, biotita e provavelmente anfíbolos, feldspato potássico, fenocristais tardios.

IV-2-6- Associação porfiróide cinza I

Incluem-se nesta associação as rochas da fácies porfiróide cinza I (F8), que são rochas de coloração cinza claro, leucocráticas, maculadas, porfiróides, com a presença de fenocristais de feldspato potássico com até 2 cm, fenocristais menores de plagioclásio com 1 cm e quartzo globular até 4 cm, com ma-

triz de granulação média composta pelos minerais acima mencionados mais biotita. (Foto 8)

Microscopicamente apresentam texturas isotrópicas, hipidiomórficas, inequigranulares porfiróides, apresentando microclínio com até 7 mm de tamanho, subhedrais de hábito tabular e grãos menores anhedrais. O plagioclásio atinge tamanhos de até 3,5 mm, apresentando-se com formas subhedrais ripiformes. O quartzo dispõe-se intersticialmente, apresentando formas anhedrais, com contornos bem irregulares, com dimensões que variam de submilimétricas até 3 mm. Apresentam-se levemente orientadas, com composição modal conforme a figura IV-1-1 e a tabela IV-1.

O feldpato potássico (microclínio) apresenta-se como cristais subhedrais, tabulares, geminados segundo Carlsbad ou em grade, exibindo nos cristais maiores uma pertitização na forma de filmes, dispostos paralelamente, como também, um intercrescimento granofírico. Os cristais exibem ainda um processo de sericitização marcante e apresentam em alguns cristais, um processo de corrosão.

O plagioclásio (oligoclásio) é serial na matriz, com dimensões de até 3,5 mm, subhedrais, com hábito tabular a ripiforme, apresentando geminação de albita e Carlsbad em menor proporção. As vezes, apresentam-se zonados ou mostram nas suas bordas mais límpidas, o desenvolvimento de albita, pois as partes centrais dos cristais apresentam-se com intenso processo de sericitização. Nesta fração, não se verificam processos de pertita.

O quartzo é serial, de tamanho submilimétricos de até 3 mm. São cristais anhedrais, com contornos irregulares a serrilhados, apresentando-se de maneira geral, intersticial ou constituindo agregados com textura granoblástica irregular, indicando localmente uma recristalização. Somente nos cristais maiores ovalados é que apresenta uma incipiente extinção ondulante.

A biotita é o máfico dominante, mas ocorre em pequenas proporções, com tamanhos (0,5-1mm) com distribuição intersticial, podendo ocorrer placas de tamanhos milimétricos dispersas caoticamente ou constituindo agrupamentos, caracterizando um aspecto localizado e não uniforme de "manchas". Apresenta-se com pleocroísmo, com tonalidades amarelo-esverdeadas a marrom-acastanhadas, exibindo diminutas inclusões de apatita, zircão, allanita e titanita, sendo os três últimos representados na formação dos halos pleocróicos. O rutilo ocorre como pequenos e es-

parsos cristais prismáticos, de hábito acicular, inclusos na biotita.

Os acessórios são geralmente submilimétricos, caracterizados na maioria das vezes por inclusões principalmente na biotita, constituídos de apatita, zircão, allanita, titanita e rutilo ou, associados a estas. Os opacos ocorrem raramente e são dados por piritas.

A clorita e a sericita constituem basicamente os minerais de alteração.

A ordem de cristalização é constituída inicialmente pelos acessórios, precedidos dos minerais félsicos, plagioclásio e o quartzo ovalados, minerais estes que apresentam extinção ondulante e corrosão nas bordas, seguido ou concomitantemente do feldspato potássico, estes precedidos pelo início de cristalização da biotita, pois encontram-se inclusas ou obedecendo o zoneamento do feldspato potássico.

IV-2-7- Associação porfiróide grosseira I

Inserem-se nesta associação, a fácies porfiróide grosseira I (F10), de coloração cinza claro, leucocráticas, maculadas, apresentando uma riqueza em fenocristais de feldspato potássico, com dimensões de até 6 cm e de plagioclásio menores, com dimensões de até 1 cm, com composição modal segundo a figura IV-1-1 e a tabela IV-1 (Foto 10).

Nos cristais maiores de feldspato, é frequente a formação de linhas de inclusões de biotitas, sendo que nos cristais menores verificam-se texturas rapakivi. É comum a identificação de uma pequena orientação destes.

Microscopicamente apresentam texturas parcialmente isotrópicas, hipidiomórficas, inequigranulares porfiróides, apresentando os feldspatos maiores com ligeira orientação.

Os minerais máficos são em geral, intersticiais, aparecendo em placas isoladas ou em glomérulos, ou mesmo constituindo cordões.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre em grãos maiores, com dimensões de até 10 mm, geralmente com hábito tabular, euhedrais e subhedrais, apresentando-se intensamente pertitizados na forma de veios cerrados, sub-paralelos. São geminados segundo Carlsbad e/ou grade, apresentando em alguns cris-

tais, inclusões granulares de quartzo. Texturas rapakivi ocorrem nos fenocristais menores, dada por uma borda de oligoclásio.

Os cristais menores são predominantemente anhedrais, apresentando forte geminação em grade e constituem um mosaico granoblástico com os outros félsicos.

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta uma fração com tamanho médio de até 6 mm, subhedral, ripiforme a tabular, com geminação polissintética e Carlsbad. Apresenta-se zonado e com um intenso processo de sericitização e/ou muscovita. As partes mais límpidas constituem as bordas dos cristais com o desenvolvimento de estreitas faixas de albita, não sendo muito frequente o desenvolvimento de mirmequitas na forma de pequenas gotas nas bordas dos cristais.

Os cristais menores, com dimensões submilimétricas de até 3 mm, apresentam-se mais límpidos. São predominantemente anhedrais a subhedrais, dispondo-se intersticiais entre os cristais maiores ou constituindo agregados granoblásticos.

O quartzo é serial, com tamanhos submilimétricos a 3 mm. São cristais anhedrais, com contornos irregulares ocorrendo geralmente intersticiais ou constituindo uma textura sacaroidal. Há a presença de quartzos ovalados, constituindo agregados globulares dominando faixas entre os megacristais.

A biotita apresenta-se com tamanhos (0,5 a 1mm), e caracteriza-se por cristais tabulares subhedrais, com pleocroísmo marrom-pardo, geralmente inclusa entre os félsicos ou está distribuída isoladamente (1 a 3mm) ou em pequenos glomérulos, originando pequenas e esparsas manchas. Constitui também cordões bordejando os fenocristais.

As biotitas menores apresentam um grande número de inclusões de apatita, zircão e allanita.

Os acessórios caracterizam-se por minerais submilimétricos euhedrais, compreendendo zircão, allanita, apatita, opacos (pirita e magnetita) sempre associados ou próximos aos níveis de biotita.

Os minerais de alteração caracterizam-se por cloritas, sericitas e/ou muscovitas, bem marcantes nestas rochas.

Os contatos marginais desta fácies caracterizam-se por contatos tectônicos, exibindo milonitos a ultramilonitos (So 122) apresentando as relações modais dos félsicos alteradas, com elevação das porcentagens de quartzo, sendo verificado processos

mais intensos de albitização nos plagioclásios e feldspato potássico. A biotita ocorre sempre alterada, quase que totalmente para cloritas. A presença de fluorita e pirita torna-se marcante nestas rochas deformadas.

Estas modificações são dadas por processos de greisenização e hidrotermalismo nestas zonas, com texturas milonítica e/ou cataclástica.

A ordem de cristalização segue a princípio, a associação anteriormente descrita com a cristalização dos acessórios de zircão, allanita, apatita e magnetita, seguida por plagioclásios, máficos, feldspato potássico, quartzo, sendo que os quartzos ovalados globulares devem estar se formando conjuntamente com os plagioclásio.

IV-2-8- Associação Porfiróide Média II

Nesta associação incluem-se as rochas de composição sienogranítica: (F17) porfiróide rósea II (Foto 17), monzogranítica: (F9) porfiróide cinza II (Foto 9), sienogranito: (F16) porfiróide rósea I (Foto 16) e cordierita muscovita granitos: (F7) porfirítica escura (Foto 7) (Fig. IV-1-1 e tabela IV-1).

A fácies porfiróide rósea II é representada por rochas róseas clara, leucocráticas, isotrópicas, maculadas, inequigranulares porfiróides, compostas por fenocristais róseos de feldspato potássico, com dimensões de 0,5 a 3cm, subhedrais e plagioclásios brancos, com dimensões menores (até 1cm) subhedrais, numa matriz predominantemente média, de feldspatos, biotita, rica em quartzos que variam de tamanhos milimétricos, destacando os cristais maiores por um brilho vítreo. (Foto 17)

O feldspato potássico (microclínio), com dimensões de 0,1 a 1cm, ocorre na forma de cristais subhedrais, com hábito tabular, presença marcante de geminações em grade e Carlsbad. São na maioria das vezes, pertíticos, apresentando-se na forma de filmes subparalelos ou mesmo evoluindo para os tipos de veios e manchas.

Em contatos com plagioclásio é frequente a formação nas bordas de mirmequitas na forma de gota ou pequenos vermes de quartzo ou mesmo o desenvolvimento de texturas granofíricas. É frequente em alguns cristais a presença de contornos difusos com desenvolvimento de bordas mais albiticas límpidas, às vezes ca-

racterizando zoneamento evidenciado pela intensa sericitização dos cristais ou mesmo inclusos pequenos cristais de plagioclásio.

Os plagioclásios (oligoclásio) são subhedrais, com hábito tabular, apresentando nos cristais maiores uma geminação segundo a Lei de Albita e um zoneamento composicional, sendo que as porções mais periféricas exibem um enriquecimento em albita, desenvolvendo diminutas texturas mirmequíticas, sendo que partes mais centrais encontram-se bastante sericitizadas ou mesmo mostrando um processo de saussuritização. A fração menor caracteriza-se localmente pela formação de agregados policristalinos, de quartzo, feldspato e plagioclásio.

O quartzo constitui-se por cristais anhedrais, límpidos, com contatos irregulares a lobulados, apresentando extinção ondulante fraca, intersticialmente entre os feldspatos, constituindo agregados com os feldspatos ou exibindo cristais maiores ovalados entre os megacristais.

A biotita, com dimensões entre 0,3 e 1,5mm, apresenta pleocroísmo com tonalidade esverdeada parda, constituindo cristais subhedrais, com hábito lamelar. Mostra-se geralmente cloritizada ou corroída nos seus contornos externos. Ocorre isolada ou em grupos intersticiais ou mesmo inclusa no microclínio. Inclui frequentemente zircão, titanita, allanita e apatita.

Dos acessórios, os opacos são os mais frequentes, com tamanhos milimétricos, caracterizados por magnetita e ilmenita, zircão, apatita, titanita e rutilo, submilimétricos, associados geralmente com as biotitas ou inclusos.

A fluorita compõe-se de pequenos cristais (0,5mm) anhedrais, transparentes e a turmalina, com dimensões de 0,1mm, formas colunares prismáticas.

Como minerais de alteração, foi verificada a presença de sericitização e/ou muscovita, epidoto e carbonatos a partir dos feldspatos e cloritas, a partir das biotitas.

A primeira fase a se cristalizar, caracteriza-se pelos acessórios de opacos, zircão, titanita, rutilo e apatita, seguida por plagioclásio, iniciando a cristalização da biotita, feldspato potássico, quartzo. Quando ocorre quartzo globular, este é anterior aos plagioclásios. No final dessa sequência há a geração por hidrotermalismo de fluorita e turmalina, ou por processos de assimilação dos metassedimentos.

Na fácies porfiróide rósea I, são rochas leucocrá-

ticas, maculadas, isotrópicas, inequigranulares porfiróides, apresentando megacristais no tamanho de 10cm de feldspato potássico. Apresentam distribuição hiatal, com predomínio de quase 50% da rocha, com fenocristais de tamanhos maiores a 4cm. A outra fração constitui a matriz de granulação grossa. São peritíticos, zonados, apresentando geminação em grade e Carlsbad. São cristais subhedrais, tabulares, sendo os maiores, ovalados. (Foto 16)

O plagioclásio (oligoclásio) apresenta fenocristais menores, dispersos ou entre os megacristais de K-feldspato ou compondo a matriz. Apresenta-se com geminação polissintética, com processos de geração de albita e mirmequitas nas suas bordas.

O quartzo compõe predominantemente a matriz, apresentando extinção ondulante. Os agregados maiores são globulares e às vezes apresentam formas ovaladas, deformados entre os megacristais de feldspato potássico.

As biotitas apresentam pleocroísmo marrom-esverdeado. Mostram-se isoladas e/ou agregadas ou constituindo cordões contornando os megacristais. Encontram-se cloritizadas com inclusões de zircão, titanita, apatita e opacos.

As relações petrográficas e mineralógicas são bem semelhantes à fácies anteriormente descrita, distinguindo-as em função da granulometria da matriz, do tamanho dos fenocristais de feldspato potássico, constituindo portanto, uma variação localizada da fácies anterior.

A fácies porfiróide cinza II é melagranitóide, de coloração cinza, isotrópica, maculada, inequigranular porfiróide, composta por fenocristais de feldspato potássico, com dimensões de 1 a 3cm, branco, e plagioclásios de 0,5 a 1cm, brancos, imersos numa matriz de granulação média de composição quartzo-feldspático e máficos (biotita). (Foto 9)

Microscopicamente, verificam-se texturas hipidiomórficas, isotrópicas, inequigranulares, apresentando uma disposição caótica dos feldspatos tabulares. Os demais minerais são geralmente intersticiais.

O feldspato potássico, com dimensões de 0,5 a 1cm ocorre como cristais predominantemente subhedrais, com forma tabular ou anhedrais intersticiais com formas irregulares ou ainda constituindo agregados caracterizados por contatos lobulados com os demais félsicos. Exibem um intenso processo de geração de perititas de filmes ou de veios difusos a irregulares. Alguns cris-

tais apresentam texturas micrográficas ou quando em contatos com plagioclásio há a geração de mirmequitas em forma de pequenos vermes, sendo mais rara a forma em gota. A geminação em grade é a mais frequente, mas ocorre também a Carlsbad.

Nos cristais que apresentam sinais de corrosão, verifica-se a formação incipiente de albita na borda.

Em algumas lâminas verifica-se duas fases de geração de feldspato potássico, sendo a de tamanho maior bem pertítico, enquanto que na fase menor não são pertíticos.

Os plagioclásios (oligoclásios) com dimensões de 0,1 a 0,4cm são subhedrais a euhedrais, com forma ripiforme, sendo que os maiores apresentam geminação segundo a Lei de Albita e raramente Carlsbad. No contato com o feldspato potássico verifica-se ocasionalmente a formação de pequenas bordas de albita e diminutas mirmequitas, sendo intenso o processo de sericitização. Em algumas lâminas verifica-se a deformação dos cristais menores, intercrescidos entre o feldspato potássico.

O quartzo é seriado, com dimensões entre 0,3 a 3mm, apresentando contornos irregulares, ocorrendo isolado ou agregado intersticial. Mostra-se também na forma globular, isolado ou distribuído entre os megacristais. Alguns cristais apresentam fraca extinção ondulante.

A biotita apresenta-se com dimensões de 0,4 a 1,5mm, subidiomórfica, de hábito placóide, com pleocroísmo de tonalidade marrom avermelhado parda. É intersticial e apresenta nas bordas dos cristais menores, sinais de corrosão. Localmente verifica-se um encurvamento das lamelas de biotita, evidenciando pequena deformação. Na maioria das vezes, constitui um agrupamento de placas bem desenvolvidas ou mesmo formando cordões entre os feldspatos. Raramente observa-se o processo de cloritização e, quando existente, é incipiente. São frequentes as inclusões de zircão e titanita, desenvolvendo halos pleocróicos. Ocorrem também apatitas e raramente opacos.

Os acessórios frequentes são o zircão, apatita, titanita, allanita, ocorrendo com tamanhos submilimétricos inclusos ou associados às biotitas. Localmente observa-se em uma das lâminas, esparsos cristais de granada, euhedrais, na forma de grãos poligonais, intercrescidos sobre os feldspatos ou associados a agregados de biotita, provavelmente resultado da contaminação desta fácies por digestão de hornfels de filito, caracterís-

tica marcante na fácies a ser descrita.

Os opacos ocorrem em pequenos número e em lâminas isoladamente, caracterizados pela presença de ilmenita.

Os minerais de alteração são a sericita, epidoto, carbonatos, gerados a partir dos feldspatos e por cloritas, associadas às biotitas.

A ordem de cristalização desta fácies apresenta inicialmente de zircão, titanita, allanita e opacos, seguidos por plagioclásio, feldspato potássico e quartzo, sendo que o quartzo globular é precoce do início da cristalização e a granada é tardia.

A fácies porfirítica escura é composta por melagranitos; é isótropa, maculada, inequigranular porfirítica, apresentando fenocristais esparsos de plagioclásio e feldspato potássico de cor branca, numa matriz fina a média, rica em máficos (biotita).

Microscopicamente apresenta texturas alotriomórficas, isotrópicas, inequigranulares, exibindo poucos fenocristais de feldspatos e plagioclásios subhedrais a anhedrais, irregulares a ovalados. (Foto 7)

O feldspato potássico (ortoclásio) de dimensões entre 0,2-0,6mm, apresenta geminação de Carlsbad. São cristais irregulares a levemente tabulares, apresentando-se intensamente alterados. Não foram observados processos albiticos e mirmequíticos.

Os plagioclásios (oligoclásio-andesina) são subhedrais, tabulares a irregulares, parcialmente corroídos e com intenso processo de sericitização. São geminados segundo a Lei de Albita e poucos cristais apresentam-se zonados. Os núcleos são constituídos de andesina e as bordas de oligoclásio, sendo o processo de alteração mais intenso no núcleo.

O quartzo é anedral, apresentando as bordas arredondadas, constituindo cristais isolados ou frequentemente agregados recristalizados. São límpidos e com leve extinção ondulante.

A biotita exibe um pleocroísmo de tonalidade esverdeada predominando em grande quantidade, apresentando-se com tamanhos submilimétricos a milimétricos, distribuída aleatoriamente, intersticial ou não. As inclusões mais frequentes são de zircão, constituindo um processo de metamictização intensa. Em

alguns locais ocorrem rutilo com formas aciculares e apatita.

A cordierita caracteriza-se por cristais subhedrais a euhedrais, mas apresenta-se corroída e com uma alteração intensa para filossilicatos finos.

A muscovita ocorre em cristais subhedrais, com formas tabulares, associada às biotitas ou secundárias a partir dos filossilicatos.

Os acessórios são basicamente compostos por zircão, rutilo, apatita e opacos. Este último é caracterizado com grande frequência por piritas, calcopiritas, magnetitas e ilmenitas.

Os minerais de alteração são intensos, dados pela sericita, muscovita e carbonatos a partir principalmente dos plagioclásios e da cordierita.

A ordem de cristalização torna-se complexa em função da definição do material granítico mais os minerais metamórficos assimilados.

Portanto, teríamos provavelmente os minerais como zircão, rutilo, apatita, opacos (magnetita e ilmenita), plagioclásio (andesina), feldspato potássico, quartzo, biotita, seguidos pelos plagioclásios (oligoclásio), biotitas, feldspato potássico, quartzo. A cordierita e muscovita provavelmente é posterior ou concomitantemente à biotita.

IV-2-9- Associações Equigranulares e Porfirítica

Nesta unidade incluem-se as fácies (F1) equigranular rósea (Foto 1); (F2) equigranular cinza (Foto 2) e a (F5) porfirítica rósea (Foto 5), que caracterizam-se por corpos tardios quartzo-feldspáticos, com composição modal conforme a figura IV-1-1 e a tabela IV-1.

Na fácies equigranular rósea (F1) e a cinza (F2) ocorrem rochas hololeucocráticas, faneríticas, de coloração rósea clara e cinza; de composição quartzo-feldspática, associando a fácies equigranular cinza à fácies porfiróide cinza II, sendo que a fácies equigranular rósea ocorre generalizada com exceção da fácies porfiróide cinza II.

Microscopicamente, apresentam texturas aplíticas ou graníticas, xenomórficas, equigranulares isotropas ou levemente orientadas, em função da direção de fluxo. Apresentam-se com-

postas por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita, com tamanhos submilimétricos a milimétricos, constituindo agregados formando mosaicos com contornos irregulares.

O feldspato potássico (microclínio), com dimensões de 0,5 a 2mm, é composto por cristais subhedrais a anhedrais predominantemente. Apresenta geminação em grade e Carlsbad. Os cristais são pertíticos em forma de filmes ou veios irregulares. Ocorrem localmente nas partes marginais dos grãos, processos incipientes de formação mirmequíticas e texturas granofíricas mal desenvolvidas em alguns grãos localmente.

O plagioclásio apresenta cristais subhedrais a anhedrais, mostrando nos cristais maiores, hábito tabular. A geminação é típica da Lei da Albita, observando-se nas bordas, a formação de albita e quando em contato com os feldspatos potássico há a formação de mirmequita incipiente e com forma de pequenos vermes irregulares. Em alguns cristais observa-se um zoneamento caracterizado por uma forte sericitização das partes centrais destes.

O quartzo é anedral, intersticial, evidenciando fraca extinção ondulante. Ocorre isoladamente ou constituindo agregados, apresentando contornos irregulares a difusos.

A biotita apresenta-se com forte pleocroísmo marrom-esverdeado; na forma de cristais subhedrais placóides, exibindo bordas e contornos dos grãos bastante corróidos e cloritizados, inclusos, zircão, rutilo e opacos.

Os acessórios são constituídos por zircão, rutilo, opacos e fluorita, ocorrendo esporadicamente em algumas lâminas. Estes minerais encontram-se próximos e/ou inclusos nas biotitas.

Dos minerais de alteração temos sericita bem presente e clorita secundariamente.

A fácies porfirítica rósea (F5) é composta por rochas hololeucocráticas, de coloração rósea-clara, isótropas, inequigranulares porfiríticas. Apresenta-se com fenocristais subhedrais a ovalados de feldspato potássico levemente rosado e plagioclásio de cor branca numa matriz fina a média, de constituição basicamente quartzo-feldspática.

Microscopicamente apresenta texturas xenomórficas, inequigranulares porfiríticas, apresentando leve orientação de fluxo.

Os fenocristais de feldspato potássico têm dimen-

sões de 1 a 3mm, e os plagioclásios são menores, de no máximo 2mm, numa matriz de dimensões inferiores a 1mm.

O feldspato potássico (microclínio) apresenta os cristais maiores anhedrais a subhedrais. São pertíticos, com forma de veios evoluídos para forma irregulares (mancha). Apresentam geminação de Carlsbad e em grade, mostrando-se bastante alterados, principalmente nos cristais maiores. Em alguns cristais é frequente o intercrescimento granofírico.

Os plagioclásios (oligoclásios) são subhedrais a anhedrais, geminados segundo a Lei de Albita e Carlsbad, apresentando um processo de saussuritização bem acentuado. Observa-se localmente cristais zonados, apresentando as bordas mais albiticas.

O quartzo é anedral, límpido e intersticial ou constitui agregados formando mosaicos de contornos irregulares a lobulados.

A biotita é subhedral, com forma placóide, exibindo um pleocroísmo de tonalidade marrom parda, apresentando as bordas corroídas com inclusões de zircão e apatita. Ocorre isoladamente ou agrupada em pequenas placas.

Os acessórios caracterizam-se pelos zircões e apatitas. A turmalina e fluorita ocorrem em uma lâmina com quantidades apreciáveis, ocorrendo na maioria das vezes juntas, associadas a um processo tardio de hidrotermalização.

Dos minerais de alteração destacam-se a sericita, carbonatos e epidotos, gerados a partir dos feldspatos.

A cristalização destas fácies inicia-se com zircão, apatita, quartzo globular, plagioclásio e feldspato potássico, sendo que o quartzo da matriz deve se suceder ou formar-se concomitantemente aos feldspatos, pois observa-se incluso nestes. A fluorita e turmalinas são tardias.

IV-2-10- Enclaves

Os enclaves são na maior parte dos tipos, xenólitos das rochas encaixantes ou xenólitos ovalados, com dimensões até métricas de rochas de composição monzograníticas ou granodioríticas, formadas por microgranodioritos e granodioritos porfiríticos, sendo estes últimos, de composição e textura semelhantes à associação granodiorítica fina e porfirítica.

Os enclaves microgranulares ocorrem em fragmentos pequenos, no máximo 10cm, com formas ovaladas, apresentando composições diorítica a quartzo diorítica.

Os enclaves surmicáceos são pequenos, com formas alongadas, apresentando às vezes, contatos difusos, sendo a parte central essencialmente xistosa, com texturas lepidoblásticas, dominadas basicamente por biotitas.

Os enclaves de composição monzogranítica, segundo composição modal da tabela IV-1 e da figura IV-1-3, são melagranitóides de coloração cinza, isotropos, inequigranulares porfiríticos, numa matriz média a fina. Apresentam fenocristais predominantes de feldspato potássico e mais raros de plagioclásios.

Na amostra So-47, apresentam-se com coloração escura, com granulação fina a média, equigranulares a levemente inequigranulares, sem apresentar fenocristais.

Ao microscópio, apresentam-se isotropos, hipídio-mórficos, inequigranulares.

O feldspato potássico (microclínio) apresenta nos cristais maiores tamanho milimétrico, subhedrais, hábito tabular e pertítico do tipo de pequenos filmes, exibindo geminação em grade e Carlsbad. Nas bordas ocorre o desenvolvimento de pequenas mirmequitas. Apresenta-se levemente sericitizado. Os cristais menores, são euhedrais a subhedrais, constituindo agregados finos (submilimétricos) compondo mosaicos irregulares.

Os plagioclásios (oligoclásios) são subhedrais, com hábito tabular a ripiforme, apresentando geminação polissintética e intensamente sericitizados. As bordas apresentam-se parcialmente corroídas, mostrando o desenvolvimento de ligeira formação de albita ou mesmo mirmequitas, quando em contato com o feldspato potássico.

O quartzo é anedral, intersticial aos feldspatos. Nas bordas apresenta-se arredondado, com extinção ondulante ou constituindo pequenos agregados, formando um mosaico com contornos lobulados.

A biotita é subhedral, com hábito tabular, apresentando um pleocroísmo com tonalidades pardo-castanho escuras, exibindo inclusões de apatita, zircão e opacos, mostrando-se intensamente cloritizadas.

Os anfibólios (hornblendas) são subhedrais, com hábito prismático, apresentando-se com as bordas parcialmente

corroídas ou com processo de cloritização.

Os acessórios são compostos por minerais submilimétricos, de opacos, zircão, apatita. A clorita, epidoto e sericita são os minerais secundários.

Os xenólitos de composição granodiorítica, conforme a figura IV-1-3 e a tabela IV-1, possuem cor cinza escura, são melagranitóides, isótropos, com texturas equigranulares a inequigranulares porfiríticos, apresentando composição mineralógica bem como relações texturais semelhantes e portanto, apresentam as mesmas relações petrográficas já descritas no item IV-2-1.

IV-3- Petrografia dos Granitóides São Francisco

IV-3-1- Fácies porfiróide rósea média

É a fácies (F7) de maior ocorrência do Maciço São Francisco, dominando toda a parte central deste.

São rochas hololeucocráticas e leucocráticas, apresentando coloração avermelhada, estrutura maciça, porém em alguns locais podem ocorrer sub-orientadas, em função de zonas de deformação existente interna e extremamente nas bordas do maciço. Caracterizam-se por exibirem uma granulometria média, e exibindo uma riqueza em fenocristais principalmente de feldspato potássico com até 3cm de tamanho, apresentando pequeno número de megacristais, manteados por albita ou oligoclásio, desenvolvendo texturas rapakivi. Em menor quantidade e tamanho, ocorrem fenocristais de plagioclásio com cores esbranquiçadas.

A presença de quartzo globular é nítida nesta fácies ou constitui cordões ou agregados, moldando aos fenocristais de feldspato potássico.

A biotita apresenta-se geralmente em palhetas bem desenvolvidas isoladamente ou em agrupados, ou mesmo ocorrendo inclusas nos feldspatos potássicos. (Foto 25)

Ao microscópio apresenta textura isótropa, hipidiomórfica, caracterizada por cristais de microclínio peritíticos, subhédricos a anhédracos, milimétricos, apresentando as bordas intensamente corroídas e as formas ovaladas nos grãos. O quartzo é anhedral, arredondados a sub-arredondados, ocorrendo em alguns locais inclusos no feldspato potássico grãos submilimétricos ou ocorrendo intersticial, ou ainda apresentando-se em agregados,

- 1 SIENOGRAFITO
2 MONZOGRANITO
3 GRANODIORITO
4 QUARTZO - MONZONITO

AMOSTRAS:

G1 = ○
G2 = ●
G3 = ◇
G4 = ◇

1

AMOSTRAS:

G5 = □
G6 = ■
G7 = +
G8 = *

2

AMOSTRAS

G9 = □
G10 = ○
G11 = △
ENCLAVES = ▲

3

FIG. IV I - DIAGRAMAS MODAIS Q-A-P PARA OS GRANITÓIDES DO MACIÇO SOROCABA.

TABELA IV-1- CARACTERÍSTICAS MODAIS DAS ROCAS DO MACIÇO SOROCABA

IAS	FÁCIES	ANOSTRA	F.X.	PLAG	Qz	BI	CLOR	ORT	MUSC	SERIC	FLUOR	ZIR	APAT	TIT	ALL	EPID	CARB	RUT	LEUC	TUR	CORD	OPAC	GRA	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
		SD																						
	F1	329	35	17	38	5	2		2				TR		TR	TR		TR		TR				sienogranito
	F1	618	47	20	28	3				TR	TR	TR								1				sienogranito róseo
	F1	359	43	22	30	3				1	TR	TR				TR	TR							sienogranito
	F2	86	41	15	35	4	TR			4	TR	TR					TR							sienogranito
	F2	124C	44	10	32	5	TR			TR		TR				TR								sienogranito cinza
IG1	F5	291A	42	17	35	3	TR		TR	1	TR	TR				TR						1		sienogranito porfirítico
	F9	84B	26	24	37	11				1	TR	TR	TR										1	biotita monzogranito
	F9	85B	23	27	32	13	2			2		TR	TR									TR		biotita monzogranito
	F9	88B	26	27	35	10	1			1	TR													biotita monzogranito
	F9	120B	21	31	30	15	1			1		TR		TR	TR	TR						TR		biotita monzogranito
	F9	154	27	28	30	12	1		TR	1		TR	1		TR							TR		biotita monzogranito
	F17	84A	38	19	35	7					TR	TR	TR	TR	TR					TR				sienogranito
	F17	150	30	27	30	10	1		TR	1		TR	TR	TR	TR		TR					TR		monzogranito
	F17	88A	37	20	34	7	TR			1		TR	TR	TR			TR					TR		sienogranito
	F17	124D	30	16	33	10	4		TR	5		TR		TR		TR	TR					TR		sienogranito
	F17	192C	44	17	33	5	TR			TR		TR	TR	TR	TR							TR		sienogranito
	F17	164	33	20	38	6	1			1		TR	TR									TR		sienogranito
	F16	85A	41	17	29	8	1			2		TR	TR	TR										sienogranito
IG2	F7	208	24	15	27	10			2	4		1	1			TR	TR				5	2		muscovita cordierita granito
	F10	123	34	26	30	8	TR		TR	1		TR	TR	TR	TR							TR		monzogranito cinza
	F10	124	35	28	31	5	TR			TR		TR		TR	TR									monzogranito cinza
	F10	77	32	30	30	6	TR			TR		TR	TR									TR		monzogranito cinza
IG3	F10	76	36	27	31	4	TR			TR		TR					TR							monzogranito cinza
	F8	146A	42	24	31	3	TR			TR		TR			TR									monzogranito
IG4	F8	147	40	19	36	4	TR			TR		TR		TR	TR							TR		sienogranito

TABELA IV-1 - CONTINUAÇÃO

FASS	FÁCIES	ANOSTRA SO	F.K.	FLAG	Qz	BI	CLOR	AMF	MUSC	SERIC	FLUOR	ZIR	APAT	TIY	ALL	EPID	CARR	ROY	LEUC	TUR	CORD	OPAC	GRA	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
	F12	99C	28	34	16	16	2	5		2		TR	TR	TR	TR		TR	TR						biotita monzogranito
	F12	98A	23	38	13	20	2			2		TR	TR	TR	TR			TR						quartzó monzonito
	F12	155	34	35	13	15	TR			2		TR	TR	TR	TR							TR		quartzó monzonito
	F12	99A	22	33	27	13	2	2				TR	TR				TR					TR		biotita monzogranito
	F12	98B	37	25	22	11				3		TR	TR	TR	TR									biotita monzogranito
165	F12	128	35	37	12	12	2			1		TR	TR	TR	TR								TR	quartzó monzonito
	F14	74	32	25	28	13	TR			1		TR	TR	TR	TR	TR	TR					TR		biotita monzogranito
	F14	71	30	25	30	14	TR			TR		TR	TR									TR		biotita monzogranito
	F14	75	31	23	32	11	TR			TR		TR	TR	TR										biotita monzogranito
166	F14	74	33	22	29	13	TR			1		TR	TR			1	TR					TR		biotita monzogranito
	F15	124A	31	30	28	6	2			1		TR	TR		TR	TR								monzogranito
	F15	66	35	22	32	7	2					TR	TR											monzogranito
	F15	67	34	29	28	6	TR			1		TR	TR		TR	TR	TR							monzogranito
	F15	65	30	30	31	7	TR			1		TR	TR			TR	TR					TR		monzogranito
	F15	211	34	30	30	5	TR			TR		TR	TR	TR								TR		monzogranito
	F15	125	32	29	29	7	1			1		TR	TR	TR	TR	TR	TR					TR		monzogranito
167	F15	158	33	27	32	5	TR			TR		TR	TR			TR						TR		monzogranito
	F18	80	34	30	31	6	TR			2		TR	TR			TR						TR		monzogranito
	F18	121	32	29	28	6	2			1		TR		TR	TR							TR		monzogranito
	F18	51	31	28	30	6	1	1		TR		TR	1		TR	TR	TR							monzogranito
	F18	191A	33	30	27	7	1			1		TR	TR			TR						TR		monzogranito
	F18	141	33	30	29	6	TR			1		TR	TR	TR	TR		TR					TR		monzogranito
	F18	142	34	28	31	5				1		TR	TR											monzogranito
	F18	81	30	32	28	6	TR			1	1	TR	TR		TR	TR						TR		monzogranito
	F18	174	28	34	30	4						TR	TR	TR	TR									monzogranito
	F18	90	32	30	31	7	TR			1		TR	TR											monzogranito
	F18	103	33	30	32	6	TR			TR		TR		TR								TR		monzogranito
168	F13	191B	43	15	20	20	TR			2		TR	TR	TR	TR							TR		siengranito

TABELA IV-1 - CONTINUAÇÃO

IAS	FÁCIES	ANOSTRA	F.X.	PLAG	Qz	BI	CLOR	AMF	MUSC	SERIC	FLUOR	ZIR	APATI	TIT	ALL	EPID	CARB	RUT	LEUC	TUR	CORD	OPAC	GRA	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
		SO																						
169	F4	354	16	38	29	14	TR					TR	TR	TR	TR									granodiorito
	F11	264	30	31	28	9	TR			1		TR	TR	TR	TR							TR		monzogranito
	F11	322A	33	28	30	7	TR			1		TR	TR											monzogranito
	F11	62	36	25	29	6				2		TR	TR	TR	TR			TR				TR		monzogranito
	F11	328	25	30	30	5		7	TR			TR	TR			1				TR		TR		monzogranito
	F11	268	30	27	26	12	TR			2		TR	TR			TR		TR				1		monzogranito
	F11	289	35	25	30	3	5		1	TR		TR										TR		monzogranito
	F11	253	32	27	31	8	TR			TR		TR	TR									TR		monzogranito
	F11	331C	28	34	24	4	6			1		TR	TR	1		1						TR		monzogranito
	F11	251	30	30	29	6	1		TR	3			TR			TR						TR		monzogranito
	F11	265	25	25	30	12	3					TR		1	TR	TR						TR		monzogranito
1610	F11	304	26	38	29	3	2		1			TR	TR	TR								TR		monzogranito
	F6	259B	24	40	22	10	4	5		TR		TR	TR		TR							TR		granodiorito
	F6	259D	20	35	23	9	6	2		1		TR			TR	1						TR		granodiorito
	F6	259A	18	36	28	11	3	1		TR			TR	1	TR	1						TR		granodiorito
	F6	259C	19	30	25	15	3	6		TR		TR	TR		TR							TR		monzogranito
	F6	301	10	38	28	17	4			1		TR		TR			TR					1		granodiorito
	F6	304	15	39	30	10	3			1		TR	TR	TR	TR	TR						TR		granodiorito
	F6	274	18	37	28	9	4			1		TR	TR	1										granodiorito
	F3	375A	10	41	25	15	1	6				TR	TR			TR						TR		granodiorito
	F3	375B	21	46	20	6	TR	5		TR		TR	TR		TR	TR								granodiorito
	F3	254D	20	40	22	8	2	5		1		TR	TR		TR	1						TR		granodiorito
	F3	318	15	40	30	5	2	5		1		TR	TR	1	TR							TR		granodiorito
	F3	319	10	43	20	10	4	10		1		TR	TR			1						TR		granodiorito
1611	F3	375C	18	34	27	14	TR	5				TR	TR			TR		TR				1		granodiorito

TABELA IV-1 - CONTINUAÇÃO

MASS	FÁCIES	ANDSTRA	F.K.	PLAG	Qz	BI	CLOR	ANF	MUSC	SERIC	FLUOR	ZIR	APAT	TIT	ALL	EPID	CARB	KUT	LEUC	TUR	CORD	OPAC	GRA	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
		SO																						
		28A	15	30	30	14	2	6		1		TR	TR			TR	TR					1		granodiorito
		27	27	23	28	16	2			1		TR	TR			TR	TR					1		monzogranito
		147E	28	30	25	13	TR	3				TR	TR									TR		monzogranito fino
		322B	29	40	25	12	TR		2	TR		TR	TR									TR		granodiorito
		327	18	46	23	8	2			1		TR	TR									1		granodiorito
		60A	15	32	30	16	TR			3		TR		TR	TR	1	TR					2		granodiorito
ENCLAVES		301A	10	38	40	11	TR			TR		TR	TR			TR						TR		granodiorito

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DAS FÁCIES DO MACIÇO SOROCABA

FOTO 1 - Fácies equigranular rósea (F1)

FOTO 2 - Fácies equigranular cinza (F2)

FOTO 3 - Fácies granodiorítica fina (F3)

FOTO 4 - Fácies granodiorítica média (F4)

FOTO 5 - Fácies porfirítica rósea (F5)

FOTO 6 - Fácies granodiorítica porfirítica (F6)

FOTO 7 - Fácies porfirítica escura (F7)

FOTO 8 - Fácies porfiróide cinza I (F8)

FOTO 9 - Fácies porfiróide cinza II (F9)

FOTO 10 - Fácies porfiróide grosseira I (F10)

FOTO 11 - Fácies porfiróide grosseira II (F11)

FOTO 12 - Fácies mela porfiróide rósea (F13)

FOTO 13 - Fácies mela porfiróide rósea I (F13)

FOTO 14 - Fácies mela porfiróide rósea II (F14)

FOTO 15 - Fácies porfiróide rósea (F15)

FOTO 16 - Fácies porfiróide rósea I (F16)

FOTO 17 - Fácies porfiróide rósea II (F17)

FOTO 18 - Fácies porfiróide rósea III (F18)

constituindo um mosaico irregular de grãos com tamanhos variados.

Os plagioclásios ocorrem em menor proporção em cristais milimétricos, subhedrais, apresentando-se intensamente sericitizados, zonados e às vezes mirmequíticos.

Nas relações modais da tabela IV-2 e da figura IV-2-1) verifica-se que se tratam predominantemente de rochas de composição sienograníticas.

O feldspato potássico (microclínio) apresenta-se com uma disposição hiatal, variando de submilimétrico em pequenas proporções a milimétricas predominantes. Portanto, predominam os cristais subhedrais, de hábito tabular, estando presentes as geminações de Carlsbad e em grade, encobertas na maioria das vezes por apresentarem-se com forte sericitização ou pela forte pertitização com formas de filme e veios regulares e subparalelos. É frequente o desenvolvimento de pertitas com veios irregulares ou manchas, onde se desenvolvem geminações lamelares de albita, com contornos irregulares e difusos, parcialmente preservado da geminação em grade.

Nas zonas marginais, quando em contato com os plagioclásios há o desenvolvimento de mirmequitas na forma de pequenos vermes de quartzo, mostrando nos cristais maiores de feldspato potássico, processo de intercrescimento de quartzo, com forma amebóide a sub-arredondada, caracterizando texturas granofíricas.

O desenvolvimento de albita ou oligoclásio (sendo o primeiro mais frequente), nas partes externas, parcial ou totalmente de alguns cristais, leva à formação de texturas rapakivi.

Localmente verifica-se inclusões de quartzo e biotita mais raras ou mesmo de plagioclásio, sendo este corroído e, às vezes, apresentando as bordas albiticas. Apresentam-se bastante sericitizadas as partes menos pertíticas ou às vezes salientando um zoneamento de composição do cristal, sendo o núcleo mais alterado.

O plagioclásio (oligoclásio) ocorre em cristais menores (2mm) formando agregados com contornos lobulados menos alterados ou apresentando cristais de até 7mm, subhedrais, tabulares a ripiformes, geminados segundo a Lei de Albita e mais raramente de Carlsbad ou conjuntamente. Apresentam as bordas mais albiticas e com desenvolvimento de pequenas mirmequitas ou mesmo mostrando-se intensamente corroídas. Localmente verifica-se anti-

perfitas em filme bem incipientes. O processo de sericitização é intenso nos cristais.

O quartzo é anedral, intersticial, caracterizado isoladamente ou constituindo agregados com contornos irregulares a lobulados granoblásticos. Isoladamente ocorre quartzo globular entre os megacristais.

A biotita, com pleocroísmo marrom-esverdeado, subhedral, hábito placóide, ocorre inclusa ou isoladamente em placas submilimétricas, sendo que estas apresentam-se bastante corroídas e intensamente cloritizadas.

As vezes, texturas do tipo poiquiloblásticas são vistas, dadas pelos halos pleocróicos desenvolvidos devido principalmente às inclusões de titanita, zircão, epidoto e allanita. Ocorrem também inclusões de apatita e opacos (magnetitas). Junto às biotitas verificam-se restos de anfibólio que passam quase que completamente para biotitas, sendo caracterizados localmente como hornblenda, dificultando a suas descrições dado pelo intenso processo de alteração a que estão vinculadas.

Os minerais acessórios presentes são caracterizados por zircão, titanita, allanita, apatita e opacos, ocorrendo geralmente cristais euhedrais inclusos ou próximos aos máficos em quantidades pequenas.

Dentre os acessórios comuns a esta fácies destaca-se a presença de fluoritas, com formato cúbico ou às vezes anhedrais, irregulares, com a formação de pequenos pontos.

Dos minerais de alteração, os mais frequentes são as cloritas, com presença marcante sobre as biotitas desta fácies, sericita e/ou muscovita, carbonatos e epidoto associados aos feldspatos.

A ordem de cristalização dos minerais inicia-se pelos acessórios como o zircão apatita, opacos, titanitas e allanitas, plagioclásios, biotitas, feldspato-potássico e quartzo, sendo que o quartzo globular deve preceder ao plagioclásio. As fluoritas são tardias.

IV-3-2- Fácies equigranular rósea grossa e fácies equigranular rósea média

Estão agrupadas neste item as duas fácies equigranulares presentes na área do Maciço São Francisco, ocorrendo no

contato sul e extremo leste deste.

Estas fácies caracterizam-se por texturas equigranulares, de composição essencialmente quartzo-feldspática e biotita, apresentando-se diferenciadas em função das porcentagens, média de granulação, quartzo e de biotita, que no âmbito geral da fácies podem assumir carácter de distinção. Portanto a fácies (F2) equigranular rósea grossa (Foto 20) difere-se em função da granulação média maior, maior riqueza em quartzo e no geral, mais deficiente em biotita, mineral este com pequena gama de variação, da fácies (F1) equigranular rósea média (Foto 19).

Quanto aos aspectos dos demais minerais, texturas e relação entre estes, os aspectos são semelhantes e portanto descritos conjuntamente.

São rochas hololeucocráticas e leucocráticas, apresentando coloração avermelhada, isotrópas, sendo que localmente apresentam orientação equigranulares, levemente inequigranulares, com granulação predominantemente média, variando de fina a média numa fácies e média a grossa em outra. São constituídas principalmente por feldspato potássico róseo, anhédricos a subhédricos. O quartzo em geral é anhedral a subhedral, ocupando posições intersticiais ou menores, intercrescido de feldspato. O quartzo globular está presente nas duas unidades, sendo que ele se destaca em função do tamanho, apresentando tamanhos maiores na fácies equigranular rósea grossa.

O plagioclásio constitui pouco cristais subhedrais a anhedrais, irregulares, de cor rósea clara, quase não vistos macroscopicamente.

A biotita ocorre como palhetas inclusas na massa de feldspatos, ou agregadas, juntamente com o quartzo.

Ao microscópio, estas rochas apresentam texturas panxenomórficas a hipidiomórficas, trama granítica, com contatos irregulares ou parcialmente retos, apresentando o quartzo e os máficos intersticiais.

Os minerais não apresentam orientação, ocorrendo nítida isotropia na distribuição e arranjo dos minerais, sendo fracamente anisótropos localmente.

Verifica-se sinais de deformacionais sobre os grãos, microfraturamento, contornos irregulares, encurvamento da geminação, além de uma fina recristalização que deve acompanhar a deformação, com a formação de pequenos agregados granulares, espe-

cialmente de quartzo ao redor dos grãos maiores.

A composição modal das rochas, conforme a tabela IV-2 e a figura IV-2-1, é sienogranítica.

O feldspato potássico (microclínio) forma os cristais maiores, destacando-se em quantidade nas rochas. São subhedrais a anhedrais, com hábito às vezes tabular. Na fração maior são fortemente pertíticos, na forma de filmes ou veios irregulares ou mancha, dominando quase que totalmente os feldspatos potássicos, onde a geminação da albita pertítica confunde-se com a geminação em grade. Quando em contato com os plagioclásios, ocorre o desenvolvimento de diminutas mirmequitas em forma de gota ou desenvolvendo nos limites, albita mais límpida, sem os processos de sericitização parcial que ocorrem nos feldspatos potássicos. Ocorrem microfraturados e com as bordas parcialmente corroídas. Aham-se inclusos grãos de quartzo anhedrais, biotita e às vezes de plagioclásios subhedrais, intensamente alterados e com as bordas corroídas ou desenvolvendo fina borda de composição mais albitica. A formação de bordas mais espessas de albita ou oligoclásio não é verificada, caracterizando-se as texturas rapakivi.

O plagioclásio (oligoclásio) constitui-se em cristais subhedrais, com hábito tabular, ripiforme. As vezes apresentam-se em tamanhos menos ovalados ou mostrando bordas corroídas. A geminação marcante é a Lei de Albita, sendo que nos cristais maiores verificam-se bordas de albita ou mesmo chegam a se desenvolver cristais individuais de albita, sempre mais límpidas do processo de sericitização atuante sobre os plagioclásios. Deformações das lamelas de geminação com encurvamento destas são verificados localmente. Aham-se inclusos as vezes, apatita e opacos.

O quartzo é serial, intersticial, predominantemente anedral, com contatos lobulados a denteados. Apresentam extinção ondulante moderada, sendo frequente microfraturadas. às vezes alguns cristais mostram-se agrupados em mosaicos irregulares, alongados ou formando pequenos aglomerados isolados com os feldspatos. As vezes desenvolvem-se pequenas recristalizações irregulares submilimétricas, desenvolvendo agregados finos irregulares nos contornos dos cristais maiores.

A biotita forma cristais subhedrais, de hábito placóide, com pleocroísmo marrom-esverdeado, apresentando-se parcialmente corroída nas bordas ou alterada para cloritas. Inclui frequentemente opacos, apatitas, allanitas e zircão, sendo os

dois últimos responsáveis na formação de halos pleocróicos.

Dos acessórios destacam-se a fluorita, que ocorre em cristais principalmente anhedrais, associados às micas ou mesmo chegando a se cristalizar dentro de halos das biotitas. Os outros são o zircão, apatita, allanita e opacos (magnetita) que ocorrem frequentemente sendo associados às biotitas. A titanita ocorre localmente.

Dos minerais de alteração, verifica-se a geração de clorita a partir das biotitas e sericita e epidotos, a partir do processo de saussuritização dos feldspatos.

A ordem de cristalização obedece inicialmente os acessórios como o zircão, apatita, allanita e opacos, seguida por plagioclásios, máficos, feldspatos potássicos e quartzo, sendo que o quartzo globular é precoce. Os finos agregados de quartzo recristalizados são tardios, seguidos pela fluorita.

IV-3-3- Fácies porfiróide rósea

Esta fácies (F6) é composta por rochas leucocráticas, de coloração rósea clara, estrutura isótropa, apresentando localmente intensa orientação. A deformação inclui termos miloníticos e/ou cataclasitos nas bordas do maciço com progressiva diminuição desta para as partes centrais da fácies. Caracteriza-se por rochas inequigranulares porfiróides, matriz média e fenocristais subhedrais a anhedrais de feldspato potássico, de coloração rósea forte, inseridos numa massa irregular principalmente de feldspato potássico, plagioclásio e quartzo. Localmente apresenta fenocristais de plagioclásios com tonalidades mais claras e quartzo globular entre os feldspatos. Associados às massas irregulares quartzo-feldspáticas ocorrem palhetas ou aglomerados de biotita que constituem a matriz desta fácies. Em alguns locais verificam-se fenocristais com texturas anti-rapakivi (Foto 24).

Ao microscópio, são rochas com texturas hipidimórficas, inequigranulares, com contatos irregulares a denteados. O feldspato potássico constitui o mineral dominante e apresenta dimensões superiores aos demais. O plagioclásio apresenta-se em cristais maiores subhedrais ou em massas de agregados anhedrais. O quartzo é intersticial, granular, anedral, com contornos lobulados ou constituindo agregados que contornam os fenocristais. A biotita é o máfico presente e constitui palhetas isoladamente ou

aglutinadas.

A composição modal destas rochas é monzogranítica, conforme indicado na tabela IV-2 e na figura IV-2-2.

O feldspato potássico (microclínio) apresenta-se com geminações em grade e Carlsbad, em cristais subhedrais, microfraturados e parcialmente com processos de alteração. São na maioria pertíticos, na forma de filme e veios irregulares anastomosado, não apresentando intensidade de albitização como nas fácies anteriormente descritas.

Em contato com os oligoclásios, desenvolvem-se mirmequitas e pequenas bordas de composição mais albiticas, bastante incipientes. Verifica-se um grande número de inclusões de quartzo com formas amebóides dentro e principalmente nas bordas dos feldspatos.

O plagioclásio (oligoclásio) é subhedral, apresentando nos cristais maiores uma geminação da Lei da Albita, bem desenvolvidos e com deformação das lamelas e microfraturas em diversos cristais. Apresenta-se com intenso processo de sericitização. Localmente verifica-se texturas anti-rapakivi, apresentando um núcleo intensamente sericitizado. Nos agregados há a formação de mosaicos irregulares conjuntamente com os demais félsicos.

O quartzo é anhedral a subhedral, intersticial, granular, apresentando forte extinção ondulante ou constituindo agregados recristalizados, irregulares que distribuem-se como cordões em torno dos cristais maiores de feldspato ou mesmo ocorrendo recristalizados em microfraturas dos feldspatos.

As biotitas apresentam-se com pleocroísmo marrom-esverdeado forte e constituem hábito placóide. Exibem deformações das lamelas e são intensamente corroídas e cloritizadas, isoladas inclusas nos feldspatos ou formando aglutinados. Apresentam inclusões de zircão, allanita e opacos, sendo menos intensa a presença de titanita.

Os acessórios caracterizam-se pela presença frequente de zircão, apatita e opacos e com menor número por titanitas. A presença frequente de fluoritas constantes nas demais fácies não foi verificada nesta.

Os minerais de alteração caracterizam-se pela presença de cloritas, sericitas e/ou muscovitas e carbonatos.

A ordem de cristalização inicia-se pelos minerais acessórios, plagioclásios, biotita, quartzo, feldspato, sendo o

quartzo globular precoce.

IV-3-4- Fácies porfiróide rapakivi e fácies porfiróide rapakivi média

São agrupadas neste item, as fácies leucocráticas de coloração rósea, que se caracterizam predominantemente por apresentarem texturas rapakivi ou seja, um manto de oligoclásio sobre os fenocristais de feldspato potássico, seja ele bem definido, homogêneo em todo o contorno ou às vezes irregulares e descontínuos. De vez em quando os megacristais caracterizam-se por um zoneamento, dado pela formação de feldspato com texturas rapakivi e nova feldspatização nas partes externas. As vezes, esse zoneamento é dado em função de fluxos de composição mais sódicas ou potássicas no desenvolvimento dos megacristais, marcada pela formação pontual do desenvolvimento de plagioclásio, constituindo anéis descontínuos. (Foto 22 e 23)

Os fenocristais de feldspatos são subhedrais a anhedrais, com contornos parcialmente ovalados quando não apresentam texturas rapakivi, porém quando bem desenvolvidos os mantos de plagioclásio, exibem basicamente formas ovaladas.

O plagioclásio é subhedral em menores proporções, em raros fenocristais, ocorrendo intersticialmente entre os feldspatos. O quartzo predomina a forma anedral; é intersticial, granular. Em alguns locais o quartzo é globular entre os megacristais e em outras, forma cordões juntamente com as biotitas no contorno dos megacristais.

As duas fácies presentes mostram relações texturais e composicionais semelhantes, apresentando-se distintas quanto a granulometria da matriz e tamanho médio dos fenocristais características estas nem sempre constantes localmente, sendo utilizadas na subdivisão das fácies como critério mais generalizado.

Ao microscópio a rocha é isótropa, hipidiomórfica, inequigranular, com cristais maiores de microclínio, quartzo e secundariamente por plagioclásios, distribuídos aleatoriamente sobre uma matriz milimétrica de quartzo, plagioclásio e microclínio em ordem decrescente de proporções.

Os feldspatos são subhedrais, de hábito tabular, parcialmente apresentando formas ovaladas nos cristais maiores.

Os plagioclásios são subhedrais, sendo que nos maiores predominam as formas subhedrais a anhedrais, constituindo agregados que podem localmente dispor-se em malhas com quartzo intersticial granular, anedral, apresentando contornos irregulares a lobulados. O quartzo apresenta-se em cristais maiores, intersticiais ou constituindo agregados com formas subhedrais únicas ou com os feldspatos.

Os dados modais, conforme a tabela IV-2 e a figura IV-2-2, indicam uma composição sienogranítica.

O feldspato potássico (microclínio) ocorre na forma de cristais subhedrais a anhedrais, em fenocristais e na matriz em menores proporções.

Os fenocristais são subhedrais, com forma tabular a ovalada, fortemente pertíticos com tipo de filme e veios anastomosados. Apresentam geralmente texturas rapakivi, com o desenvolvimento de oligoclásio nas partes externas dos fenocristais, geralmente mais sericitizados. Apresentam cristais zonados, sendo que este zoneamento é marcado e evidenciado por alteração diferenciada. Ocorrem plagioclásios que se desenvolvem pontualmente nos contornos do zoneamento, ou mesmo pertitas de manchas onde se entrelaçam geminações de grade superimposta parcialmente pela geminação de albita, apresentando-se ambas difusas. Localmente ocorrem inclusões de plagioclásio, apresentando-se mais alterados e com as bordas parcialmente límpidas, com o desenvolvimento de albitas. São frequentes inclusões de quartzo ovaladas e biotita. Nas bordas, tornam-se mais frequentes as inclusões, estando presentes mirmequitas na forma de pequenos vermes de quartzo ou processos de intercrescimento de quartzo com formas amebóides, caracterizando texturas granofíricas ou mesmo texturas micrográficas localizadas. A fração fina da matriz caracteriza-se por cristais mais límpidos, com geminação em grade mais nítida, não sendo verificada as texturas de intercrescimento.

Os plagioclásios (oligoclásios) são subhedrais, com raros fenocristais, apresentando-se com menores tamanhos na matriz, mostrando geminação polissintética, às vezes mal definida em função da intensa sericitização. Os cristais maiores são zonados, apresentando nas partes externas a formação de albita ou quando em contato com os feldspato potássico, o desenvolvimento de pequenas mirmequitas. Localmente nas bordas ocorrem inclusões de quartzo. A massa mais fina forma agregados com contatos irre-

gulares a lobulados, apresentando-se mais límpidas.

O quartzo apresenta-se em cristais anhedrais a subhedrais, granulares, intersticiais aos fenocristais, exibindo fraca extinção ondulante. Mostra-se com contatos engrenados ou às vezes, interdigitados. A fração mais fina constitui agregados com contornos ovalados a arredondados, compondo um mosaico granular, assumindo formas isoladas ou cordões que intermeiam os megacristais ou apresenta-se formando agregados junto com os feldspatos.

A biotita apresenta-se com cristais subhedrais, com hábito placóide, apresentando pleocroísmo forte marrom-esverdeado, mostrando às vezes, deformações locais das lamelas. Ocorre em placas isoladas, sendo mais comum a formação de cordões nos contornos dos feldspatos, apresentando-se corroída nas bordas e intensamente cloritizadas. Exibem inclusões de zircão, opacos (magnetita) apatita, titanita ou está associada a estes acessórios juntamente com apatita e allanita. A fluorita tem presença marcante, podendo ocorrer associada aos máficos ou frequentemente se desenvolver entre os feldspatos. As vezes são anhedrais ou euhedrais, de hábito cúbico.

A sequência de cristalização para estas fácies é complexa devido as relações de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio apresentarem características de duas fases distintas, conjuntamente com as variações de fluxo, mais ricas em Na ou K, desenvolvendo as texturas rapakivi.

Os acessórios são do início da cristalização, seguidos por plagioclásio, biotita, feldspato potássico e quartzo, sendo que o quartzo deve preceder em parte os plagioclásios. O quartzo globular de maior tamanho é provavelmente anterior ao plagioclásio. A parte fina dos feldspatos, mais límpida é tardia.

IV-3-5- Fácies porfirítica rósea

Esta fácies (F3) caracteriza-se por rochas inequigranulares, porfiríticas, com termos hololeucocráticos a leucocráticos. Estas apresentam-se com índice de cor próximo ao limte de 5% em máfico, com exceção da amostra So15a, que é composta por melagranitóides associados às fácies porfiróide rapakivi grossa, caracterizados por matriz fina, de cor escura, com fenocristais com porcentagem inferiores a 10%, com dimensões menores que 1cm de feldspato potássico, com texturas rapakivi.

As demais rochas destas fácies são de coloração rósea clara, apresentando fenocristais maiores de feldspato potássico, brancos. Localmente ocorrem plagioclásios sempre de tamanhos menores e quartzo globular com dimensões de 2 a 4mm, sendo marcante o arredondamento dos três fenocristais. A biotita dispõe-se em palhetas individualizadas ou em pequenos glomérulos. (Foto 21)

Segundo a tabela IV-2 e a figura IV-2-3, as rochas desta fácies apresentam composição modal de sieno a monzogranito.

Ao microscópio, apresentam texturas xenomórficas a hipidiomórficas, equigranulares a inequigranulares, isótropas ou localmente levemente orientada. Compõem-se de fenocristais de microclínio pertítico, quartzo e raramente plagioclásio numa matriz submilimétrica, mais rica em plagioclásio e sucessivamente quartzo e microclínio.

O feldspato potássico (microclínio) é subhedral, apresentando geminação em grade, pertítico em formas de veios irregulares ou manchas. Nos contatos com os plagioclásios ocorre o desenvolvimento de mirmequitas na forma de pequenos filetes de quartzo. São vistas inclusões de quartzo e raramente de plagioclásio.

O plagioclásio (oligoclásio) é subhedral, mostrando nos cristais maiores forma tabular ou formando agregados finos com formas irregulares. Apresenta geminação polissintética nítida em função de uma fraca sericitização, apresentando nas bordas as formações de albita ou mirmequitas quando em contato com o feldspato potássico. Nas partes externas são frequentes as inclusões de quartzo.

O quartzo é serial, anhedral, intersticial ou ocorrendo em agregados com contornos lobulados. Apresenta fraca extinção ondulante.

A biotita é subhedral, com hábito placóide, com pleocroísmo verde forte em função da intensa cloritização. Apresenta inclusões de zircão, allanita e apatita.

O anfibólio ocorre somente em duas lâminas; na amostra So57b, em restos intensamente cloritizados sendo caracterizados provavelmente como hornblenda, enquanto que na amostra So15a, as porcentagens maiores foram caracterizadas como hastingsita, ocorrendo associadas às biotitas e agregados de vários cristais subhédricos a euhédricos, com hábito prismático curto.

Os acessórios caracterizam-se por zircão, apatita, titanita, allanita e fluorita, sendo que os opacos são as magnetitas e as piritas.

O topázio ocorre em duas amostras; So204 e So20, que constituem corpos marginais greisenizados. Apresenta agregados granoblásticos associados ao quartzo em cristais submilimétricos.

Quanto aos minerais de alteração temos a clorita, sericita e epidoto.

A ordem de cristalização corresponde inicialmente pelos acessórios, seguida por plagioclásio, máficos, quartzo e feldspato potássico, sendo que na fácies onde o quartzo e o feldspatos estão presentes, com formas ovaladas, devendo preceder aos plagioclásios da sequência inicial.

IV-3-6- Enclaves

Os enclaves que ocorrem neste maciço caracterizam-se pelos xenólitos de rochas encaixantes, de composição graníticas, quartzo-dioríticas a quartzo-monzodiorítica e os enclaves surmicáceos.

Os xenólitos de composição modal fina monzogranítica estão representados na tabela IV-2 e na figura IV-2-2. São frequentes e apresentam em algumas ocorrências, evidências da formação de fenocristais de feldspato potássico tardios, caracterizando um efeito metassomático tardio a estes, em função destes apresentarem a mesma disposição dos granitos encaixantes ou mesmo, pelo desenvolvimento de megacristais na interfácies de ambos. Portanto, na análise da composição da matriz, estes apresentam composições monzogranítica. São rochas holo a leucocrática, inequigranulares, porfiríticas, de coloração rósea, apresentando quantidades variáveis de fenocristais (10-20%) de feldspato potássico, com dimensões de até 2cm, plagioclásio, quartzo, feldspato potássico na matriz de granulação fina a média.

O feldspato potássico (microclínio) é subhedral, hábito tabular, geminados segundo a Lei de Carlsbad e grade; fracamente pertítico em forma de filetes de albita, apresentando-se ligeiramente sericitizados.

O plagioclásio (oligoclásio) é caracterizado pela geminação polissintética levemente deformada. É subhedral, com

hábito tabular, apresentando-se intensamente sericitizado.

O quartzo é anhedral, intersticial aos plagioclásios, exibindo extinção ondulante.

A biotita apresenta pleocroísmo com tonalidade verde-acastanhada forte, hábito placóide e é resultada da alteração principalmente de hornblenda.

Os acessórios presentes são o zircão, apatita, titanita e opacos, podendo estar inclusos nas biotitas ou associados a ela.

O ponto So_{42} corresponde a um megaxenólito, de composição quartzo-monzodiorítica segundo a classificação modal do diagrama Q.A.P. da figura IV-2-2 e da tabela IV-2. Em função das composições e texturas semelhantes aos enclaves menores geralmente com formas arredondadas a ovaladas que poderiam ser classificados como enclaves microgranulares, foram interpretados como xenólitos de mesma natureza.

São rochas equigranulares, finas, eventualmente e localizadamente porfiríticas, isotrópicas, com coloração cinza-escura.

Ao microscópio apresentam texturas hipidiomórficas, equigranulares a levemente inequigranulares, marcadas pelos plagioclásios ripiformes com dimensões de 0,3 a 0,7mm, constituindo grãos isolados maiores, de composições oligoclásio a andesina, exibindo geminação polissintética ou às vezes um zoneamento com sericitização mais intensa nos núcleos, provavelmente de composição mais cálcica, com bordas mais límpidas de plagioclásio. Ocorrem inclusões de forma aciculares de apatita e opacos.

Os feldspatos potássicos são subhedrais a anhedrais, com dimensões inferiores aos plagioclásios, ocorrendo localmente pequenos filmes de albita peritética. Apresentam geminação em grade; às vezes encontram-se inclusões principalmente de apatita, opacos e em alguns locais, de titanitas e biotitas.

O quartzo ocorre intersticial aos feldspatos, exibindo cristais anhedrais com leve extinção ondulante, de tamanhos submilimétricos.

A biotita compõe cristais subhedrais, submilimétricos, apresentando pleocroísmo em tonalidades marrom-esverdeada, com forte processo de cloritização, apresentando inclusões de apatita e opacos.

A hornblenda ocorre em grãos subhedrais, com hábi-

to prismático ou parcialmente corroídas alterando para biotita e/ou cloritas.

Os minerais acessórios apresentam-se por opacos (magnetita) como os mais frequentes, juntamente com apatita predominando formas aciculares; em proporções menores apresentam zircão e titanitas.

Os enclaves surmicáceos apresentam-se normalmente com contatos difusos, sendo caracterizados por núcleos com estruturas xistosas e texturas lepidoblásticas, constituindo-se essencialmente por biotitas.

IV-4- Petrografia do Maciço Pirapora

As rochas deste maciço apresentam uma coloração cinza-escura; são isótropas ou fortemente orientadas próximo as zonas de maior deformação, apresentando textura do tipo "sal e pimenta", equigranulares, de granulação média a levemente inequigranulares (Foto 26). Apresentam composição granodiorítica segundo diagrama modal da figura IV-2-2 e a tabela IV-2.

Ao microscópio apresentam texturas idiomórficas a xenomórficas, equigranulares, constituídas por cristais subhedrais de plagioclásio e microclínio subhedrais a anhedrais, constituindo uma textura granítica juntamente com o quartzo intersticial aos feldspatos. Localmente ocorrem fenocristais maiores de feldspato potássico, com hábito tabular, levemente peritéticos. Apresentam geminação em grade e Carlsbad. O máfico dominante é a biotita que forma pequenos agregados micáceos, localizados intersticialmente.

O feldspato potássico (microclínio) é subhedral a anhedral. Os cristais maiores apresentam marcante geminação em grade e uma leve alteração sericítica. Localmente mostram-se peritéticos, em forma de pequenos filmes. As inclusões de quartzo ocorrem em alguns locais nas partes marginais. Uma fração menor de hábito anhedral, com contornos ovalados a irregulares constitui agregados na forma de mosaicos, juntamente com o quartzo.

O plagioclásio (oligoclásio) é subhedral, geminado segundo a Lei de Albita, apresentando-se intensamente sericitizados. As vezes mostram-se zonados, com os núcleos mais sericitizados. Ocorrem principalmente nas bordas pequenas, inclusões de quartzo, apatita. Quando em contato com o feldspato potássico de-

FIG. IV 2 - DIAGRAMAS MODAIS Q-A-P PARA OS GRANITÓIDES DOS MACIÇOS SÃO FRANCISCO E PIRAPORA.

TABELA IV-2- CARACTERÍSTICAS MODAIS DAS ROCIAS DOS NACIOS SÃO FRANCISCO E PIRAPORA

FÁCIES	ANOSTRA	F.K.	PLAG	Qz	BI	CLOR	AMF	MUSC	SERIC	FLUOR	ZIR	APAT	TIT	ALL	EPID	CARB	RUY	LEUC	TUR	CORO	OPAC	TOP	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
	50																						
	56A	38	18	38	5	TR			TR	TR	TR										TR		sienogranito
	188	34	18	38	6	TR			TR	1	TR	TR	TR	TR							1		sienogranito
	24	35	19	37	6					TR			TR	TR							TR		sienogranito
	15A	34	24	31	7		6				TR	TR		TR							TR		monzogranito rapakivi
	244	38	19	37	4	TR			TR	TR		TR	TR								TR	TR	sienogranito
F3	578	34	29	34	5						TR			TR							TR		monzogranito
	184	46	18	28	6	TR			TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR						TR		sienogranito rapakivi
	114	45	17	34	6	TR				TR	TR	TR	TR								TR		sienogranito rapakivi
	241	48	18	28	5					TR	TR										TR		sienogranito rapakivi
	207	44	18	31	4	TR				TR	TR		TR	TR							TR		sienogranito rapakivi
F5	143	47	16	34	5	TR				TR	TR	TR	TR	TR	TR						TR		sienogranito rapakivi
	15	45	18	34	5	TR				TR	TR	TR		TR							TR		sienogranito rapakivi
	145	45	19	29	5	TR				TR	TR	TR		TR	TR	TR		TR			TR		sienogranito rapakivi
	91	41	22	34	6	TR				TR	TR	TR	TR	TR			TR				TR		sienogranito rapakivi
	95	42	24	31	5	TR				TR	TR	TR		TR							TR		sienogranito rapakivi
	242	49	24	25	4	TR				TR	TR	TR			TR								sienogranito rapakivi
	244	47	18	31	3	TR				TR	TR	TR	TR	TR							TR		sienogranito rapakivi
F4	243	44	21	29	5	TR				TR	TR	TR		TR							TR		sienogranito rapakivi
	116A	35	28	29	6	TR					TR	TR		TR	TR						TR		monzogranito
	116B	39	26	29	5	TR				TR				TR							TR		monzogranito
	40	37	28	35	6	TR		TR	TR		TR										TR		monzogranito
	197	39	21	34	7	TR		TR	TR		TR	TR		TR	TR						TR		monzogranito
F6	190	40	21	29	7	TR		TR	TR		TR		TR	TR							1		monzogranito
	245	41	24	34	7	TR			TR	TR	TR	TR	TR		TR						TR		sienogranito
F1	246	43	19	34	6	TR			TR	TR	TR	TR		TR	TR						TR		sienogranito

TABELA IV-2 - CONTINUAÇÃO

FÁCIES	AMOSTRA	F.K.	PLAG	Qz	BI	CLOR	ANF	MUSC	SERIC	FLUOR	ZIR	APAT	TIT	ALL	EPID	CARB	RUT	LEUC	TUR	CORD	OPAC	TOP	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA
	50																						
	115	45	13	35	5	TR				TR				TR									sienogranito
	44	42	24	33	4	TR				TR	TR	TR		TR							TR		sienogranito
	43	45	18	32	4	TR				TR	TR	TR											sienogranito
F2	112	45	14	33	6	TR				TR	TR	TR									TR		sienogranito
	16	45	15	33	4		1			TR	TR				TR								sienogranito rapakivi
	19	48	11	34	5	TR			TR		TR										TR		sienogranito rapakivi
	35	47	13	34	4		TR			TR	TR		TR	TR	TR								sienogranito rapakivi
	57A	42	19	33	5	TR					TR	TR			TR						TR		sienogranito rapakivi
	147	44	24	31	3					TR	TR	TR									TR		sienogranito rapakivi
	149	45	16	33	4					TR	TR		TR	TR							TR		sienogranito rapakivi
	93	48	13	33	5					TR	TR			TR									sienogranito rapakivi
	52	44	18	31	5	TR				TR	TR		TR	TR									sienogranito rapakivi
	111	49	12	32	6						TR	TR	TR	TR							TR		sienogranito rapakivi
	18A	45	19	34	5					TR	TR		TR	TR									sienogranito rapakivi
	248	43	21	39	5					TR		TR	TR										sienogranito rapakivi
F7	195	42	22	28	6					TR		TR	TR										sienogranito rapakivi
	35A	31	28	32	5	TR	TR				TR	TR	TR	1							1		monzogranito
ENCL.	42	17	30	12	24	TR	7				TR	TR	1								2		quartzo monzodiorito
PIRA	96	16	39	27	14	TR					TR	TR	1	TR							1		granodiorito
PORA	53	18	36	26	17	TR					TR		1								1		granodiorito

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICA DAS FÁCIES DO MACIÇO SÃO FRANCISCO

FOTO 19 - Fácies equigranular rósea média (F1)

FOTO 20 - Fácies equigranular rósea grossa (F2)

FOTO 21 - Fácies porfirística rósea (F3)

FOTO 22 - Fácies porfiróide rapakivi (F4)

FOTO 23 - Fácies porfiróide rapakivi médio (F5)

FOTO 24 - Fácies porfiróide rósea (F6)

FOTO 25 - Fácies porfiróide rósea média (F7)

FOTO 26 - Fácies equigranular escuro (F1), Maciço Pirapora

envolvem-se localmente pequenas mirmequitas e/ou incipientes perlículas de albita.

O quartzo é intersticial, apresentando cristais anhedrais milimétricos, de contornos ovalados, distribuídos homogeneamente, estando marcados por uma forte extinção ondulante. Uma segunda fração exhibe cristais de tamanho submilimétricos, constituindo agregados irregulares recristalizados entre os feldspatos.

A biotita é subhedral, com hábito placóide, exibindo pleocroísmo marrom-esverdeado. Apresenta-se em agregados micáceos total ou parcialmente alterada para cloritas ou então, desenvolvendo-se na parte de restos de anfibólio (hornblenda) já quase que totalmente alterada. São frequentes as inclusões de apatitas, opacos, titanitas, zircão e allanita, muitas vezes desenvolvendo halos pleocróicos, em função principalmente do zircão e allanita. Estes acessórios encontram-se em inclusões principalmente nos máficos ou associados a eles.

Os minerais de alteração caracterizam-se por clorita, sericita e/ou muscovita.

A ordem de cristalização inicia-se com os acessórios, seguida por plagioclásio, biotita, feldspato potássico e quartzo.

IV-5- Petrografia dos Hornfels

Quanto aos aspectos texturais, estruturais, mineralógicos e petrográficos, apresentam uma grande variação em função do zoneamento do corpo em relação à distância da intrusão, ligados à intensidade de metamorfismo sofrida, devido aos tipos litológicos.

A parte mais externa da auréola caracteriza-se por apresentar estruturas foliadas e textura dadas por um bandamento milimétrico a centimétrico de leitos predominantemente lepidoblásticos e granoblásticos, típico dos filitos das rochas encaixantes. A textura mais característica é a porfiroblástica, desenvolvida em função do crescimento das biotitas e muscovitas com uma disposição caótica, perpendiculares ao plano de orientação da rocha, característica marcante da parte central da auréola de contato.

Nas partes mais próximas da intrusão, a rocha per-

de as feições do filito, apresentando-se maciça ou bandada em função da variação composicional dos leitos, mas mostrando intensa recristalização. A textura porfiroblástica nesta zona torna-se intensa, dando um aspecto "mosqueado" à rocha, em função dos cristais bem desenvolvidos de biotita, andaluzita, muscovita, cordierita, K-feldspato e coríndon, quase sempre presentes. Localmente verifica-se textura em mosaico, dada pelos feldspatos e quartzo da matriz e localizadamente, a presença de granada.

Quanto ao aspecto composicional, verifica-se uma grande variação das porcentagens mineralógicas e dos minerais em função da temperatura atuante, da alta quantidade de alumina presente na rocha, da insaturação em sílica ou mesmo da entrada de feldspato potássico e sílica no sistema, apresentando os seguintes minerais:

- Quartzo:, nas lâminas que apresentam porcentagens altas de quartzo, geralmente não aparecem evidências de deformação pós poligonização; são cristais anhedrais com contornos lobados e irregulares, e a presença de pequenos ângulos retos nestes contornos evidencia a textura em mosaico. Quando o quartzo ocorre em pequenas porcentagens, forma geralmente grãos finos anhedrais, às vezes apresentando forte extinção ondulante, ocorrendo associados às muscovitas grosseiras, sugerindo a entrada da sílica no sistema uma vez que as muscovitas grosseiras são produtos da transformação de coríndon e andaluzita.

- Feldspatos: são cristais subhedrais e anhedrais predominantemente finos, a não ser bem próximo da intrusão onde desenvolvem porfiroblastos de microclina e oligoclásio. A parte mais fina desenvolve textura granoblástica, constituindo leitos, enquanto os cristais mais grosseiros evidenciam intensa recristalização; é nítida a presença de texturas pertíticas finas do tipo filme. A parte dos cristais maiores encontra-se com alteração para filosilicatos finos, sendo mais frequente nos plagioclásios.

- Cordieritas: ocorrem em faixas menos alteradas, mas ainda fica evidente em muitos cristais a alteração para filossilicatos finos, apresentando texturas poiquiloblásticas. Na maioria dos casos encontra-se apenas como pseudomorfos, chegando a atingir em algumas lâminas 20%. Constituem massas formadas por filossilicatos finos de cor amarelada (sericita e ou pertita).

- Andalusita: constitui grandes cristais subhedrais, retangulares

ou quadrados, texturas poiquiloblásticas às vezes com muitas inclusões de opacos e muscovita. Os cristais apresentam forte substituição por muscovitas grosseiras, provavelmente contemporânea à injeção de material quartzo-feldspático, e em menores temperaturas alteram-se para filossilicatos finos, durante a entrada contínua de sílica no sistema.

- Muscovita: é o mineral micáceo mais desenvolvido, apresentando-se em aglomerados ou amoldados por entre espaços intergranulares. As lamelas bem desenvolvidas, tabulares, subparalelas são responsáveis por uma textura decussada, presente preferencialmente em leitões onde também ocorrem andaluzita, já boa parte substituída.

- Coríndon: constitui cristais subhedrais com hábito tabular, fracamente pleocróico, apresentando nítida partição em duas direções, romboédrica. Geralmente em um primeiro plano verifica-se a corrosão de coríndon por andaluzita e posteriormente por muscovita. Nítidamente encontram-se pequenos cristais fortemente corroídos associados e/ou envoltos por andaluzita.

- Biotitas: ocorrem na forma de cristais tabulares, agregados ou isoladamente, apresentando inclusões principalmente de zircão e geralmente apresentam-se alterando para cloritas, as vezes verifica-se pequenos cristais de cor amarelo claro à marrom avermelhada evidenciando a substituição ou crescimento de cordierita e andaluzita sobre a biotita.

- Clorita: ocorre na forma de cristais anhedrais, ou na forma de agregados finos sob a forma de lâminas subparalelas a radiadas. Aparecem filetes preenchendo fraturas ou como pequenos cristais irregulares principalmente sobre os plagioclásios ou como alteração das biotitas.

- Turmalinas: são cristais subhedrais a euhedrais, com hábito prismático. Neste caso destacam-se pequenas fraturas irregulares geralmente perpendiculares ao eixo maior; grande quantidade de diminutas inclusões estão presentes.

- Opacos: são cristais pequenos e em grande quantidade, apresentando-se em seções romboédricas, quadradas ou triangulares, sugerindo provavelmente tratar-se de magnetita.

- Zircão: constitui-se de pequenos cristais euhedrais, finos, isolados ou inclusos em outros minerais.

- Apatita: pequenos cristais com formas hexagonais ou em bastonetes.

- Sillimanita: pequenos e raros cristais prismáticos, ripiformes

a aciculares encontrados em uma única lâmina.

- As rochas calcárias impuras, caracterizam-se pela presença marcante de carbonatos, que se apresentam equidimensionais, desenvolvendo uma textura em mosaico, mostrando uma gama de variação.
- Diopsídio: apresenta-se em cristais euhedrais, mostrando-se em agregados prismáticos, chegando em alguns casos a atingir 25%.
- Tremolita-actinolita: apresenta-se como cristais aciculares e prismáticos. Localmente em rochas de composição básica chega a desenvolver 80%, constituindo macroscopicamente xistos metabásicos.

O metamorfismo de contato, associado à bordas dos maciços graníticos, constitui uma auréola metamórfica com largura de até 500 m, caracterizando três zonas, sendo a mais interna a da fácies piroxênio hornfels, dada pela associação cordierita + ortoclásio e ocorrendo em áreas mais restritas. A parte central é caracterizada pela fácies do hornblenda hornfels dada pela associação andaluzita e/ou cordierita + plagioclásio e nas rochas calcárias sílicas constitui-se na associação calcita e diopsídio. A mais externa, a da fácies albita-epidoto hornfels, ou nas rochas calcárias sílicas, dada pela associação calcita + tremolita-actinolita e nas rochas metabásicas, dada pela associação actinolita + albita + clorita-tremolita (Winkler, 1967).

CAPÍTULO V

TIPOLOGIA DO ZIRCÃO

V-1- Introdução

A classificação dos granitóides segundo Pupin (1980), que baseia-se na tipologia do zircão, é utilizada e posteriormente aprimorada e aplicada a modelos evolutivos classificatórios para o Território Brasileiro, principalmente para as regiões Sul e Sudeste, basicamente nos trabalhos de Wernick, caracterizando uma metodologia de utilização rápida, barata e aplicável perfeitamente às condições intempéricas, onde torna-se difícil a aquisição de boas amostras totalmente frescas para técnicas mais onerosas e refinadas.

Constitui um importante método de trabalho que deve caminhar conjuntamente com os dados litoquímicos na caracterização dos granitóides, pois:

- Representa um refinamento na classificação dos granitóides com a discriminação de tipos e subtipos de granitóides que refletem em sucessão tanto de origens cada vez mais profundas, quanto uma maior contribuição do material mantélico, além da crescente alcalinidade, distintas em ambientes tectônicos e diferentes mineralizações associadas.
- Permite uma razoável classificação prévia dos granitóides durante os trabalhos de campo, antes da tipologia do zircão, pelas observações de algumas das feições características apresentadas resumidamente na (Tab. V-1).

V-2- Histórico

As primeiras tentativas sistemáticas da utilização do mineral zircão (ZrSiO_4) para estudos genéticos de rochas graníticas devem-se a Poldervaart (1950) e a seus colaboradores. Correspondem ao estudo estatístico das dimensões e frequência da população de zircão, visando determinar a origem autóctone ou intrusiva de rochas graníticas. Embora este critério não tenha surtido o efeito desejado, representou grande contribuição para a caracterização de algumas feições típicas deste mineral nestes tipos de rocha. Assim, determinou-se que o mineral zircão é abun-

dante em granitos pouco diferenciados e raro nos fortemente diferenciados; que seu posicionamento na sequência de cristalização é variável (é mineral tardio nas rochas basálticas, precoce nos granitos calci-alcalinos e precoce a tardio nos granitóides alcalinos) e que o seu intervalo de cristalização é restrito em magmas anidros e amplo em rochas derivadas de magmas hidratados.

Tomita e Karakita (1958) realizaram a primeira tentativa de ordenar os zircões de diferentes rochas magmáticas de acordo com suas características morfológicas, criando um sistema incipiente e confuso baseado em 6 tipos morfológicos distintos; (formas S,D,A,M e G). Tomando igualmente feições morfológicas (relação entre as faces prismáticas (100) e (110) Tsarovskii, (1968) conseguiu separar os granitos pré-cambrianos anteriores e posteriores à consolidação da Plataforma Russa.

Um grande avanço foi obtido por Pupin e Turco (1972a, b) e Pupin (1976, 1980). Estes autores basearam os seus estudos na suposição de que as diferentes morfologias exibidas pelos cristais de zircão são controladas pelos fatores físico-químicos (temperatura, pressão, quimismo magmático, natureza e abundância da fase fluida) reinantes por ocasião da cristalização deste mineral. Visando estabelecer a influência destes parâmetros, passaram a estudar sistematicamente rochas extrusivas e intrusivas granitóides típicas, utilizando-se dos corpos cuja mineralogia, evolução petrogenética, temperatura de cristalização, quimismo etc. eram bem conhecidos.

Baseado neste fato, estabeleceram um quadro tipológico do zircão que correlaciona as variações morfológicas deste mineral com a temperatura e o quimismo magmático (Pupin, 1976).

Inserindo-se neste quadro os limites de variabilidade da morfologia dos cristais de zircão presentes nos diferentes tipos e subtipos de granitóides, estava criado um quadro discriminante de alta sensibilidade (Pupin, 1976, 1980, 1982).

V-3- O Método da Tipologia do Zircão

O método da tipologia do zircão na sua forma atual (Pupin, 1980) consiste no estudo estatístico da morfologia deste mineral em amostras de rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares. O método é fundamentado no fato de que as faces cristalinas do zircão tem o seu desenvolvimento principalmente controlado

pela temperatura, originando o desenvolvimento relativo das faces prismáticas (100) e (110), a composição química influencia no desenvolvimento das faces bipiramidais (211) e (101). Adicionalmente há o desenvolvimento das faces específicas, caso das faces (301) e (001). A fase volátil, controla o intervalo de cristalização do zircão que é restrito em magmas anidros e amplo em magmas hidratados.

Através da combinação entre as faces prismáticas (100) e (110) e as bipiramidais (101), (211) e (301), definem-se 16 tipos morfológicos, fundamentais que, em função do tamanho relativo das faces presentes, originam 38 subtipos, totalizando assim 64 formas teóricas, sendo que apenas 48 ocorrem na natureza. (Fig.V-1)

A influência da temperatura expressa através do índice IT, reflete-se principalmente nas faces prismáticas sendo que seu incremento favorece o desenvolvimento das faces (100) em detrimento das faces (110). Desta maneira é possível utilizar-se a tipologia do zircão como termômetro geológico (Pupin e Turco, 1972b), determinando-se a temperatura de formação (e com isto a profundidade) da rocha examinada.

A influência do quimismo, expressa através do índice $IA = (Al_2O_3) (K_2O + Na_2O)$, reflete-se no relativo desenvolvimento das faces bipiramidais. Riqueza em Al_2O_3 favorece o desenvolvimento das faces (211) e a riqueza em álcalis o das faces (101). Meios alcalinos particularmente ricos em K_2O favorecem o desenvolvimento adicional das faces (301).

O teor de voláteis (principalmente água) controla o intervalo de cristalização do zircão e conseqüentemente, o número de tipologias coexistentes (Pupin et al., 1978). Em magmas graníticos anidros, o zircão cristaliza-se no período inicial de consolidação do magma, resultando na coexistência de um número restrito de tipologias distintas. Magmas hidratados permitem a cristalização do zircão, até nas frações residuais altamente diferenciadas. Desta maneira, resulta uma coexistência tipológica mais ampla e a ocorrência de cristais zonados em cujo núcleo, as faces (100) e (211) dominam sobre as faces (110) e (101) e em cujas bordas esta relação se acha invertida.

A coexistência de várias tipologias numa mesma rocha, permite traçar a Tendência Evolutiva Tipológica (TET) da rocha durante sua cristalização, que não ocorre a uma temperatura

P Y R A M I D E S								TEMPERATURA			
$\{11\}$ $\{11\} = \{1\bar{1}\}$ $\{10\} = \{11\}$ $\{01\} = \{10\}$ $\{10\} = \{11\}$ $\{10\} = \{1\bar{1}\}$ $\{10\}$ $\{11\}$								$\pm 50^\circ$			
P									100	I	500°C
R									200	N	600°C
I									300	J	650°C
S									400	E	700°C
M									500	T	750°C
E									600		800°C
E									700		850°C
S									800		900°C
100 200 300 400 500 600 700 800											
I N D I C E A											
QUIMISMO		ALUMINOSO		CALCO ALCALINO		SUB ALCALINO		ALCALINO			

FIG. V 1 - QUADRO TIPOLOGICO DO ZIRCÃO EM FUNÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE AS FACES PRISMÁTICAS (100) E (110) E DAS FACES BIPIRAMIDAIS (211) (101) E (301) DISCRIMINANDO 64 TIPOS DE NOMENCLATURA ALFA-NUMÉRICA E SEUS RESPECTIVOS ÍNDICES T e A (Pu pin, 1980).

fixa e sim, num intervalo de temperatura (IT).

Portanto, do lançamento no quadro tipológico das populações médias dos diferentes termos litológicos, obtem-se informações quanto ao quimismo e temperatura de cristalização da rocha, bem como a classificação a qual série de granitóides a mesma pertence e também aspectos da potencialidade metalogênica a ela associados.

V-4- A Classificação Petrogenética dos Granitóides de Pupin

O estudo de diferentes granitóides pelo método do zircão permitiu a Pupin (1976, 1980) caracterizar 3 grandes grupos genéticos de granitóides (granitos crustais, híbridos e mantélicos) compreendendo várias linhagens por sua vez subdivididas em subgrupos (ou sub-linhagens).

Esta classificação, abrange e amplia as classificações de Chappell e White (1974), White (1979), Pitcher (1982) e classificação modal de Lameyre e Bowden (1982) e caracteriza-se por criar uma subdivisão detalhada das rochas granitóides, com 10 linhagens/sub-linhagens, criadas por Pupin (1982) apresentando diferentes feições químicas, mineralógicas, texturais etc. Desta maneira, dúvidas resultantes da superposição parcial no quadro tipológico do zircão (por exemplo os granitos calci-alcalinos profundos e subalcalinos) podem ser esclarecidas através da utilização de critérios adicionais estabelecidos na (Tab. V-1). Por outro lado, estes dados são suficientemente numerosos para permitir uma classificação prévia bastante segura dos granitóides já por ocasião dos trabalhos de campo.

Finalmente, a delimitação completa da variabilidade do zircão, nas diferentes linhagens/sub-linhagens no quadro discriminante, permite a distinção para cada amostra estudada, do seu grau de evolução, considerando-se a variabilidade total da linhagem/sub-linhagem à qual pertence.

Grupos e Subgrupos de Granitóides

As características gerais dos diferentes grupos e subgrupos de granitóides estão descritas a seguir e sumarizadas no (Tab. V-1).

TABELA VI - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS GRANITOS CRUSTAIS, HIBRIDOS E DE MANTO
Seg. PUPIN (1982) modificado por Wernick (1984)

DIVISÃO MAIOR	SUB - DIVISÕES	TIPOS PETROGRÁFICOS PRINCIPAIS	TEXTURA	VARIACÃO COMPOSICIONAL	NATUREZA DAS INTRUSÕES	NÍVEL DE INTRUSÃO	RELAÇÕES COM CORPOS BÁSICOS	MAGMATISMO ÁCIDO/BÁSICO	ENCLAVES MICROGRANULARES
GRANITOS CRUSTAIS (ALUMINOSOS E PER-ALUMINOSOS)	1	leucogranitos ou leucomonzonitos Ricos em alcalis	equigranular	restrita	autóctonos a alóctonos	médio a elevado	ausentes	---:---:---:---	Ausentes a raros
	2	monzogranitos até granodioritos	equigranulares	restrita	autóctonos a alóctonos	médio	ausentes	---:---:---:---	Ausentes a raros
	3	monzogranitos até granodioritos	equigranular a porfiróide	restrita a ampla	alóctonos	elevado	geralmente com lamorófiros	ácido precede básico	Raros
GRANITOS HÍBRIDOS	4a-pequena profund.	dioritos, granodioritos adamelitos monzogranitos	equigranular porfiróide associados ou não	ampla	alóctonos	médio a elevado	mais ou menos frequentes	básico precede ou isócrono ao ácido	Frequentes
	4b-média profund.								
	4c-grande profund.								
	Charnockitos					profundo	frequentes		
GRANITOS DE MANTO	5.-Granitos Sub-alcálicos	monzogranitos e monzonitos potássicos	equigranular a porfiróide	ampla	alóctonos	elevado	frequentes	isócrono	Frequentes
	6.-Granitos Alcalinos	granitos alcalinos	equigranular	ampla	alóctonos	elevado	frequentes	isócrono	Raros
	7.-Granitos Toleíticos	plagiogranitos Trondjemitos	equigranular	ampla	alóctonos	elevado	muito frequentes	---:---:---:---	Raros

T A B E L A V I - CONTINUAÇÃO

DIVISÃO MAIOR	SUB - DIVISÕES	VULCANISMO	TECTÔNICA	RAZÃO INICIAL SR 86/87	TEORES EM TER- RAS RARAS	ACESSÓRIOS	TREND DA TIPO- LOGIA DO ZIR- CÃO	MINERALIZAÇÕES
GRANITOS CRUSTAIS (ALI- MINOSOS E PERALMINO- SOS)	1	Ausente	Compressional a tensional	Baixa a alta		Ilmen, monaz, gra- fita, turm., fluo- rita, muscovita.	Convexo	Berilo, Fluorita Cassiterita, Ura- ninita
	2	Ausente	Compressional	(Baixa) Alta	Pequenos	granada, topázio, silimanita, cord.	Convexo	Wolframita
	3	Raro	Tensional (?)	Frequentemen- te média		ilmenita, monazi- ta, magnetita, ti- tanita	Convexo	Cassiterita, Ura- ninita, Wolframita, arsenopirita, Calcopirita.
GRANITOS HIBRIDOS	GRANITOS CALCO-ALCA- LÍNEOS	4a. Pequena profundid.	Compressional a tensional	Baixa a alta	Médios	magnetita (marti- ta) (ilmenita)	Convexo	Sulfetos de me- tais básicos
		4b. Média profundid.					Retilíneo (sub-obliquo)	
		4c. Grande profundid.					Côncavo	
		Charnockitos	ausente	Baixa		apatita, zirconi- ta, titanita alanita	Puntual	Au/Ag
	5.-Granitos sub- alcalinos	Frequente	Tensional	Baixa a média			Retilíneo (Sub-vertical)	Mo
GRANITOS DE MANTO	6.-Granitos Alca- línos	Frequente	Tensional	Geralmente baixa	Elevados	complexos, inclu- indo magnetita	Retilíneo (ver- tical)	Complexas Sn
	7.-Granitos To- leíticos	Frequente	Tensional	Baixa		magnetita cromita	Puntual	Cromita

Granitos de Origem Crustal

O estudo comparativo da tipologia do zircão em granitos crustais do Maciço Central Francês (Pupin, 1976), revelou que as populações de zircão apresentam nítida relação com a composição do material submetido a anatexia e a profundidade de origem destes granitos, possibilitando a distinção das seguintes subclasses:

- a) Granitos crustais formados por fusão parcial de metassedimentos. Correspondem a leucogranitos hiperaluminosos (granitos altamente diferenciados) autóctones ou intrusivos caracterizados por uma população de zircão, com índices A e T muito baixos, o que indica condições de baixas P-T. São, portanto, granitos gerados à pequenas profundidades, em meios altamente hidratados, sujeitos a consideráveis processos hidrotermais.
- b) Granitos crustais anatécnicos polifásicos. Resultam de sucessivas refusões de rochas metassedimentares e meta-ígneas submetidas a longos períodos de evolução de seu embasamento. No Maciço Central Francês, estes granitóides correspondem a monzogranitos e granodioritos autóctones que gradam lateralmente para migmatitos. Apresentam frequentemente nódulos de cordierita e outros minerais aluminosos indicando nítido "trend" hiperaluminoso. Os cristais de zircão mostram complexo zoneamento, interpretados por Pupin (1976), como resultantes da origem polifásica destes granitóides. A população do zircão fornece índices A e T também baixos, mas com subtipos de zircão que permitem a individualização de um "trend" tipológico com leve diminuição na relação alumina/álcalis e maior temperatura, portanto de profundidade pouco maior.
- c) Granitos crustais originados por fusão parcial ao longo de estruturas preferenciais em áreas orogenéticas. Pelo fato de estarem associados à zonas de fraquezas da crosta, apresentam facilidade de ascensão, constituindo normalmente corpos intrusivos. No Maciço, estão representados por leucogranitos de composição monzonítica e granodiorítica e de características aluminosas. Exibem características de transição para a série calci-alcalina de pequena profundidade com a presença de alguns enclaves microgranulares básicos, indicativos de pequena contribuição mantélica. A sua origem mais profunda, em relação aos tipos crustais anteriores, manifesta-se num rápido aumento dos índices A e T, caracterizados pelo "trend" tipológico evolutivo.

Granitos Híbridos

São resultantes da interação de magmas crustais e mantélicos. A contribuição mantélica é atestada através dos enclaves microgranulares de natureza básica, cuja quantidade aumenta nos granitos originados a maiores profundidades. Este grupo é constituído pelos granitos calci-alcálicos e subalcálicos.

a) Granitos da série calci-alcálica. - Para a caracterização morfológica do zircão desta série Pupin (1976, 1978, 1980) estudou granitóides do Maciço Central Francês, dos Pirineus (França) e do sul dos Alpes (França). Geralmente constituem grandes massas intrusivas exibindo tipos litológicos altamente diversificados, com trends gerais que podem ser trondhjemiticos, granodioríticos ou monzoníticos.

A série calci-alcálica é subdividida, de acordo com sua profundidade de origem, em 3 subgrupos ("stocks" de Pupin, 1980), além da inclusão dos granitos charnockíticos. A profundidade dos granitos calci-alcálicos aumenta no sentido do tipo 4a para 4c.

- Granitos calci-alcálicos de pequena profundidade. Apresentam um "trend" evolutivo convexo muito semelhante ao dos granitos crustais. A sua distinção em relação aos anteriores é dificultada por meio de métodos convencionais, porém, segundo Pupin (1976), são facilmente discrimináveis pelo método da tipologia do zircão. Enclaves microgranulares de composição básica/intermediária representando contribuição mantélica baixa. A associação litológica estudada para a caracterização tipológica desse subgrupo é representada por biotita granodiorito-biotita + muscovita secundária monzogranito - biotita + muscovita secundária álcaligranito (Maciço Central Francês).

- Granitos calci-alcálicos de média profundidade. Caracterizados por "trend" evolutivo retilíneo. Para a definição do "trend" evolutivo foram estudados granitos calci-alcálicos do Maciço Central Francês e do sul dos Alpes. A associação litológica típica representada por biotita + anfibólio granodiorito - biotita anfibólio monzogranito - biotita + muscovita secundária monzogranito - biotita + muscovita secundária álcaligranito.

- Granitos calci-alcálicos profundos. O "trend" evolutivo tipológico é côncavo, aproximando-se dos "trends" retilíneos dos granitóides de derivação essencialmente mantélica. A associação de ro-

chas básicas é especialmente frequente neste subgrupo, sendo portanto comum a presença de enclaves microgranulares básicos. A associação litológica desta série é caracterizada por biotita + anfibólio + piroxênio granodiorito - biotita + anfibólio + piroxênio monzogranito - biotita + muscovita secundária álcaligranito (descritas nos Pirineus Francês, Sardenha na Itália e Maciço Central Francês).

A frequência de cristais de zircão acompanha o maior teor de basicidade dos granitóides, que no caso, se dá de 4a para 4c. Sua abundância decresce para todos os subgrupos, em direção aos termos mais diferenciados. A relação alumina/álcalis também sofre contínua redução no sentido dos granitos calci-álcalinos profundos (4c).

Estudos realizados em riólitos calci-álcalinos revelam que a morfologia de seus cristais de zircão ocupam as partes inferiores dos "trends" calci-álcalinos plutônicos. Segundo interpretações de Pupin (1976) isto deve-se ao fato do resfriamento rápido do magma, o que provoca uma quebra da continuidade na cristalização do zircão.

- Granitos charnockíticos. A população do zircão nos charnockitos é pontual, devido a sua natureza anidra, o que provoca a cristalização do zircão num intervalo de temperatura muito restrito. A sua localização abaixo do grupo calci-álcalino de origem profunda (4c) e altíssimo índice T, é colaborada pela sua frequente associação com rochas básicas.

b) Série de granitos subalcalinos. - São representados pelo "trend" evolutivo número 5. Situa-se entre a série calci-álcalina e a série alcalina, superpondo-se parcialmente ao "trend" (4c) da série calci-álcalina profunda. Populações de zircões da série subalcalina de alto e baixo índice T indicam, respectivamente, cristalização hipersolvus e subsolvus. Um exemplo muito bem estudado desta série refere-se ao Complexo Ploumanach no norte da Britânia (Pupin, 1980) com a associação monzogranito e sienogranito com quartzo - microclínio - oligoclásio - biotita e hornblenda, associados a gabros, dioritos e quartzo-dioritos.

Granitos Mantélicos

Os granitóides de origem essencialmente mantélica são representados pelas séries dos granitos alcalinos e dos gra-

nitos toleíticos, associados a complexos anorogênicos, no sentido de Bonin e Lameyre (1978).

a) Série dos granitos alcalinos. - Esta série exibe um "trend" tipológico evolutivo retilíneo (número 6) caracterizado por uma população de zircão com amplo intervalo do índice T (temperaturas extremas) e restrito índice A (baixa relação alumina/álcalis). As altas temperaturas e as condições semi-anidras destes magmas mantélicos levam à cristalização de granitos hipersolvus (Bonin e Lameyre, 1978), fortemente peritéticos. Os minerais coloridos desta série são ricos em ferro (faiálita, ferro-augita, hedenbergita, aegerina, riebeckita, arfvedsonita e biotita).

Esta série exibe grande quantidade de cristais de zircão e o maior índice A conhecido entre todas as rochas graníticas, com preferencial desenvolvimento da face piramidal (101).

b) Série dos granitos toleíticos. - Trata-se da série menos estudada até o momento. Investigações realizadas em plagiogranitos de composição trondhjemítica, da região da Córsega, resultantes da diferenciação de magmas toleíticos (Pupin, 1980), permitiram a caracterização de sua população de zircão. Assim, foi constatado que os mesmos exibem distribuição tipológica muito concentrada, pontual, com o maior índice T conhecido. Apresentam grande quantidade de cristais de zircão, com subtipos nunca encontrados em sequências orogênicas.

V-5- Aplicações do Método da Tipologia do Zircão

A) No Estabelecimento de Zoneamento Magmático Regional

Áreas de granitóides quando examinadas perpendicularmente às estruturas regionais as quais estão vinculadas, via de regra, revelam variações sistemáticas sob vários aspectos, expressas ou por um zoneamento composicional ou por variações na densidade, % K_2O , relação K/Na, razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} , relação Rb/Sr, na idade das intrusões, tipos de mineralizações associadas etc. Estas variações tem sido correlacionadas com vários fatores tais como mobilidade tectônica (áreas móveis, semimóveis e estáveis), ambiente deformacional (compressional, tensional), profundidade genética do magma, mobilidade magmática (corpos autóctones, paraúctones e alóctones), resultando no desenvolvimento de esquemas tectônicos/magmáticos/metalogenéticos regionais.

B) No Desenvolvimento de modelos geotectônicos

A semelhança das rochas vulcânicas básicas cuja composição varia de acordo com a profundidade da zona de Benioff, também as rochas granitóides exibem este zoneamento baseado na comagmaticidade entre rochas vulcânicas e plutônicas associadas (Pitcher, 1978). Ao lado de zonas de subducção simples de tipo andino, ocorre uma sucessão de granitos calci-alcalinos de origem cada vez mais profunda de acordo com a passagem do ambiente compressional periplaca, para ambiente tensional intraplaca, seguido de granitóides subalcalinos na medida em que são atingidas condições intraplacas cada vez mais estáveis. Desta maneira, um zoneamento magmático estabelecido em antigas zonas orogênicas permite estabelecer paleozonas de Benioff até, possivelmente, do Pré-Cambriano Superior (Pupin, 1982), bem como o sentido do seu mergulho. Por outro lado, a ocorrência sistemática de granitos crustais em áreas continentais de forte compressão e fluxo de calor, interpretados segundo a hipótese da tectônica de placa como correspondendo à zonas de colisão interplacas, tem sido ressaltada na literatura moderna.

Como é lógico, no âmbito da referida teoria, toda colisão é precedida de subducção. Desta maneira em caso de colisão deve existir um amplo segmento crustal onde se associam granitos calci-alcalinos da fase de subducção e granitos crustais geneticamente ligados à colisão. Este recobrimento varia, em extensão, de acordo com o mergulho da placa subductada e da estruturação da zona de colisão.

Um exemplo brasileiro de aplicação do método tipológico do zircão para a determinação de zoneamento magmático foi desenvolvido por Wernick (1984). O referido autor estudou rochas granitóides brasileiras localizadas entre os arredores da cidade de São Paulo e as cercanias de Machado (MG). Os dados por ele obtidos, revelaram a presença de um zoneamento magmático no sentido de sul para norte com a presença de granitos crustais, híbridos e mantélicos. Assim, distribuem-se da seguinte maneira: os granitos crustais concentram-se nos arredores da cidade de São Paulo; os granitos calci-alcalinos (híbridos exibem tendência para um zoneamento com a ocorrência de corpos de pequena profundidade genética (tipo 4a) nos arredores de São Paulo e granitos de grande profundidade (tipo 4c) nas cercanias de Machado, predominando en-

tre essas duas localidades granitos de média profundidade; e os granitóides mantélicos representados pelo sienito Pedra Branca e seus equivalentes nos arredores de Poços de Caldas. Desta maneira Wernick (1984), conclui pela existência de uma paleozona de Benioff mergulhando de SW para NE.

Artur e Wernick (1986), sugerem para a região do Estado de São Paulo e áreas vizinhas, um "Modelo de Colisão Continental", sendo que uma das feições que caracterizam este modelo é o bimodalismo magmático granitóide a partir de um cinturão rúptil (Cinturão Rúptil Atlântico) indicando a norte deste, uma polaridade magmática mais nítida, refletindo uma estabilidade cratônica no sentido geral NW ou seja, uma sucessão tanto para norte (Wernick, 1984) quanto para oeste (Wernick e Galembeck, 1986) de granitóides de profundidades genéticas crescentes, enquanto que ao sul da zona rúptil, a polaridade é menos nítida, refletindo a estruturação geológica sob a forma de blocos tectônicos menores.

Os aspectos do magmatismo granitóide Brasileiro nestas áreas, moldam-se num modelo de colisão continental tangencial através de uma convergência essencialmente em torno de E-W.

V-6- Tipologia do Zircão dos Maciços

O estudo das populações de zircões das amostras do Maciço Sorocaba (Fig. V-2) apresenta uma tendência calci-alcalina de alta temperatura e profundidade, caracterizada na série granítica 4c (Pupin, 1980) constituída por um "trend" evolutivo tipológico côncavo, superpondo-se ao "trend" retilíneo dos granitóides da série sub-alcalinas.

Nesta série (4c), são características as associações litológicas constituídas por biotita-anfibólio granodiorito e biotita-anfibólio monzogranito que predominam no maciço.

A temperatura de cristalização é da ordem de 800 a 850°C, sendo que os granitóides são quimicamente pouco variáveis, não apresentando um "trend" muito evoluído em direção aos termos mais diferenciados, confirmado quimicamente no diagrama Rb-Ba-Sr (Fig. VI-18) sendo que tanto no diagrama como na (Fig. V-2), ao os termos mais diferenciados são dados pelas associações equigranular e porfirítica que caracterizam intrusões tardias.

Portanto, o posicionamento do tipo de zircões está intimamente relacionado às variações dos teores de zircônio, sen-

do que no gráfico da (Fig. VI-17) $\text{SiO}_2 \times \text{Zr}$ não apresenta grandes variações. Porém, nas amostras com teores mais elevados verifica-se que as mesmas se caracterizam em direção aos termos mais diferenciados da (Fig. V-2).

A variação dos subtipos S19 para S20, da (Fig. V-2) através das análises, mostra que esta variação para subtipos com I.A com valores maiores está intimamente ligada ao aumento dos álcalis.

Quanto às relações petrográficas, geológicas e mineralógicas, caracterizáveis no maciço em estudo, estas conferem com as descrições de (Pupin, 1980) para os granitos calci-alcálicos de alta profundidade, apresentada na (Tab. V-1).

Para o Maciço São Francisco (Fig. V-3) o estudo das populações do zircão revela uma tendência subalcalina nas séries graníticas 5 de Pupin (1980), caracterizada por um "trend" evolutivo tipológico retilíneo subvertical, sobrepondo-se com a série granítica 4c dos granitóides calci-alcálicos profundos.

O maciço apresenta associações litológicas constituídas por monzogranitos e sienogranitos com quartzo-microclínio-oligoclásio-biotita e hornblenda, associados a dioritos e quartzo-dioritos.

A temperatura de cristalização é da ordem de 830 a 900°C. e quimicamente pouco variável na sua composição, mas apresenta um "trend" ligeiramente mais evoluído, exibindo em poucas amostras uma correspondência positiva com os litotipos mais diferenciados do diagrama Rb-Ba-Sr da (Fig. VI-19).

Nos diagramas da (Fig. VI-17) $\text{SiO}_2 \times \text{Zr}$ as amostras apresentam-se numa faixa quase homogênea, não permitindo correlações.

Somente uma amostra So35 se sobrepõe no campo da série alcalina, porém, petrograficamente não apresenta máficos sódicos que são característicos para esta série.

O Maciço Pirapora (Fig. V-3) através da tipologia do Zircão apresenta tendência calci-alcálica de média profundidade na série granítica 4b, caracterizada por um trend evolutivo retilíneo oblíquo, exibido pela associação litológica biotita + anfibólio granodiorito.

A temperatura de cristalização é da ordem de 750 a 780°C, apresentando apenas duas amostras que não permitiram maiores correlações, já que somente uma amostra foi analisada quími-

camente.

Verifica-se portanto, num espaço pequeno a colocação de dois corpos de composição e características genéticas distintas, apresentando um aumento da profundidade para sul em função das características definidas nos diagramas (Pupin op.cit.) sendo que no Maciço Pirapora há uma inversão devido a processos tectônicos, pois apresenta-se intrusivo numa cunha entre os Falhamentos de Pirapora e Taxaquara com rejeito de centena de metros.

TABELA- V-2 - LEGENDA DAS AMOSTRAS ANALISADAS DA TIPOLOGIA
DO ZIRCÃO PARA OS MACIÇOS

SOROCABA				SÃO FRANCISCO		
ASSOC.	AMOSTRA	FÁCIES	LEGENDA	FÁCIES	AMOSTRA	LEGENDA
	50				50	
	329	F1		F3	100	
	86	F2	○	F3	56A	*
	291A	F5				
161	84C	F2		F5	92	■
	84B	F9		F4	105	
	85B	F9		F4	15	+
	88B	F9				
	120B	F9	●	F6	116A-B	□
	84A	F17				
	88A	F17		F1	205	x
	85A	F16				
162	28B	F7		F2	115	○
163	77	F10	◊	F7	52	
				F7	17	
	99C	F12		F7	57A	●
	98A	F12	□	F7	18A	
	99A	F12		F7	19A	
165	98C	F12		F7	35	
	70	F14	■		111A	
166	71	F14			18-B	▲
				1ENCLAVE	42	
	66	F15				
	67	F15	+			
167	120A	F15				
	80	F18				
	51	F18	*			
168	60C	F18				
	264	F11				
	291B	F11	○			
	322	F11				
1610	61	F11				
	259A	F6				
	259B	F6				
	259C	F6	Δ			
	375A	F3				
	375B	F3				
1611	375C	F3				
1ENCLAVE	322B					
IVE	28A		▲			
	27					
	60A					

MACIÇO PIRAPORA

FÁCIES	AMOSTRA-SO	LEGENDA
F1	96	◊
F1	53

FIG.V 2-- TIPOS DE ZIRCÃO CARACTERÍSTICOS PARA AS DIFERENTES SÉRIES DE GRANITÓIDES. 1, 2 E 3 = GRANITOS CRUSTAIS; 4 = GRANITOS CÁLCI-ALCALINOS (a, b, c - SÉRIES DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TEMPERATURA); 5 = GRANITOS SUBALCALINOS; 6 = GRANITOS ALCALINOS; 7 = GRANITOS TOLEÍTICOS; Ch = GRANITOS CHARNOCKÍTICOS. (PUPIN, 1980)

AMOSTRAS ESTUDADAS DO MACIÇO SOROCABA. SIMBOLOGIA TAB V- 2

FIG. V 3— TIPOS DE ZIRCÃO CARACTERÍSTICOS PARA AS DIFERENTES SÉRIES DE GRANITÓIDES. 1, 2 E 3 = GRANITOS. CRUSTAIS; 4 = GRANITOS CÁLCI-ALCALINOS (a, b, c - SÉRIES DE BAIXA, MÉDIA E ALTA TEMPERATURA); 5 = GRANITOS SUBALCALINOS; 6 = GRANITOS ALCALINOS; 7 = GRANITOS TOLEÍTICOS; Ch = GRANITOS CHARNOCKÍTICOS. (PUPIN, 1980)

AMOSTRAS ESTUDADAS DO MACIÇO SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB V - 2

CAPÍTULO VI

PETROQUÍMICAVI-1- Introdução

O estudo petroquímico dos Maciços Sorocaba e São Francisco teve por objetivo principal, estabelecer a composição e o comportamento químico dos maciços, bem como, dos diversos litotipos que compõem as fácies e/ou associações dos granitóides, permitindo assim, estabelecer e caracterizar as diferenças ou semelhanças químicas entre elas, como também definir as condições de pressão e temperatura vigentes durante a sua formação.

Um outro estudo, com vários diagramas já conhecidos para rochas granitóides, nos possibilitou a elaboração de interpretações petrogenéticas quanto aos processos de evolução magmática, composição e característica do ambiente geotectônico no qual se formaram estes corpos magmáticos.

A caracterização dos processos superimpostos que, porventura tenham modificado as características químicas originais da rocha, serão discutidos.

Com este objetivo, foram analisadas 51 amostras, sendo 35 do Maciço Sorocaba, 15 do Maciço São Francisco e uma do Maciço Pirapora, sendo analisados os elementos maiores e vários elementos traços, dosados na Puriquima Ltda e L.B.P.M., Rio de Janeiro, segundo a metodologia já descrita no item I-3-5.

Em função da impossibilidade de realização de um número maior de análises e uma melhor caracterização química dos corpos, foi realizado um número maior de análises no Maciço Sorocaba, devido a variedade de litotipos e da complexidade das inúmeras fácies definidas, o que ocasionou uma distribuição heterogênea de análises para cada associação, dificultando às vezes, as interpretações e correlações entre elas, pois, para algumas associações, temos apenas a sua composição química através de uma ou duas análises, não permitindo assim, uma análise de comportamento evolutivo dos litotipos dentro de uma mesma associação.

Já, para o Maciço São Francisco, foi realizado um número menor de análises, em função da menor variabilidade das fácies caracterizadas, o que não significa uma complexidade química e geológica menores.

Portanto, no Maciço Pirapora foi analisada somente uma amostra, em função da homogeneidade da litologia e por não corresponder ao objetivo primordial deste trabalho, realizada na tentativa de obter dados para uma possível correspondência com ambos os corpos deste estudo.

Em vista da área em estudo caracterizar dois maciços com variedades de fácies e complexidades geológicas bem distintas, o número de análises realizadas é relativamente pequeno. Algumas análises realizadas pelo L.B.P.M. Rio de Janeiro, apresentam valores excessivamente altos em sílica, constatados através de comparações com os dados modais, padrões químicos de rochas granitóides e das análises da mesma fácies realizadas por outro laboratório.

Estas serão utilizadas com o objetivo de correlacionar os demais elementos que mantenham uma correspondência positiva, vista na amostra SO16, do Maciço São Francisco, realizada por ambos os laboratórios.

As análises químicas de rochas do Maciço Sorocaba, para os elementos maiores, encontram-se na tabela VI-1 e para os elementos menores, na tabela VI-2 caracterizados pelas fácies e numa subdivisão maior, pelas associações com a simbologia usada nos diversos diagramas apresentados pelos litotipos mapeados. Na tabela VI-3 encontra-se a análise dos elementos maiores e na tabela VI-4 os elementos traços do Maciço São Francisco e Pirapora, com as mesmas subdivisões. Porém, somente a simbologia usada é que representa as fácies correspondentes às unidades mapeadas. Os valores das normas CIPW encontram-se nas tabelas VI-5 e VI-6, respectivamente.

Em função da predominância do máfico, biotita, em todas as fácies de ambos os maciços, encontra-se para efeitos de comparação, a mesonorma das análises, que apresentam os dados de perda ao fogo, ou seja, com os valores de H_2O , possibilitando a caracterização mesonormativa dos minerais hidratados, tabelas VI-7 e VI-8.

A descrição dos diversos diagramas, bem como a discussão dos elementos analisados, seguirá informalmente ambos os corpos, já que, o objetivo é a caracterização química e o comportamento comparativo dos dois maciços. Portanto, os diagramas foram dispostos a facilitar tal visualização e discussão.

TABELA VI-1 - ANÁLISE QUÍMICAS DE ROCHAS - MACIÇO SOROCABA - ELEMENTOS MAIORES

AMOSTRAS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O +	H ₂ O -	Fácies	Assoc.	LEG.
SO	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
1329	75.40	12.40	0.35	0.22	0.05	0.09	0.14	0.06	3.19	6.76	0.03	0.01	0.42	0.29	F1		
186	77.01	12.98		1.28	0.17	0.04	0.81	0.02	2.00	4.55	0.16				F2	61	o
1291A	69.90	11.95	4.52	0.84	0.72	0.14	1.30	0.64	3.03	4.99	0.56	0.31	0.42	0.33	F5		
1848	78.44	14.08		2.55	0.03	0.0	1.04	0.02	3.15	3.50	0.01				F9		
1858	73.21	11.96		2.67	0.37	0.04	1.26	0.08	3.20	3.52	0.09				F9		
1888	73.10	13.62		3.75	0.50	0.06	1.57	0.17	2.73	3.92	0.13				F9		
184A	79.09	13.85		2.61	0.33	0.05	1.01	0.13	2.83	3.54	0.04				F17	62	•
1150	68.80	13.94	3.50	0.05	0.99	0.06	1.12	1.13	3.14	5.23	0.19	0.23	0.91	0.23	F17		
188A	75.71	14.07		3.67	0.55	0.08	1.62	0.25	2.97	3.70	0.27				F17		
185A	70.70	14.11		4.51	0.58	0.06	1.51	0.22	3.00	3.97	0.30				F16		
1288	74.28	15.20		4.31	0.57	0.08	1.13	0.40	2.22	3.21	0.09				F7		
1123	73.50	12.39	2.52	0.01	0.71	0.04	0.91	0.76	3.01	4.99	0.08	0.17	0.60	0.01	F10	63	o
1146A	67.90	13.85	3.04	0.37	1.22	0.06	1.46	1.39	3.43	5.54	0.02	0.18	0.70	0.05	F8		
1147	76.70	11.54	1.62	0.04	0.40	0.04	0.54	0.43	2.78	4.97	0.02	0.08	0.56	0.07	F8	64	•
199C	63.10	15.27	3.95	1.17	1.07	0.09	3.06	1.11	3.01	5.28	0.36	0.22	0.03	2.04	F12		
198A	65.00	15.69	3.85	0.86	1.03	0.08	3.36	1.10	3.19	4.73	0.44	0.24	0.10	0.16	F12	65	□
1155	66.60	13.87	3.73	0.80	1.42	0.06	1.62	1.71	3.22	4.97	0.25	0.25	0.76	0.44	F12		
170	70.73	14.30		5.10	0.85	0.09	2.29	0.30	3.42	3.45	0.20				F14		
171	72.18	14.74		3.40	0.57	0.06	1.89	0.17	3.31	4.25	0.11				F14	66	•
166	75.45	14.13		2.75	0.45	0.05	1.44	0.17	3.12	4.22	0.13				F15		
1120A	68.60	14.12	2.70	1.04	0.98	0.04	1.27	1.13	3.32	5.05	0.14	0.18	0.87	0.08	F15	67	+
180	71.32	13.87		4.48	0.70	0.08	1.89	0.20	3.11	3.63	0.23				F18		
1121	70.3	13.85	2.40	0.14	0.80	0.04	1.10	0.92	3.36	5.62	0.11	0.19	0.81	0.11	F18	68	*
1354	71.10	13.45	1.96	1.40	0.42	0.09	0.97	0.75	3.05	4.92	0.24	0.22	0.81	0.28	F4	69	o
1264	69.30	13.41	3.40	0.95	0.54	0.12	1.47	0.43	3.67	4.70	0.30	0.23	0.31	0.35	F11		
1322A	70.30	13.34	3.37	0.05	0.49	0.06	1.04	0.29	3.57	5.87	0.03	0.26	0.37	0.38	F11	610	o
1259B	64.90	12.46	5.38	2.21	1.13	0.17	2.54	1.31	2.95	4.60	0.56	0.51	0.33	0.23	F6		
1259D	64.60	13.51	4.94	1.58	0.80	0.19	1.93	1.02	3.54	4.80	0.30	0.59	1.05	0.32	F6		
1259A	66.90	12.66	4.95	1.65	0.86	0.19	1.63	0.84	3.28	5.00	0.33	0.39	0.73	0.22	F6	611	△
1375A	59.30	11.44	7.50	5.42	2.19	0.24	3.11	2.61	2.31	2.73	1.01	0.31	0.78	0.48	F3		
1375B	59.30	13.24	6.08	2.42	1.74	0.18	3.96	2.50	2.83	3.70	0.71	0.91	1.92	0.25	F3		
128A	70.73	15.35		5.41	0.57	0.10	1.69	0.91	2.25	2.29	0.06						
127	68.97	16.41		6.12	0.72	0.15	0.21	0.86	1.48	3.56	0.01				ENCLAVES		▲
1147E	65.10	13.97	3.87	0.58	1.80	0.06	2.04	2.31	3.17	4.99	0.41	0.36	0.83	0.12			
1322B	59.50	19.65	4.55	1.62	0.66	0.06	0.32	2.50	1.60	5.06	0.16	0.13	3.09	0.56			

TABELA VI-2 - ANÁLISE QUÍMICA DE ROCHA MACIÇO SOROCABA - ELEMENTOS TRAÇOS

AMOSTRAS	Be	Ba	Co	Cr	Cu	Pb	Mo	Li	Ni	Sr	V	Zn	Zr	Rb	Y	Sn
SO	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1329	4.2	220	14	4	22	22	2	2	52	40	6	10	70	207	58	
186	2	222	5	35	5	186	10	49		44	5	15	89	35	15	25
1291A	3	1250	24	44	14	32	2	12	12	170	26	78	1100	192	105	
184A	0.5	5	14	10	5	87	5	11		29	5	15	48	163	2.5	25
185B	4	669	25	33	56	84	5	13		150	20	55	302	107	33	25
188B	4	1244	30	42	20	183	5	68		155	22	95	522	92	40	62
184B	4	456	23	38	10	95	5	58		110	11	78	202	146	107	25
1150		1180	22	10		16	2	40	12	124		56	450	210	65	
188A	3	1305	5	34	5	241	5	63		113	26	59	580	139	42	25
185A	4	1472	10	32	13	92	5	63		182	29	101	645	113	48	25
128B	6	721	16	81	16	83	5	35		131	53	103	295	169	47	25
1123		600	18	18		20	2	38	14	104		34	250	245	36	
1146A		1450	18	20		16	2	14	16	200		36	320	180	38	
1147		450	14	18		14	2	31	20	56		28	160	255	75	
199C	2.2	1460	16	62	10	22	4	4.2	44	242	50		520	179	42	
198A	2.4	1260	18	18	10	24	2	8.8	10	282	52		510	178	42	
1155		1250	22	18		14	2	53	18	190		58	430	210	64	
170	4	1152	30	37	21	62	5	98		223	40	95	549	152	44	25
171	3	1338	20	29	22	88	5	51		225	31	68	467	128	32	25
166	4	1008	5	35	11	107	5	56		182	26	70	268	133	29	25
1120A		1360	112	26		12	2	28	24	132		42	420	225	43	
180	4	1066	19	48	20	70	5	42		199	39	77	424	152	43	25
1121		1100	18	26		22	2	20	24	162		28	240	205	34	
1354	5	740	20	54	2	20	2	14	10	160	16	36	220	260	35	
1264	4.6	1100	20	44	10	38	2	17	14	185	28	76	1050	183	85	
1322A	3.2	1500	24	6	6	32	2	13	52	195	28	56	270	210	42	
1259B	2.4	1500	20	70	16	30	5	6	16	335	88	96	700	145	52	
1259D	2.8	1500	28	70	16	44	5	9	10	700	44	80	700	155	57	
1259A	3.2	2000	20	50	16	42	5	10	16	235	28	88	1100	159	60	
1375A	2.8	630	42	58	22	28	2	19.4	26	180	90	148	1900	155	90	
1375B	2.2	1500	40	52	20	32	2	11.2	20	370	100	94	700	125	50	
128A	4	468	22	106	33	79	5	89		125	62	111	185	140	23	25
127	4	696	35	122	5	87	5	2.5		83	91	93	153	68	15	25
1147E		1150	20	36		14	2	27	26	296		58	570	190	47	
1322B	2.8	850	46	74	22	18	1	11.2	42	100	64	74	160	250	30	

TABELA VI-3 - ANÁLISE QUÍMICA DE ROCHAS - MACIÇO SÃO FRANCISCO E PIRAPORA - ELEMENTOS MAIORES

[illegible]

TABELA IV-4 - ANÁLISE QUÍMICA DE ROCHAS - MACIÇO SÃO FRANCISCO E PIRAPORA - ELEMENTOS TRAÇOS

ANOSTRAS	Be	Ba	Co	Cr	Cu	Pb	Mo	Li	Ni	Sr	V	Zn	Zr	Rb	Y	Sn
SD	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
156A	10	29	5	65	5	117	5	184		43	5	37	34	164	63	25
115	8	327	31	41	23	82	5	55		99	13	74	237	71	33	25
1105		210	96	48		18	4	11	36	37		20	260	340	95	
1116A		240	92	28		12	4	7	28	60		28	300	265	55	
1205		280	132	22		14	4	15	20	50		42	370	355	70	
1115		210	68	6		14	2	33	8	5		28	190	320	72	
116*	6	194	18	21	11	114	5	38		78	5	75	302	85	31	87
119	5	51	22	39	45	106	62	350		47	5	104	102	318	66	25
135	14	266	15	35	5	95	5	113		90	5	84	393	147	47	25
157A	10	352	5	56	5	91	5	36		78	11	41	90	19	87	25
116		150	186	10		10	10	20	12	58		22	250	320	43	
1107		510	128	24		14	4	16	24	84		26	270	300	42	
1109		335	122	40		10	6	43	30	70		20	320	360	53	
135A	51	161	13	28	5	90	5	109		71	5	63	189	92	57	25
142	5	1370	40	41	39	67	5	55		598	163	139	424	61	39	87
196	2	66	12	22	16	68	5	36		70	5	53	61	100	27	25
1K.PIR.																

NOTAS: (*) S016 - Análise realizada pela L.B.P.M.

S016 - Análise realizada pela Puriquina Ltda.

TABELA VI-5 - NORMA CIPW DAS ROCHAS DO MACIÇO SOROCABA

MINERAIS	Qz	Or	Ab	An	Co	Di	Hd	En	Fs	Ac	Ms	Il	Mt	He	Ap	Ti	Cr	Ca	Zr	TOTAL
AMOSTRAS						(mg)														
50																				
1329	30.60	39.83	26.07			0.08	0.34	0.11	0.55	0.63	0.03	0.09			0.07			0.02		98.43
186	42.07	26.89	23.69	2.58	2.51			0.05				0.09		1.28	0.37	0.31			0.01	99.85
1291A	28.54	29.39	25.55	1.14	1.15			1.59	6.65			1.36	1.21		1.35		0.01	0.73	0.21	98.87
184B	44.51	20.68	26.65	4.99	3.28			0.05						2.55	0.02	0.07			0.01	102.93
185B	38.68	20.80	27.08	4.75	1.16			0.20				0.09		2.67	0.21	0.81			0.13	96.58
188B	39.13	23.16	23.10	5.81	2.78			0.42				0.13		3.75	0.31	1.08			0.10	99.78
184A	46.98	20.92	23.95	3.94	3.93			0.32				0.11		2.61	0.09	0.68			0.04	103.57
1150	25.12	30.83	26.51	3.17	1.96			2.81				1.88	0.07		0.46			0.54	0.09	98.43
188A	41.37	21.86	25.13	5.03	3.36			0.62				0.17		3.37	0.65	0.15			0.10	102.82
185A	35.53	23.46	25.38	4.15	3.38			0.55				0.13		4.51	0.72	1.28			0.13	99.23
128B	46.46	18.97	18.95	3.56	6.75			1.00				0.16		3.21	0.22	1.21	0.01		0.06	100.56
1123	32.82	29.48	25.47	3.08	0.92			1.89	3.52			1.35	0.01		0.19			0.40	0.04	99.10
1146A	20.94	32.72	29.01	5.08	0.35			3.46	3.37			2.32	0.54		0.53			0.43	0.06	98.93
1147	38.85	29.35	23.51	2.16	0.80			1.07	2.35			0.76	0.06		0.05			0.19		99.14
199C	16.11	30.55	24.94	11.67	0.26			2.71	4.58			1.99	1.66		0.84		0.01	0.50	0.01	95.93
198A	19.00	27.91	26.95	12.67	0.70			2.74	4.80			1.95	1.25		1.04		0.00	0.55	0.10	99.65
1155	22.16	29.24	27.13	5.17	1.31			4.24	3.94			2.68	1.15		0.60			0.58	0.07	98.27
170	23.24	20.39	28.94	7.83	2.09			0.75	0.19					5.10	0.48	1.86			0.10	100.96
171	32.86	25.11	28.01	7.34	2.03			0.42	0.13					3.40	0.26	1.25			0.10	100.93
166	38.35	24.94	26.40	5.23	2.53			0.42	0.11					2.75	0.31	0.98			0.06	102.88
120A	25.10	29.82	28.07	4.61	1.52			2.81	2.55			1.86	1.51		0.34			0.43	0.07	98.70
180	35.83	21.45	26.32	6.07	2.62			0.70				0.17		4.43	0.55	0.52			0.09	99.74
1121	24.81	33.17	28.40	3.83	0.85			2.29	3.04			1.52	0.20		0.27			0.45	0.04	98.88
1354	31.55	28.99	25.73	2.07	2.35			1.86	1.90			0.80	2.02		0.57		0.01	0.51	0.04	98.43
1264	25.11	27.67	30.94	4.54	0.64			1.07	4.76			1.02	1.37		0.73		0.01	0.55	0.03	98.46
1322A	22.60	34.55	30.09	3.09				0.69	5.18			0.93	0.07		0.07			0.62	0.06	98.51
1259B	22.50	27.12	24.90	6.14	0.39			0.25	6.48			2.14	3.19		1.33		0.01	1.18	0.13	98.78
1259D	19.08	28.27	29.86	4.30	0.93			2.53	6.77			1.51	2.28		0.72		0.01	1.38	0.13	97.77
1259A	22.57	29.40	27.69	4.01	0.40			2.09	6.64			1.63	2.39		0.80		0.01	0.93	0.22	98.87
1375A	25.44	16.05	19.45	7.04	2.09			6.47	6.09			4.14	7.81		2.36		0.01	0.71	0.37	98.04
1375B	17.77	21.81	23.88	9.70	1.04			6.21	6.60			3.30	3.50		1.67		0.01	2.10	0.13	97.62
128A	43.92	13.53	19.04	8.14	6.20			2.27				1.08	1.58	4.32	0.14		0.03		0.30	100.54
127	45.20	21.04	12.52		10.12			2.14				0.30		6.12	0.03	0.86	0.03		0.03	98.72
1147E	19.98	29.45	26.79	5.51	1.35			5.75	3.76			3.41	0.84		0.97			0.84	0.10	98.76
1322B	24.24	29.73	13.46		11.48			6.19	5.92			1.25	2.33		0.41		0.15	0.29	0.03	95.47

TABELA VI-7 - MESOMORFAS DAS ROCHAS DO MACIÇO SOROCABA

MINERAIS	Qz	Or	Ab	An	Mu	Bi	Si	Ti	Ht	Ap	Cr	Rb	Ks	He	Ca	Ru	Zr	TOTAL
AMOSTRAS																		
SO																		
1329	29.19	40.47	28.35			0.53		0.11		0.06		1.17	0.04		0.15			100.06
1291A	30.88	19.38	28.06	0.59	5.34	11.55		1.55	0.90	1.21	0.01						0.13	99.60
184A	43.31	9.60	25.17	3.68	15.14	0.47		0.68	0.12	0.08				1.72			0.03	100.00
1123	33.79	21.02	27.68	1.70	5.60	8.27		1.52	0.01	0.17							0.03	99.78
1146A	23.60	22.03	31.40	1.94	5.90	11.40		2.60	0.34	0.47							0.04	99.77
1147	38.69	23.79	25.64	1.28	4.44	5.11		0.86	0.04	0.04								99.90
199C	19.59	21.76	27.95	9.82	4.44	11.73		2.31	1.26	0.78	0.01						0.07	99.71
198A	21.59	17.09	29.05	10.69	5.65	11.53		2.18	0.91	0.93							0.06	99.69
1155	25.64	14.40	29.65	1.81	9.97	13.72		3.04	0.86	0.54							0.05	99.68
1120A	26.77	18.29	30.53	2.33	9.23	9.07		2.10	1.11	0.30							0.05	99.77
1121	26.11	24.54	30.72	2.24	5.58	8.45		1.70	0.15	0.23							0.03	99.76
1354	31.77	19.56	28.17	2.04	9.36	5.85		0.90	1.50	0.52	0.01						0.03	99.71
1322A	24.00	30.24	32.73	3.10		8.28		1.05	0.05	0.06					0.23		0.04	99.78
1259A	25.29	20.92	30.36	3.52	2.33	12.55		1.85	1.78	0.71	0.01						0.14	99.49
1147E	24.16	11.99	29.07	1.50	10.98	16.43		3.84	0.62	0.88							0.06	99.54
1322B	27.37		15.16		28.35	18.08	7.79	0.46	1.78	0.35	0.01					0.33		99.83

TABELA VI-8 - MESOMORFAS DAS ROCHAS DO MACIÇO SÃO FRANCISCO

MINERAIS	Qz	Or	Ab	An	Mu	Bi	Si	Ti	Ht	Ap	Cr	Rb	Ks	He	Ca	Ru	Zr	TOTAL
AMOSTRAS																		
SO																		
1105	31.99	33.08	30.38			1.86		0.69	0.40	0.11		1.12			0.36		0.03	100.02
1116A	31.43	25.26	33.41	1.22	1.49	5.10		1.14	0.53	0.17							0.04	99.79
1205	29.82	25.29	33.98	0.92	0.66	7.69		1.18	0.02	0.17							0.04	99.78
1115	25.26	14.40	29.65	1.81	9.97	13.72		3.04	0.86	0.54							0.05	99.68
116	32.68	30.42	30.79	0.50				0.93	0.50	0.11					0.54		0.03	99.74
1107	27.92	30.35	33.14	1.40	1.33	3.79		1.07	0.54	0.11							0.03	99.68
1109	31.83	29.85	31.67	0.17		0.13		1.07	0.47	0.11					0.61		0.04	99.96

VI-2- Petroquímica dos Elementos Maiores

As rochas do Maciço Sorocaba apresentam valores de SiO_2 , caracterizados por litotipos numa sequência de rochas de termos intermediários menores que 65% de SiO_2 até termos ácidos, sendo que um grande número de rochas encontra-se distribuído na faixa 68-75% de SiO_2 . Apresentam três litotipos com valores acima de 77% de SiO_2 , sendo a amostra So-86 caracterizada por um corpo intrusivo tardio, mais diferenciado e conseqüentemente, enriquecido em SiO_2 .

As outras duas amostras caracterizam fácies distintas SO84B (F9) e SO84A (F17) caracterizadas numa mesma associação. Constituem variações locais na associação, visto que as feições geológicas em que estas se inserem, possibilitam um excesso em SiO_2 .

Os diagramas de Harker (fig. VI-1) sugerem um "trend" de diferenciação magmática de termos intermediários até uma sequência de granitóides ácidos, apresentando xenólitos de composição quartzo-diorítica a granodiorítica que poderiam corresponder a autólitos de uma fase mais inicial do processo de diferenciação magmática.

Os valores de TiO_2 , $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$, MgO , CaO e P_2O_5 , mostram um "trend" em que suas abundâncias variam inversamente com o conteúdo de SiO_2 . Quanto aos valores de K_2O e Na_2O , estes se mostram com uma constância geral em função da presença marcante dos feldspatos, apresentando valores acima ou abaixo desta média, dados por litologias bem distintas das fácies e enclaves.

Os valores de Al_2O_3 e MnO , não apresentam "trend" bem definido, ocorrendo de modo geral, um espalhamento dos litotipos, podendo separar pequenos "trends", paralelos, dados pela união de litotipos com características composicionais e geológicas semelhantes. Observa-se que as amostras da associação G11 tem composições distintas da maioria das outras amostras, sendo enriquecidas em $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$, MnO e P_2O_5 e empobrecida em Al_2O_3 , MgO , TiO_2 e K_2O .

Os diagramas $\text{MgO} \times \text{óxidos}$ (Fig. VI-2) reforçam a sequência das várias fácies ou associações, com TiO_2 , $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ e CaO mantendo correlações positivas, com aumento destes valores. Quanto a Al_2O_3 , Na_2O , P_2O_5 , MnO e K_2O , estes apresentam uma constância ou, às vezes, um espalhamento com os valores ex-

FIG. XI1 — DIAGRAMAS DA VARIAÇÃO SiO₂ x ÓXIDOS (HARKER, 1909) PARA OS GRANITÓIDES SOROCABA. SIMBOLOGIA TAB. VI-1

FIG. VI 2-DIAGRAMAS DA VARIAÇÃO $MgO \times \text{ÓXIDOS}$ PARA OS GRANITÓIDES SOROCABA.
SIMBOLOGIA TAB. VI-1

tremos tanto acima como abaixo da média, dados, principalmente pelos enclaves, granodioritos e quartzo-monzonitos.

As rochas do Maciço São Francisco e Pirapora caracterizam-se por uma sequência de granitóides com valores altos em SiO_2 , sendo que partes das análises apresentam um excesso, com valores entre 78 a 80% SiO_2 que correspondem em parte, a um erro analítico confirmando na amostra, duplicata S016, analisada em ambos os laboratórios, sendo que os demais valores apresentam uma correlação positiva e portanto, estarão representados nos diagramas.

Os dados modais confirmam valores elevados em SiO_2 para estas rochas, que podem estar quimicamente mais elevados devido a processos tardios que afetam o maciço e, conseqüentemente, o enriquecimento em sílica, greisenização e albitização principalmente em algumas fácies, ou estas caracterizarem processos mais diferenciados e conseqüentemente mais saturados em SiO_2 , já que partem de um magma rico em SiO_2 .

Os diagramas de Harker (Fig. VI-3) por caracterizarem litotipos ricos em SiO_2 , não evidenciam uma seqüenciação ou uma boa correlação, sendo os óxidos TiO_2 , K_2O , Na_2O , que mostram uma diminuição crescente com o aumento da SiO_2 . Para os demais óxidos, os litotipos apresentam-se em níveis constantes, não permitindo obter uma correlação entre as várias fácies.

Os diagramas da (Fig. VI-4) confirmam estas razões baixas de variação entre os diversos óxidos, caracterizando uma pequena variação química do maciço, confirmada nas características petrográficas das fácies no capítulo IV.

Das amostras estudadas, somente a S042 apresenta-se em ambas as figuras bem distinta das demais, por corresponder a um xenólito de quartzo-monzodiorito, não permitindo obter informações quanto a uma possível gênese deste, em função da falta de uma sequência intermediária entre os diversos litotipos.

O que se verifica comparando os diagramas dos dois maciços, quanto à relação SiO_2 e MgO versus óxidos, é que os teores em TiO_2 , Al_2O_3 , $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$, CaO , MnO e P_2O_5 são mais baixos, indicando fácies mais empobrecidas nestes elementos e enriquecidas em SiO_2 , caracterizando para o Maciço São Francisco, um corpo com fácies mais diferenciadas e quimicamente distintas do Maciço Sorocaba.

O diagrama A-F-M, (Fig. VI-5) empregado na distin-

FIG. VI 3-DIAGRAMAS DA VARIAÇÃO $\text{SiO}_2 \times \text{ÓXIDOS}$ (HARKER, 1909) PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

FIG.VI 4 - DIAGRAMAS DA VARIAÇÃO MgO x ÓXIDOS PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

ção entre as rochas com filiação toleítica e calci-alcalina, fornece importantes informações acerca do quimismo, apresentando para o Maciço Sorocaba, um "trend" evolutivo calci-alcalino, com amostras de associações G1, que correspondem a diques graníticos, com enriquecimento alto em álcalis, em relação ao FeO e MgO , consequência direta do baixo teor em máficos que caracterizam estas rochas, apresentando um "trend" evoluído para fácies mais enriquecidas em FeO^t e MgO , e consequentemente, máficos. Os triângulos, que correspondem a xenólitos de granodioritos a quartzodioritos deslocam-se do grande conjunto, apresentando tendências mais alcalinas.

Para o Maciço São Francisco, o que se verifica no diagrama A-F-M (Fig. VI-6) é a concentração dos litotipos no campo com altos valores em álcalis em relação ao FeO^t e MgO sem apresentarem um "trend" evolutivo que melhor defini-se composicionalmente a relação das fácies, somente apresentando uma fácies, deslocada para partes do triangulo mais enriquecido em MgO e FeO^t , caracterizada por xenólito de diorito (ponto 42). Portanto, a concentração dificulta a definição de uma tendência calci-alcalina ou alcalina.

No diagrama $\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}$ (Fig. VI-7) para o Maciço Sorocaba, ocorre uma distribuição segundo o "trend" calci-alcalino com as rochas mais enriquecidas em CaO e aumento gradativo em K_2O e Na_2O .

Para o Maciço São Francisco, o diagrama da (Fig. VI-8) caracteriza um agrupamento de litotipos abaixo do "trend" calci-alcalino, com altos teores $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, apresentando duas amostras dispersas; uma, caracterizada pela amostra SO42 com alto enriquecimento em CaO e a outra, correspondente a diques graníticos, enriquecidos em Na_2O .

O diagrama da razão de alcalinidade, (Fig. VI-9) plotado em relação a SiO_2 (Wright, 1969), para o Maciço Sorocaba mostra uma pequena dispersão do "trend", dado por litotipos que correspondem à xenólitos, enquanto a maioria das amostras caem próximas ao limite entre os campos calci-alcalino e alcalino tendo talvez um "trend" álcali-cálcico.

No diagrama da (Fig. VI-10), para o Maciço São Francisco, a distribuição das rochas apresenta um caráter alcalino para as fácies do maciço, o que reforça a distribuição nos diagramas anteriores. Os litotipos apresentam um pequeno "trend"

FIG. VI 5 - DIAGRAMA TERNÁRIO AFM, PARA AMOSTRAS DOS GRANITÓIDES SOROCABA, (IN CONDIE, 1981). SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG. VI 6 - DIAGRAMA TERNÁRIO AFM, PARA AMOSTRAS DOS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA (IN CONDIE, 1981). SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

FIG. VI 7-DIAGRAMA K_2O-Na_2O-CaO PARA OS GRANITÓIDES SORO-CABA, SEG. NOCKOLDS E ALLEN (1953). SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG. VI 8-DIAGRAMA K_2O-Na_2O-CaO , PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA, SEG. NOCKOLDS E ALLEN (1953). SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

FIG. IX 9-DIAGRAMA DA VARIAÇÃO DA RAZÃO DE ALCALINIDADE WRIGHT (1969) PARA OS GRANITÓIDES SOROCABA. SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG. IX 10-DIAGRAMA DA VARIAÇÃO DA RAZÃO DE ALCALINIDADE WRIGHT (1969) PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

na parte central do campo alcalino, em função da baixa variação em SiO_2 mostrada por estas rochas. Ocorre uma ligeira dispersão de litotipos das fácies 7 em direção ao campo calci-alcalino. A amostra S042 apresenta características já descritas anteriormente, bem distintas do restante do maciço.

Na (Fig. VI-11) as relações SiO_2 versus a relação cálcio-álcalis (Brown, 1982) indicam que os litotipos estudados se distribuem nos limites entre típicas sequências cálcio-alcalinas e alcalinas, apresentando para o Maciço Sorocaba uma dispersão das amostras S0329, S027 e S0322B que apresentam valores baixos em CaO , fugindo do agrupamento geral. As duas últimas correspondem à xenólitos e a primeira a corpos aplíticos tardios.

No diagrama da (Fig. VI-12) para o Maciço São Francisco, as amostras estudadas apresentam-se distribuídas no limite da sequência calci-alcalina e alcalina, apresentando os litotipos mais concentrados e com uma distribuição de valores inferiores do Maciço Sorocaba, em função principalmente dos valores menores em CaO , evidenciando uma sequência com maior maturidade. Somente a amostra S042 apresenta valores excessivamente altos em CaO , sendo portanto deslocadas para níveis superiores no diagrama, mas, mantendo a mesma distribuição das demais.

Com base nas relações modais da classificação petrográfica de Streckeisen (1976), mostrado na (Fig. IV-1 e 2) e utilizando os diagramas de variação química, baseado nos parâmetros R_1 e R_2 (La Roche et al., 1980), em que propeem índices de discriminação para séries de granitóides com base em valores catiônicos-moleculares, permitiram total correspondência dos litotipos.

A (Fig. VI-13) para o Maciço Sorocaba, caracteriza-se predominantemente por granitos, com os tipos sienogranitos predominantes e monzogranitos, sendo ainda caracterizados os litotipos álcali-granitos, granodioritos, quartzo monzonitos, variações petrográficas estas discutidas no capítulo IV.

Para a (Fig. VI-14) para os granitóides São Francisco, as variações litológicas são menores, correspondendo a termos exclusivamente graníticos, monzo e sienogranitos preferencialmente. A amostra S042 apresenta-se deslocada do agrupamento, caracterizando as rochas dioríticas. Algumas amostras apresentam tendências a álcali-granito, em função dos processos de albitização verificada em algumas fácies.

FIG. VI 11 - DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $\text{LOG}(\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}))$, SEG. (BROWN 1982), GRANITÓIDES SOROCABA. SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG. VI 12 - DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $\text{LOG}(\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}))$, SEG. (BROWN 1982), GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

FIG.VI13— DIAGRAMA MULTICAÇÃOICO R_1, R_2 (LA ROCHE ETAL, 1980) PARA OS GRANITÓIDES SOROCABA. SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG.VI14 - DIAGRAMA MULTICATIÃO NICO R_1, R_2 (LA ROCHE ET AL., 1980) PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB.VI-3.

As características químicas mineralógicas e petrográficas permitem classificar os granitóides Sorocaba como do Tipo I (Chappell e White, 1974) e em função da natureza petrográfica dos litotipos, corresponderiam à Séries Granitóides de Lameyre e Bowden, 1982) as Séries Calci-alcalina de médio K (normal ou granodiorítica) e de alto K (monzonítica).

Para o Maciço São Francisco, correspondem a granitóides do Tipo A (Chappell e White, 1979) e são classificados segundo a Série de Granitóides de Lameyre e Bowden (1982) como possível séries alcalina-potássica, apresentando somente os termos finais da série, o que dificulta a sua caracterização.

Batchelor e Bowden (1985), utilizando os valores catiônicos-moleculares de La Roche et al. (1980) na interpretação petrogenética, definiram as Séries Tectônicas de granitóides. Para o Maciço Sorocaba (Fig. VI-15) o diagrama apresenta grande variação em função da constituição variada dos tipos litológicos, caracterizando predominantemente como da fase de soerguimento pós-colisional a tardi-orogênico. Um agrupamento de litotipos é classificado como pertencente a série dos granitóides diferenciados mantélicos, caracterizado possivelmente por alguns tipos de enclaves e por litotipos da associação G2, que acusa tal valores, talvez em função do excesso em sílica.

Para o Maciço São Francisco (Fig. VI-16) o diagrama apresenta um agrupamento com altos valores em R1, caracterizado basicamente pelo excesso em sílica, como discutido anteriormente para estas amostras, e baixos valores de R2. A amostra SO42 caracteriza-se na Série Pós-Colisão, por corresponder às rochas mais antigas do maciço, enquanto que o restante das amostras representadas neste diagrama, caracterizam um processo mais tardio que o Maciço Sorocaba, definindo-se basicamente na Série Pós-Orogênica e Anorogênica.

VI-3- Petroquímica dos Elementos Traços

Os elementos traços, encontram-se enumerados para o Maciço Sorocaba na tabela VI-2 e para o Maciço São Francisco na tabela VI-4. A abordagem dos elementos traços será feita comparando-se os dados para os dois corpos.

A verificação dos dados nas tabelas VI-2 e VI-4 mostra que o comportamento destes dois maciços é bem distinto nos

FIG.VI15-AS SÉRIES TECTÔNICAS DE GRANITÓIDES NO DIAGRAMA R_1-R_2 (BATCHELOR E BOWDEN, 1985) 1-DIFERENCIADOS MANTÉLICOS; 2-FASE PRÉ-COLISÃO; 3-FASE DE SOERGUMENTO PÓS-COLISÃO; 4-FASE OROGÊNICA TARDIA; 5-CONDIÇÕES PÓS-OROGENÍCAS (P)/ANOROGÊNICAS (A); 6-FASE SIN-COLISÃO (GRANITÓIDES SOROCABA). SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG.VI16-AS SÉRIES TECTÔNICAS DE GRANITÓIDES NO DIAGRAMA R_1-R_2 (BATCHELOR E BOWDEN, 1985) 1-DIFERENCIADOS MANTÉLICOS; 2-FASE PRÉ-COLISÃO; 3-FASE DE SOERGUMENTO PÓS-COLISÃO; 4-FASE OROGÊNICA TARDIA; 5-CONDIÇÕES PÓS-OROGENÍCAS (P)/ANOROGÊNICAS (A); 6-FASE SIN-COLISÃO (GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA). SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

valores de alguns elementos.

Para os elementos traços que apresentaram maior variação, foram elaborados os diagramas em função do conteúdo de SiO_2 , os demais serão discutidos durante o texto.

A (Fig. VI-17) apresenta as relações $\text{SiO}_2 \times \text{Ba}$, Zr, Sr, Y e Rb para ambos os maciços.

Para o Maciço Sorocaba, apresentam relações de Ba, Zr, Sr, mostrando uma tendência negativa com o progressivo aumento em SiO_2 e uma diminuição dos valores deste elementos, sendo que algumas fácies apresentam litotipos dispostos fora do "trend", que são caracterizados pelos enclaves e rochas granodioríticas.

Os valores de Ba, Sr, Zr, apresentam-se relativamente altos para as rochas com até 73% em SiO_2 e um forte empobrecimento para as rochas mais ricas em sílica, o que é característico para as rochas mais diferenciadas já que principalmente o Ba e o Sr mostram-se com nítida preferência pelo K nos feldspato potássico e Ca nos plagioclásio respectivamente, mostrando uma diminuição destes valores no diagrama da (Fig. VI-1) e consequentemente um enriquecimento em Rb e Y, como verificado na (Fig. VI-17).

O zircônio em função das suas características cristalográficas é comum substituir o Ti e Fe em minerais como magnetita, titanita e ilmenita ou constituir soluções residuais formando o zircão verificando um empobrecimento nestes minerais ou no próprio zircão, nas fases mais diferenciadas finais, discutidos no capítulo IV.

Para o Maciço São Francisco, o que se verifica nos diagramas Ba, Zr e Sr é a mesma correlação negativa ou seja, um caimento dos valores com o aumento em SiO_2 , mas, apresentando valores bem abaixo do que o Maciço Sorocaba, o que era esperado, já que estes elementos apresentam caimento acentuado nos granitos fortemente diferenciados tardios, sendo verificado no Y e principalmente no rubídio, uma acentuada elevação nos valores acima daqueles do Maciço Sorocaba.

Estas relações entre os elementos é reforçada na amostra S042 que constitui um xenólito a parte no processo de formação do maciço, apresentando baixos valores em Rb e Y.

A utilização de diagramas discriminantes de elementos-traços para a interpretação tectônica de granitóides é de-

FIG.VI-17-DIAGRAMAS SiO_2 VERSUS Ba, Zr e Sr E SiO_2 VERSUS Y e Rb (PEARCE ET AL. 1984) DISCRIMINANDO OS CAMPOS DOS GRANITÓIDES DE ARCO VULCÂNICO (VAG), SIN-COLISIONAIS (SYN-COLG), INTRAPLACA (WPG) E DE CADEIAS OCÊANICAS (ORG), PARA OS GRANITÓIDES. SOROCABA (SIMBOLOGIA TAB. VI-1), SÃO FRANCISCO E PIRAPORA (SIMBOLOGIA TAB. VI-3).

finida por Pearce et al. (1984) através dos elementos Rb, Y e Nb. Esta fica incompleta em função da falta de Nb nas análises químicas não permitindo a realização da composição de todos os diagramas de interpretação.

Portanto, foi utilizado o Rb e Y na interpretação dos maciços, apresentando em ambos os diagramas do $Rb \times SiO_2$ a maioria dos litotipos concentrados no campo Sin-Colisionais e Intraplaca (Anorogênico), enquanto nos diagramas $Y \times SiO_2$ é menos discriminante tendo a maioria dos litotipos na parte inferior do diagrama.

El Bouseilly e El Sokkary (1975), a partir de que os elementos traços são reflexos da cristalização fracionada, utilizam a relação ternária Rb-Ba-Sr, na tendência de diferenciação em rochas granitóides.

Para a (Fig. VI-18) do Maciço Sorocaba, os litotipos caracterizam granitos pobres em CaO e com alto Ba e portanto empobrecidos em Rb e Sr, indicando granitóides menos diferenciados, correspondendo no diagrama aos campos dos granitos normais e anômalos, apresentando duas amostras que situam-se nos granitos fortemente diferenciados, sendo que uma corresponde a dique granítico pós-tectônico e a outra (S084b) com valores extremamente baixos em Ba, provavelmente um erro analítico ou feição localizada, já que os litotipos desta associação ocorrem no campo dos granitos normais e anômalos.

Para o Maciço São Francisco (Fig. VI-19) ocorre uma maior dispersão dos valores dos litotipos, apresentando valores distribuídos desde quartzo dioritos até granitos fortemente diferenciados, com determinadas fácies indicando uma ordem crescente de diferenciação, já observada pelo crescente valor em SiO_2 e o enriquecimento em Rb e do empobrecimento de Ba, indicativos de um estágio tardio do processo de diferenciação.

Imeokparia (1981) utilizou as razões Ba/Rb e Rb/Sr como indicativas do fracionamento magmático, mostrando para o Maciço Sorocaba (Fig. VI-20) razões altas em Ba/Rb, indicando litotipos pouco diferenciados, a não ser por poucos litotipos que apresentam razões menores, nunca inferiores a $Ba/Rb = 1$, com exceção da amostra So 84B, já discutida anteriormente.

Para o Maciço São Francisco (Fig. VI-21) as razões Ba/Rb são mais baixas, apresentando a maioria dos litotipos com razões $Ba/Rb < 1$, caracterizando rochas mais diferenciadas, já

discutidas nos diagramas ternários Ba-Rb-Sr.

Os demais elementos-traços analisados, apresentam valores baixos, não evidenciando valores excessivos nas tabelas VI-2 e VI-4, sendo que vários elementos encontram-se com valores próximos do limite de detecção e alguns não se encontram em todas as análises como Be, Cu, Ni, V, Zn, Sn.

Os elementos-traços Pb, Sn, Mo apresentam teores discretos e são de interesse econômico para a área, em função das ocorrências minerais descritas destes elementos, principalmente para o Maciço São Francisco, conjuntamente com wolfrânio, que não foi analisado.

Estas ocorrências estão associadas a veios quartzosos, resultado provavelmente do magma residual, sendo que não deve ser inviabilizada ainda a possibilidade de fenômenos de remobilização destes elementos.

Em ambos os maciços é comum rochas miloníticas e/ou cataclásticas, apresentando modificações que se originaram durante processos de greisenização localizados, com o desenvolvimento de sulfetos e fluorita, sob os quais não foram realizadas análises, em função das modificações químicas ocorridas nas rochas, o que não caracteriza o objetivo principal deste trabalho, aliado ao fato do número restrito de análises.

FIG.VI 18-DIAGRAMA Rb-Ba-Sr DE (EL BOUSEILY E EL SOKKARY 1975), PARA OS GRANITÓIDES SOROCABA. SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG.VI 19- DÍAGRAMA Rb-Ba-Sr DE (EL BOUSEILY E EL SOKKARY 1975), PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB. VI-3

FIG. VI 20 — DIAGRAMAS DE VARIAÇÃO DAS RAZÕES Ba/Rb VERSUS Rb/Sr ,
 Rb VERSUS Ba E Sr VERSUS Rb (ppm).
 (IMEOKPARIA, 1981) PARA OS GRANITÓIDES SOROCABA.
 SIMBOLOGIA TAB. VI-1.

FIG. VI 21 - DIAGRAMAS DE VARIAÇÃO DAS RAZÕES Ba/Rb VERSUS Rb/Sr, Rb VERSUS Ba E Sr VERSUS Rb (ppm). (IMEOKPARIA, 1981) PARA OS GRANITÓIDES SÃO FRANCISCO E PIRAPORA. SIMBOLOGIA TAB. VI-3.

CAPÍTULO VII

CONSIDERAÇÕES PETROGENÉTICAS GERAISVII-1- Introdução

O estudo petrogenético dos maciços e das relações entre eles será discutido com base nas relações de campo observadas, aliadas à petrografia sistemática elaborada das unidades de mapeamento. A esses dados estarão aliados os dados já discutidos na Petroquímica e Tipologia do Zircão.

VII-2 - Composição Modal dos Granitóides

Observando-se os diagramas modais globais para o Maciço Sorocaba, verifica-se que os pontos estudados apresentam basicamente nos termos finais mais diferenciados das Séries de Granitóides de Lameyre e Bowden (1982) com uma escassez de pontos de composição intermediária que completam os termos menos diferenciados das séries de granitóides.

Portanto, pelas disposições das composições modais da (Fig.IV-1) em função dos "trends" definidos por Lameyre e Bowden (1982), as associações granodioríticas e monzograníticas da área oriental correspondem a um "trend" calci-alcalino de médio K_2O (normal ou granodiorítica).

As fácies ou associações de composições mais sienograníticas e monzoníticas apresentam uma tendência para a série calci-alcalina de alto K_2O ou monzonítica, dificultada.

Em função da composição modal, de dados petrográficos e mineralógicos já descritos para as rochas de tendência calci-alcalina, esta concilia-se aos modelos de geração do magma calci-alcalino (Wernick, 1984b).

As rochas com "trend" calci-alcalino granodiorítico estão provavelmente ligadas aos modelos genéticos, evolutivos de mistura magmática onde teríamos misturas de magmas ácidos e mais básicos, o mesmo material básico mais diferenciado, resultando em granodioritos e quartzo-monzodioritos, o que explicaria em parte os granitóides estudados, principalmente na parte oriental. Aliados a este processo, teríamos os processos de diferenciação (fracionamento) resultando em termos porfiróides e porfi-

ríticos e o empobrecimento ou o enriquecimento de máficos ou das relações de feldspatos entre as fácies, ocorrendo intrusões sucessivas com composições e texturas bem distintas ou com termos bem próximos como nas fácies porfiróides róseas.

Para o Maciço São Francisco, nos diagramas modais globais verifica-se que os pontos estudados caracterizam basicamente os termos finais das Séries de Granitóides (Lameyre e Bowden, 1982) não apresentando os termos mais máfico-intermediaários das séries. Portanto, pelos diagramas da (Fig. IV-2), os termos corresponderiam possivelmente a Série Alcalina potássica, ou mesmo calci-alcalina de alto K_2O caracterizados pelo alto álcali, mas, mineralogicamente não definindo uma Série Alcalina propriamente dita, em função dos máficos sódicos característicos nestas rochas estarem ausentes. Portanto, o que pode-se definir da (Fig IV-2) com precisão é quanto a composição sienogranítica e monozogranítica dos termos presentes no maciço.

A Série Alcalina está ligada a modelos genéticos de hibridismo onde o magma de composição básica, enriquecidos em álcalis provocaria fusão parcial de uma crosta inferior granulítica (enriquecida em voláteis do próprio material básico) originando um magma alcalino que, por processos de diferenciação ocorrida na câmara magmática ou durante a sua ascensão, gerando um magma alcalino a subalcalino.

Com relação às texturas, mineralogias e estruturas das rochas vistas, nota-se que os minerais félsicos apresentam variedades texturais distintas. A presença marcante de cristais zonados caracteriza diferentes gerações de félsicos dada por uma cristalização fracionada, o que implicaria em termos cada vez mais diferenciados e mais supersaturados nas fácies mais félsicas.

No Maciço São Francisco verifica-se a presença marcante de cristais zonados e o desenvolvimento de texturas rapakivi local e parcialmente em todo o maciço ou em grandes proporções, nas fácies rapakivi. Estas texturas estão presentes no início e no fim do processo de formação do maciço, evidenciando um enriquecimento em álcali nas primeiras fases do início da diferenciação, com fluxo de composição mais sódico no final, em função dos processos de diferenciação (cristalização magmática). Portanto, o maciço caracteriza-se por rochas muito diferenciadas sendo frequente e marcante a supersaturação em sílica.

Os minerais máficos são basicamente a biotita e localmente anfibólios nas fácies menos diferenciadas, de composição granodiorítica, seguidos dos acessórios.

Para o Maciço Sorocaba, a magnetita e os opacos são dominantes sobre as ilmenitas que encontram-se leucoxenizadas, distribuídas juntamente com as biotitas, ocorrendo ainda pirita e calcopirita de pequeno tamanho. Também são frequentes as titanitas e allanitas, sendo que em algumas fácies da associação porfiróide média II, com elevado estágio de assimilação, esta relação se inverte.

Para o Maciço São Francisco, os opacos caracterizam-se basicamente por magnetitas martitizadas em equilíbrio com as biotitas, sendo que a ilmenita, em proporções menores ocorre leucoxenizada, dando lugar aos silicatos de Ti e Fe, num processo tardio, pois engloba as frações máficas, sendo frequentes a allanita e titanita.

Em função das características descritas no item II-1, os dois maciços são classificados como magnetita granitos (Ishihara, 1977) ou em titanita-allanita granitos (Ivanova e Butazova, 1968)

- Processos de alteração tardios

Os processos de alteração tardi a pós-magmáticos são evidenciados em ambos os maciços, sendo que no Maciço São Francisco apresentam-se mais intensos e generalizados.

- Albitização:

Os processos de albitização desenvolvem albita e plagioclásios ácidos tardios e pouco realçados no Maciço Sorocaba, sendo bastante realçados no Maciço São Francisco. Caracterizam-se por intensa atividade de sódio, concentrando, provavelmente em frações residuais do fracionamento magmático desenvolvendo:

- Albitização do plagioclásio original (oligoclásio) com o desenvolvimento de bordas albiticas.
- Ocorrência de pertitas de substituição, com formas de veios com geminação polissintética, até manchas com substituição quase completa, frequente no Maciço São Francisco, principalmente na

fácies equigranulares.

- Ocorrência de bordas albiticas contínuas ou irregulares ao redor dos feldspatos potássicos em contato com os plagioclásios.
- Desenvolvimento de bordas ou substituição dentro da zonalidade dos feldspatos potássico por oligoclásio, originando texturas rapakivi.
- Ocorrência de cristais subhedrais de albita, evidenciados pela intensa limpidez.

- Greisenização:

São os processos localizados em determinadas fácies conjuntamente com os processos de hidrotermalismo, ocasionando alteração intensa dos feldspatos e intensa cloritização; ocorrências anômalas de fluorita bem como a geração de sulfetos tardios e a recristalização intensa de quartzo, localmente ocorrendo topázio em duas amostras.

O processo intenso de greisenização associado ao hidrotermalismo em zonas preferencialmente fraturadas controla o desenvolvimento de veios quartzosos com a formação de minerais metálicos de wolframita, cassiterita, galena, pirita e calco-pirita, possibilitando a formação destas ocorrências como descritas no Maciço São Francisco por (Knecht, 1949).

VII-3- Considerações evolutivas sobre o Maciço Sorocaba

As características petrogenéticas e litoquímicas permitem enquadrá-lo como de natureza calci-alkalina a álcali-cálcica segundo (Wright, 1969), calci-alkalina de alta profundidade (Pupin, 1980) e calci-alkalina granodiorítica a monzonítica (Lameyre e Bowden, 1982) caracterizando o "Tipo I" (White, 1979; Pitcher, 1982), ligados ao estágio de descompressão pós-orogênica.

Estes ambientes de relaxamento pós-orogênico propiciam o desenvolvimento de zonas de alívio de pressão na crosta inferior conjuntamente com o calor de magmas básicos, resultando em fusão crustal com a formação de magmas ricos em sílica ou mesmo possibilitando a mistura destes.

Wernick, (1984) apresenta um modelo genético envolvendo essencialmente a mistura de magmas básicos ligados à zo-

na de Benioff e magmas crustais gerados na base da crosta, sendo que os granitóides calci-alcalinos de alta profundidade 4c são predominantemente de ambientes tensionais.

Artur e Wernick (1986) sugerem para a região do Estado de São Paulo um "Modelo de Colisão Continental", com a paleozona de Benioff mergulhando para W, refletindo uma estabilização de cratônica no sentido geral NW ou seja, uma sucessão tanto para norte (Wernick, 1984), quanto para oeste (Wernick e Galembeck, 1986) de granitóides de profundidades genéticas crescentes a partir do cinturão rúptil.

Portanto, o Maciço Sorocaba caracteriza-se por um evento magmático calci-alcalino sin a pós-orogênico num ambiente pós-colisional caracterizado pela mistura de magmas gerados na base da crosta e magmas básicos, possivelmente com participação de processos cristal/líquido, como cristalização fracionada e fusão parcial progressiva.

As associações de composição mais granodioríticas estariam ligadas provavelmente à frações mais básicas diferenciadas, constituindo os primeiros corpos a se formarem enquanto os termos melagranitóides ricos em biotita e alta sílica, estariam ligados diretamente à fusão parcial da crosta inferior, apresentando um processo de diferenciação destes magmas na câmara magmática ou na ascensão destes, constituindo intrusões sucessivas com intensidades distintas de material diferenciado.

As associações com mineralogia mais características dos granitóides do "Tipo S" do que as do "Tipo I" são resultado de um processo de assimilação intensa das rochas encaixantes.

VII-4- Considerações evolutivas sobre o Maciço São Francisco

As características litoquímicas do Granito São Francisco permitem enquadrá-lo como granitos alcalinos (Wright, 1969), ou pertencente a Série alcalina potássica ou aluminosa (Lameyre e Bowden, 1982); que necessariamente pode não apresentar máfico sódicos, o que não permitiu classificá-lo indubitavelmente como Tipo "A", de quimismo alcalino (granitos alcalinos anorogênicos) (White, 1979; Pitcher, 1978, 1982).

Portanto, esta tendência alcalina potássica verificada nos diagramas acima citados, se enquadram melhor nos do

Tipo "I" (White, 1979), resultado da geração de um magma pela fusão de material crustal profundo ou de derivação mantélica.

Considerando os diferentes ambientes de (Pitcher, 1982), corresponderia parcialmente ao Tipo "I" representado por granitos alcali-cálcicos ligados ao estágio de descompressão pós-orogênica a anorogênicos, representando intrusões tardias no ciclo magmático.

Segundo Black et al. (1985) o ambiente geológico das províncias de tendências alcalinas super saturadas é relacionado ao sistema de falhas transcorrentes em regime de distensão, onde a litosfera é relativamente fina mesmo em cinturões móveis recentemente estabilizados ou, numa região de estiramento crustal, relacionado à fragmentação continental.

Harris e Marriner (1980) apresentam a hipótese de que magmas com tendências alcalinas podem ser gerados por fusão da crosta inferior (granulítica) sob um alto fluxo de voláteis derivados do manto e que por cristalização fracionada na câmara magmática e durante a sua ascensão, dão origem a um granito de natureza alcalina, rico em voláteis que cristalizam-se próximo à superfície.

Portanto, o esquema evolutivo para este maciço adapta-se melhor a um ambiente tectônico ligado a um estágio de descompressão pós-orogênico ou anorogênico (Bactchelor e Bowden, 1985) (Fig. VI-16) ou intraplaca (Pearce et al., 1984) (Fig. VI-17) gerado em condições semelhantes às hipóteses de Harris e Marriner (1980) e Collins et al. (1982) mas apresentando caráter subsolvus. Assim, o Maciço São Francisco caracteriza um batólito constituído de intrusões tardias, sucessivas que exibem um estágio de diferenciação distinto, apresentando um enriquecimento em álcalis e mostrando durante as intrusões, fluxos mais sódicos constituindo texturas rapakivi, tão frequentes neste maciço.

A geração do magma alcalino a partir da fusão da crosta inferior (granulitos félsicos) previamente enriquecidos em voláteis alcalinos e em CO_2 , provenientes de magma básico, permitiria condições de originar granitos "subsolvus num estágio menos diferenciado por processos de diferenciação na câmara ou mesmo ao longo de sua ascensão (Collins et al., 1982).

O esquema evolutivo proposto é semelhante ao de Pupin (1982), onde ao lado de uma subducção simples "Tipo Andino", ocorre uma sucessão de granitos calci-alcalinos de origem

cada vez mais profunda de acordo com a passagem do ambiente compressional periplaca, para ambiente tensional intraplaca, seguido de granitóides subalcalinos e alcalinos na medida em que são atingidas condições intraplacas cada vez mais estáveis.

VIII- CONCLUSÕES GERAIS

O Mapeamento faciológico que caracteriza o objetivo principal deste trabalho apresentou características petrográficas distintas em escala de descrição macroscópica, definidas na escala de trabalho (1:50.000) num total de dezoito (18) fácies, caracterizadas em unidades mapeáveis com onze (11) associações de fácies para o Maciço Sorocaba e em sete (7) fácies mapeáveis para o Maciço São Francisco, totalizando uma área de aproximadamente 180 Km² para o Maciço Sorocaba e 150 Km² para o Maciço São Francisco, e uma (1) fácies para o Maciço Pirapora.

As litologias presentes do Maciço Sorocaba envolvem fácies de composição granodiorítica a sienogranítica, predominando monzogranitos de texturas porfiróides, localmente rapakivi, com distinção dos termos nas relações petrográficas, texturais, granulométricas, de coloração e mineralógicas. O Maciço São Francisco, com termos predominantemente de composição sienogranítica e, em menor proporção, monzogranítica, apresenta texturas rapakivi predominantes. O Maciço Pirapora é basicamente de composição granodiorítica.

As estruturas rúpteis são caracterizadas por zonas miloníticas e/ou cataclásticas definidas principalmente em dois eventos tardios. O primeiro, corresponde a falhamentos transcorrentes com orientação geral paralela ao "trend" regional constituindo-se provavelmente numa zona de fraqueza mais antiga a qual condiciona a forma alongada do maciço apresentando-se reativada após o metamorfismo regional principal e se prologando até o fim do Ciclo Brasileiro, controlando o posicionamento e a geometria final dos Maciço Sorocaba, sendo observado, na parte sul do corpo, pelo Falhamento de Junidiuvira ou ramificações terminais deste, pois a zona de deformação não apresenta a mesma intensidade do que a registrada a NE da área em estudo. O segundo evento é discordante do "trend" regional e de menor intensidade, apresentando em alguns casos evidências de falhamento que indicam um sistema vertical a sub vertical, seccionando o maciço, sendo definidas duas zonas principais, designadas informalmente de "Falhamento da Doninha" na parte norte do maciço e de "Falhamento de Piragibú-Mirim" ao sul deste. O arranjo destas duas zonas é tal que possi-

velmente, expõe, dentro do maciço corpos magmáticos de profundidade diferentes e, portanto, apresentando-se atualmente em níveis erosionais distintos. Este arranjo explicaria a distinção brusca das fácies granitóides lateralmente a partir destas zonas, como também, a variação dos tipos de xenólitos das áreas contíguas.

No Maciço São Francisco, o primeiro evento rúptil fica evidenciado no seccionamento da parte sul do corpo, sendo que o mesmo apresenta uma disposição paralela à direção de deformação, dada pelo Falhamento de Pirapora, enquanto o segundo evento não é evidenciado devido a orientação deste apresentar a mesma direção geral E-W do maciço.

Os contatos são basicamente com as rochas do Grupo São Roque originando uma auréola de contato apresentando variações ou interrupções em função do tipo litológico ou da deformação nas bordas do maciço. Apresenta localmente em metapelitos uma zonalidade metamórfica evidenciada pela mineralogia e textura, onde define-se, na parte externa, fácies albita epidoto hornfels, na parte central, hornblenda hornfels e, na parte interna, piroxênio hornfels, sendo a fácies hornblenda hornfels predominante para ambos os maciços, com o desenvolvimento de porfiroblastos de coríndon, andaluzita, cordierita, biotita e K-feldspatos.

O posicionamento do Maciço Sorocaba é sin a tardi-tectônico apresentando-se, quanto às fases deformacionais da área, como tardi a pós Dn+3, que constitui o auge do metamorfismo dado pelo crescimento de biotitas formadoras da clivagem Sn+3. Esta relação temporal é evidenciada pelo desenvolvimento de porfiroblastos nas zonas de metamorfismo de contato pós Dn+3. A fase final caracteriza-se por um carácter regressivo observado nos porfiroblastos e nas rochas do Grupo São Roque.

O nível de colocação é epizonal, visto pelas paragéneses metamórficas do Grupo São Roque, caracterizado por rochas afetadas por metamorfismo regional nas fácies xisto-verde, atingindo a zona da biotita, colocado a uma profundidade aproximadamente de 10 Km, como sugerido pela geração de granada no hornfels, que necessita de 4-2 Kb de pressão em função de ser almandina ou espesartita.

O Maciço São Francisco é epizonal, pós DN+3 e não permite definições quanto ao nível de colocação em função de não ser em verificados minerais indicativos como a granada. Pelas ca-

racterísticas químicas e texturais semelhantes às de outros maciços graníticos descritos na literatura, define-se como granitóide de colocação rasa, mais característico de um magmatismo tardi a pós tectônico ou mesmo de caráter anorogênico.

A estratigrafia proposta encontra-se na (tabela III-1) mas apresentam algumas correlações dúbias em função da disposição de fácies em áreas distintas geograficamente.

A tendência do Maciço Sorocaba é calci-alkalina de médio a alto K (Lameyre e Bowden, 1982) definida pelas associações granodioríticas e monzograníticas da parte oriental e da predominância das associações de composição sienograníticas e monzograníticas para o restante do maciço. Quimicamente, é caracterizado por uma sequência com moderada variação composicional, de intermediária a ácida, com menor maturidade, constituída por litotipos menos diferenciados dado pelas altas razões Ba/Rb.

O Maciço São Francisco é classificado como alcalino potássico (Lameyre e Bowden, 1982), caracterizado principalmente pelas associações de composição sienograníticas, havendo plena concordância desta tendência alcalina nos diversos diagramas do capítulo VI. Apresenta menor variação composicional entre os termos, caracterizando uma sequência de granitos "sensu strictu" com maior maturidade e apresentando, quanto aos elementos traços, um enriquecimento em Rb e um empobrecimento em Ba e Sr, evidenciando litotipos mais diferenciados. Há a presença frequente de processos de albitização e de greisenização associadas aos processos de hidrotermalismo, às vezes com o desenvolvimento de ocorrência de minerais como volframita, cassiterita e sulfetos.

Quanto aos dados da tipologia do zircão (Pupin, 1980) para os granitóides Sorocaba, há uma concordância com os critérios petrográficos e químicos, sendo classificados como calci-alkalino de alta profundidade e temperatura, caracterizados na série granítica 4c, apresentando temperatura de cristalização da ordem de 800 a 850°C. O Maciço São Francisco é classificado como sub-alkalino da série granítica 5 (Pupin, 1980), apresentando temperatura de cristalização da ordem de 830 a 900°C. O Maciço Pirapora apresenta tendência calci-alkalina de média profundidade da série granítica 4b.

O ambiente geotectônico de formação do Maciço So-

rocaba pode ser definido como do "Tipo I" (White, 1979; Pitcher, 1982), de caracter calci-alcalino de médio a alto-K, formado em ambiente pós-colisional, com fusão do material da crosta inferior e rochas básicas, com a possibilidade de geração à partir da fusão parcial da crosta heterogênea (rochas básicas e rocha intermediária) ou da mistura de magma básico (mantélico) com magma granítico crustal. Os processos de diferenciação destes magmas ocorreram na câmara magmática e/ou na ascensão destes, constituindo intrusões sucessivas com intensidade distintas de material diferenciado.

O Maciço São Francisco pode ser definido como uma interação ou transição entre os "Tipo I" e "A" de Pitcher, (1982), de caracter alcalino a sub-alcalino, ligado a um ambiente de descompressão pós-orogênico a anorogênico, provavelmente formado pela fusão de rochas granulíticas da base da crosta, mas em condições de originar "granitos subsolvus"; ou em ambientes estáveis intraplaca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e evolução da plataforma brasileira. Bol.Div.Geol.Min., Rio de Janeiro, DNPM, (241): 1 - 36.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1977 - O Craton do São Francisco. Rev.Bras. Geoc., 7(4): 349 - 364.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1981 - O Craton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. An.Simp. sobre o Craton do São Francisco e suas Faixas Marginais (SBG - Núcleo da Bahia): 1 - 10.
- ALMEIDA, F.F.M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. - 1973 - The pre-cambrian evolution of the South American cratonic margin south of the Amazon River. In: NAIRN, E.M. & STEHLI, F.G. The ocean basins and margins. New York, Plenum. v. 1, cap 11, p. 411 - 446.
- ARTUR, A.C. - 1980 - Rochas metamórficas dos arredores de Itapira SP. Dissertação de Mestrado, IGUSP, 193 pp.
- ARTUR, A.C. - 1988 - Evolução Policíclica da Infra-Estrutura da Porção Sul do Estado de Minas Gerais e Regiões Adjacentes do Estado de São Paulo - Tese de Doutorado. USP, 230 p.
- ARTUR, A.C. e WERNICK, E. - 1984 - Terrenos policíclicos e estágios de evolução crustal. An. XXXIII Congr.Bras.Geol., 7: 3081 - 3090, Rio de Janeiro.
- ATHERTON, M. P. and TARNEJ. J. (eds) - 1979 - Origin of granite batholiths geochemical evidence- Sliva Publishing Limited 148p.
- BATCHELOR, R.A. & BOWDEN, P. 1985. Petrogenetic interpretation of granitic rock series using multicationic parameters. Chem. Geol., 48:43-55.

- BATISTA, J.J.; SIMÕES, L.S.A.; OLIVEIRA, M.A.F. de E SOUZA FILHO E.E. de - 1986 - Folha Jundiá - Carta Geológica do Estado de São Paulo - 1:50.000. Relatório Final, Conv. IGCE-UNESP/PRÓ-MINÉRIO, inédito, v. 1: 124 p.
- BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; DANTAS, A.S.L.; PONÇANO, W.L.; CAMPANHNA, G.A. da C.; NAGABA, N.; ALMEIDA, M.A. de; STEIN, D. P.; MELO, M.S. de; CREMONINI, O.A. - 1981 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo, (IPT - Monografias, 6. Publicações 1184).
- BLACK, R.; LAMEYRE, J. BONIN, B. - 1985 - The structural setting of alkaline complexes. *J. Afr. Earth Sci.*, 3(1/2): 5-16.
- BONIN, B. e LAMEYRE, J. - 1978 - Réflexions sur la position et l'origine des complexes magmatiques anorogéniques. *Bull. Soc. Géol. fr.*, 7, XX(1): 45 - 59.
- BOIN, M.N.; MELLO, J.S. da C. e SILVA, J.R.J. da - 1983 - Geoquímica dos granitóides Itaoca - SP. Atas 4^a Simp.Reg.Geol. (SBG Núcleo de São Paulo), 313 - 326, São Paulo.
- BOIN, M.N.; SILVA, J.R.B.; SILVA, R.B.; MELLO, I.S.C. - 1982 - Mineralizações polimetálicas hidrotermais associados aos granitóides alcalinos de Mandira-SP. Anais: Congr.Bras.Geol., 32, Salvador, 1982.
- BROWN, G.C. - 1982 - Calc-alkaline intrusive rocks: Her diversity evolution and relation to volcanic arcs. In: THORPE, R.S. (ed.) *Andesites*. John Wiley, p. 437-461.
- BUDDINGTON, A.F. - 1959 - Granite emplacement with special reference to North America. *Geol.Soc.Am.Bull.*, 76: 671 - 747.
- CAMPOS NETO, M.C. - 1983 - Contribuição à lito-estratigrafia e estrutura do Grupo Açungui no sudeste do Estado de São Paulo. Atas 4^a Simp.Reg.Geol., (SBG - Núcleo de São Paulo), 103 - 109 São Paulo.

- CAMPOS NETO, M.C. e ARTUR, A.C. - 1983 - A suite quartzo-monzonítica a diorítica de Piracaia - SP - 4^o Simp.Reg.Geol. (SBG - Núcleo de São Paulo), 47 - 60, São Paulo.
- CAMPO NETO, M. da C. e BASEI, M.A.S. - 1983a - A importância dos falhamentos transcorrentes na configuração do Precambriano entre São José dos Campos e Amparo - SP - Atas 4^o Simp.Reg.Geol. (SBG - Núcleo de São Paulo), 1: 79 - 90, São Paulo.
- CAMPO NETO, M. da C. e BASEI, M.A.S. - 1983b - Evolução estrutural brasileira no nordeste de São Paulo: dobramentos superimpostos e esboço estratigráfico e tectônico. Atas 4^o Simp.Reg. Geol. (SBG - Núcleo de São Paulo), 1: 61 - 78, São Paulo
- CAMPOS NETO, M.C.; FIGUEIREDO, M.C.H.; BASEI, M.A.S.; ALVES, R.A. 1984 - Os granitóides da Região de Bragança Paulista - SP - An. XXXIII Congr.Bras.Geol., 4: 2854 - 2862 - Rio de Janeiro.
- CAMPOS NETO, M.C.; BASEI, M.A.S.; ALVES, F.R.; FIGUEIREDO, M.C.H. 1984a - Geologia da Folha de Bragança Paulista 1:50.000. Relatório IG-USP/PRÓ-MINÉRIO, v. 1, 162 p.
- CARNEIRO, C.D.R. - 1983 - Análise estrutural do Grupo São Roque na faixa entre o Pico do Jaraguá e a Serra dos Cristais, São Paulo. Tese de doutoramento IG-USP. 155 p.
- CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, M.A. de; NAGATA, n.; BISTRICHI, C.A.; AGAMENON, S.L.D. - 1984 - Projeto Carta Geológica do Estado de São Paulo (1:50.000) - Folhas Santana do Parnaíba e Guarulhos, Convênio SICCT (Pró-Minério), IPT, São Paulo.
- CARNEIRO, C.D.R.; COUTINHO, J.M.V.; SUEMITSU, A. e RODRIGUES, E.P. - 1984 - Relações geométricas e temporais de eventos magmáticos no Grupo São Roque a partir da descoberta de rochas metavulcânicas e da aplicação de critérios estruturais. An. XXXIII Congr.Bras.Geol., 7: 3196 - 3211, Rio de Janeiro.

- CAVALCANTE, J.C.; CUNHA, H.C.S.; CHIEREGATI, L.A.; KAEFER, L.Q.; ROCHA, J.M.; DAITX, E.C.; RAMALHO, R. - 1979 - Projeto Sapucaí-Relatório final de geologia; M.M.E. - DNPM, sér.geol. 4, sec.geol.bás. 2: 1 - 299, Brasília.
- CHAPPELL, B.W. e WHITE, A.J.R. - 1974 - Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8: 173 - 174.
- COLLINS, U.J.; BEAMS, S.D.; WHITE, A.J.R.; CHAPPELL, B.W. - 1982 - Nature and origin of A - type granites with particular references to Southeastern Australia. *Contrib. Mineral. Petrol.* 80: 189-200.
- CORDANI, U.G.; CAMPOS, A.C.R.; DAVINO, A. e BJORNBERG, A.J.S. 1961 - Geologia da Região do Jaraguá, São Paulo. *Bol.Soc.Bras. Geol.* 10: 72 - 91.
- CORDANI, U.G. e BITTENCOURT, I. - 1967 - Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. *Ana. do XXI Congr.Bras.Geol.*: 218 - 253, Curitiba.
- CORDANI, U.G. e KAWASHITA, K. - 1971 - Estudos geocronológicos pelo método Rb/Sr de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. *An. XXV Congr.Bras.Geol.*, 105 - 110, São Paulo.
- COUTINHO, J.M.V. - 1953 - Petrologia da região de São Roque, São Paulo. *Bol. F.F.C.L., USP, (Mineralogia 11)*: 1 - 86.
- COUTINHO, J.M.V. - 1971 - Petrologia do Pré-Cambriano em São Paulo e arredores. *Bol.Inst.Geoc., USP*, 3: 5 - 99.
- COUTINHO, J.M.V. - 1980 - Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo, 1:100.000. EMPLASA, Secr.Neg.Metrop., Governo do Estado de São Paulo.
- COUTINHO, J.M.V.; RODRIGUES, E.P.; SUEMITSU, A.; JULIANI, C.; PEDROSA, P.T.Y. - 1982 - Geologia e Petrologia da Sequência Vulcano-Sedimentar do Grupo São Roque na serra de Itaberaba, SP *An. XXXII Congr.Bras.Geol.*, 2: 624 - 640, Salvador.

- DAWES, P.R. - 1966 - Genesis of rapakivi. *Nature*, 209: 569 - 571.
- DIDIER, J & LAMEYRE, J. - 1969 - Les granites du Massif Central Français: étude comparée des leucogranites e granodiorites. *Contr.Mineral.Petrol.*, 24: 219 - 238.
- DIDIER, J. - 1973 - Granites and their enclaves. Elsevier, 293 pp.
- DIDIER, J.; DUTHOU, J.L. & LAMEYRE, J. - 1980 - Mantle and crustal granites: genetic classification of orogenic granites and the nature of their enclaves. In: R. Brousse and J. Lameyre (ed.), *Magmatology. J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 14: 125-132.
- EBERT, H. - 1968 - Ocorrências da fácies granulítica no sul de Minas e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre sua origem. *An.Acad.Bras.Cienc.*, Rio de Janeiro, 40 (supl): 215 - 229.
- EBERT, H. - 1984 - In *Memorian - Os Paraibides entre São João del Rei e Itapira e a bifurcação entre Paraibides e Araxaides* Soc.Bras.Geol. - Núcleo de São Paulo, nº 12: 72 - 103.
- EL BOUSEILY, A.M. & EL SOKKARY, A.A. 1975. The relation between Rb, Ba and Sr in granitic rocks. *Chem.Geol.*, 16:207-219.
- ELLERT, R. - 1964 - Geologia da Região de Mairiporã. Tese de Livre Docência - F.F.C.L. - USP, São Paulo, 123 pp.
- FIGUEIREDO, M.C.H.; BERGMANN, M.; PENALVA, F.; TASSINARI, C.C.G. 1982 - Ocorrência de pillow-lavas no Grupo São Roque, Estado de São Paulo, *Ciências da Terra*, 2: 6 - 8, SBG - Salvador.
- FIGUEIREDO, M.C.H.; DANTAS, A.S.L.; FRASCA, M.H.B.O.; RODRIGUES, E.P. e GIMENEZ FILHO, A. - 1988 - Contribuição à Petrografia e Litoquímica de Rochas Granito-Gnáissicas da Faixa Costeira da Região Sul-Sudeste do Estado de São Paulo. *An. Congr. Bras. Geol.* 3: 1080-1092, Belém.

- FIORI, A.P. - 1979 - Geologia da região de Pouso Alegre-Machado: Análise estrutural de dobramento superpostos. Inst.Geoc. USP, 200 p. (Doutoramento).
- FLORENCE, G. - 1907 - Notas geológicas sobre o Rio Tietê no trecho estudado pela turma em 1905. in: Comissão Geográfica e Geológica. Exploração do Rio Tietê. p. 9 - 15.
- FONSECA, M.J.G.; SILVA, Z.C.G. da; CAMPOS, D.de A.; TOSATTO, P. 1979 - Carta Geológica do Brasil ao milionésimo; folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23). Texto explicativo, Brasília. 240p. 11. mapa.
- FRANCO, R.R. - 1958 - Contribuição ao Conhecimento de Rochas Termometamórficas da série São Roque. Tese, F.F.C.L. - USP,
- GOMES, C.B.; RUBERTI, E. e WERNICK, E. - 1976 - Caracterização química de feldspatos de rochas graníticas. An.Acad.Bras.Ciê. 48: 445 - 452.
- HACKSPACHER, P.C.; WERNICK, E.; OLIVEIRA, M.A.F. de; GODOY, A.M.; VALERIANO, C.H. de; GALEMBECK, T.M.B.; ANGELI, N.; ZANARDO, A.; FULFARO, V.J.; JUNIOR, W.B.L.; ARTUR, A.C. - 1988 - Geologia das Quadrículas Cabreúva e Moreiras 1:25.000. Convênio IGCE-Rio Claro-Pró-Minério - 94 p.
- HARKER, A. 1909. The natural history of igneous rocks. London, Methuen. 384p.
- HARRIS, N.B.U. & MARRINER, G.F. - 1980 - Geochemistry and petrogenesis of a peralkaline granite complex from the Midian Mountains, Saudi Arabia. Lithos, 13: 325-357.
- HASUI, Y. - 1963 - Sobre os granitos turmaliníferos de Perus, São Paulo (SP), Bol.Soc.Bras.Geol. 12: 87 - 108.
- HASUI, Y. - 1973 - Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul. Tese de Livre Docência. IGUSP.

- HASUI, Y - 1975 - Evolução Polifásica do Precambriano a Oeste de São Paulo. Bol.IG-USP; v. 6: 95 - 108 - São Paulo.
- HASUI, Y.; PENALVA, F. e HENNIES, W.T. - 1969 - Geologia do Grupo São Roque. An. XXIII Congr.Bras.Geol., 102 - 134.
- HASUI, Y. e HAMA, M. - 1972 - Geocronologia do Grupo São Roque pelo método do Potássio-Argônio. Rev.Bras.Geoc., 2 (1): 18 - 24.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. - 1975 - The Ribeira Folded Belt.Rev.Bras.Geoc., 5 (4): 257 - 266, SP.
- HASUI, Y. e SADOWSKI, G.R. - 1976 - Evolução Geológica do Precambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. Rev.Bras. Geoc., 6 (3): 180 - 200.
- HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.; GALVÃO, C.A.C. de F.; GIMENEZ, A.F.; ALMEIDA, M.A. de; MELO, M.S. e PIRES NETO, A.G. - 1977 - As grandes falhas do Leste Paulista Atas 1ª Simp.Geol.Reg., (SBG - Núcleo de São Paulo): 369 - 380.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de BRITO NEVES, B.B. - 1978a - As estruturas brasileiras. An. XXX Congr.Bras.Geol., 6: 2423 - 2437., Recife
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. del Ré e BISTRICHI, C.A. - 1978 - Os granitos e granitóides da Região de Dobramento Sudeste nos Estados de São Paulo e Paraná. An. do XXX Congr.Bras.Geol., 6: 2594 - 2604, Recife.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. - 1980 - Estruturas e tectônica do pré-cambriano de São Paulo e Paraná. An.Acad. Bras.Ciê., 52: 61 - 76, Rio de Janeiro.
- HENNIES, W.T.; HASUI, Y.; PENALVA, F. - 1967 - O falhamento transcorrente de Taxaquara. An. XXI Congr.Bras.Geol.: 159 - 168, Curitiba.

- HUTCHISON, W.W. - 1970 - Metamorphic framework and plutonic styles in the Prince Rupert region of the Central Coast Mountains, British Columbia. Can.Jour.Earth Sci., 376-405.
- IMEOKPARIA, E.G. 1981. Ba/Rb and Rb/Sr ratios as indicators of magmatic fractionation, postmagmatic alteration and mineralization of the Afu Younger granite complex, Northern Nigeria. Geochem. J. 15: 209-219.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT 1981 - Avaliação preliminar das potencialidades minerais das rochas granitóides do Estado de São Paulo (IPT, Relatório nº 15.982).
- ISHIHARA, S. - 1977 - The magnetite and ilmenite series granitic rocks - Mining Geology (Japan), 27: 293 - 305.
- ISHIHARA, S. - 1981 - The granitoid series and mineralization. Econ. Geol., 75 th An. vol., 458 - 484.
- IVANOVA, G.F. e BUTUZOVA, Ye. G. - 1968 - Distribution of tungsten tin and molybdenum in the granites of eastern Transbaykalia. Geochim.Int. 5: 572 - 583.
- JANASI, V. de A. - 1985 - Geologia e Petrologia do Maciço Monzodiorítico - Monzonítico de Piracaia. Dissertação de Mestrado, IG-USP, 281 pg.
- JANASI, V.de A. e ULBRICH, H.H.G.J. - 1985 - Avaliação das informações disponíveis para granitóides do Estado de São Paulo. Atas 5ª Simp.Reg.Geol., (Núcleo de São Paulo), 1: 133 - 146.
- JULIANI, C. e BELJAVSKIS, P. - 1983 - Geologia e evolução geológico-estrutural preliminar do Grupo São Roque- região da Serra de Itaberaba, SP. Atas 4ª Simp.Reg.Geol., (Núcleo de São Paulo): 113 - 126.

- JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P.; SCHORSCHER, H.D. - 1986 - Petrogênese do Vulcanismo e Aspectos metalogenéticos associados. Grupo Serra do Itaberaba na Região do São Roque - SP. An. XXXIV Congr. Bras. Geol. 2, Goiânia.
- 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. An. XXXIII Congr. Bras. Geol., 6: 2815-2825, Rio de Janeiro
- KNECHT, T. - 1940 - Os minérios não metálicos do Estado de São Paulo. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo; (27): 1 - 291.
- KNECHT, T. - 1949 - Ocorrência de Minerais Metálicos na Serra de São Francisco. Mineração e Metalurgia. Rio de Janeiro, 14 (80): 34 - 40
- KNECHT, T. - 1950 - Ocorrências de Minerais no Estado de São Paulo. IGG v. 1 p. 25 - 38.
- KRONER, A. - 1981 - Precambrian Plate Tectonics. In Kroner, A. (ed.), Precambrian Plate Tectonics, 57 - 30, Elsevier.
- LAMEYRE, J. - 1966 - Leucogranites et muscovitisation dans le Massif Central français. Tese Dout., Univ. Clermont, France 264 pp., inédito
- LAMEYRE, J. e BOWDEN, P. - 1982 - Plutonic rock types series: Discrimination of various granitoid series and related rocks, J. Vol. Geoth. Res., 14: 169 - 186.
- LA ROCHE, H.; LETERRIER, J.; GRAND CLAUDE, P.; MARCHAL, M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses - its relationships with current nomenclature. Chem. Geol., 29:183-210.

- MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M.W.; GONZALEZ, S.R.; SCHENINI, C.A.; PALMEIRA, R.C.B.; GATTO, C.M.P.P.; SANTOS NETO, A.; SOUZA JR., J.J.; PIRS, J.L.; TEIXEIRA, W.; MARTINS, V.M.F.; CASTRO, H.E.F e HERTER, A.M.R. - 1983 - Geologia; In: Brasil - DNPM - Projeto Radam - Brasil. Folhas SF-23 Rio de Janeiro e SF-24 Vitória Rio de Janeiro v. 32 (Levantamento de Recursos Naturais), 775p.
- MARINI, O.J.; TREIN, E.; FUCK, R.A. - 1967 - O Grupo Açugui no Estado do Paraná. Bol.Paran.Geoc., Curitiba (23/25): 43 - 103.
- MARMO, V. - 1971 - Granite petrology and the granite problem. Developments in Petrology 2. Elsevier Publ. Co., 244 p. il., Amsterdam.
- MELCHER, G.C.; GOMES, C.B.; CORDANI, U.G.; BETTENCOURT, J.S.; DAMASCENO, E.O.; GERARDI, V.A.V. e MELFI, J.A. - 1973 - Geologia e Petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do vale do Ribeira de Iguape, SP e PR. Rev.Bras.Geoc., 11 (2): 97 - 123.
- MELLO, I.S. de; SILVA, J.R.B. da; BOIN, M.N.; SARAGIOTTO, J.A.R.; SILVA, R.B. da - 1981 - Geologia dos granitóides de Itaoca (SP). Atas 3º Simp.Reg.Geol., Curitiba, 1: 82 - 93.
- MELLO, I.S. de C. e SILVA, r.b. de - 1984 - Mineralizações associadas aos Granitóides Itaoca (SP). An. XXXIII Congr.Bras. Geol., 6: 3001 - 3011, Rio de Janeiro.
- MORAIS REGO, L.F. e SANTOS, T.D. de S. - 1938 - Contribuição para o estudo dos granitos da Serra da Cantareira. Bol.Inst.Pesq Tec. de São Paulo, 18, 162 pp
- NOCKOLDS, S.R. and ALLEN, R. - 1953 - The geochemistry of some igneous rock series 1. Geochim. Cosmochim. Acta 4, 105 - 42.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J.Petrol., 25:956-983.

- PENALVA, F. e HASUI, Y. - 1970 - A intrusão granítica dos morros Grande e do Tico-Tico, Município de Caeiras, (SP). An.Acad. Bras.Ciê., 42 (4): 725 - 730.
- PITCHER, W.S. - 1978 - The anatomy of a batholith. J.Geol.Soc. London, 133: 157 - 182.
- PITCHER, W.S. - 1982 - Granite type and tectonic environment. In (Hsu, K.J. ed.) Mountain Building Processes, 19 - 40. Acad.Pr.
- PITCHER, W.S. - 1987 - Granites and yet more granites forty years on Geolog. Rundsch, 76(1): 51-79.
- POLDERVAART, A. - 1950 - Statistical studies of zircon as a criterion in granitization. Nature, 165: 574 - 575.
- PUPIN, J.P. - 1976 - Signification des caractères morphologiques du Zircon commun des roches en pétrologie. Base de la méthode typologique. Application. These Doct.Etat. Univ.Nice, França, 394 pp.
- PUPIN, J.P. - 1980 - Zircon and granite petrology. Contrib. Mineral. Petrol. 73: 207 - 220.
- PUPIN, J.P. - 1982 - Magmatic zoning of Hercynian granitoids in France based on zircon typology. Colloq. "Geochemistry and Petrology of Granitoids". Clermont- Ferrand, 26 pp. (inérito)
- PUPIN, J.P. e TURCO, G. - 1972a - Une typologie originale du zircon accessoire. Bull.Soc.Fr.Mineral.Cristallogr. 95: 348 - 359.
- PUPIN, J.P. e TURCO, G. - 1972b - Le zircon accessoire en développement de la muscovite dans les granitoides et morphologie du zircon. C.R. Acad.Sci. Paris, 278 (D): 2719 - 2722.

- PUPIN, J.P. e BONIN, B.; TESSIER, M. e TURCO, G. - 1978 -
Rôle de l'eau sur les caractères morphologiques et la
cristallisation du zircon dans les granites. Bull.Soc.Géol.
Fr., 20 (5): 721 - 725.
- RAGUIN, E. - 1957 - Geologie du granite. Masson et Cie., Paris.
- READ, H.H. - 1957 - The granite controversy: Geological addresses
illustrating the evolution of a dispartant. Herst-ford. Thomas
Murby. 430 p.
- RIDEG, P. - 1974 - Geology and structure of a portion of the
Serra do Mar in Eastern São Paulo, Brazil. Binghamton. (Tese,
State Univ.Newd York).
- RODRIQUES, J.E. - 1976 - O falhamento transcorrente de Jacutinga.
São Paulo. (Instituto de Geociências - USP).
- SADOWSKI, G.R. - 1974 - Tectônica da Serra de Cubatão, SP. (Te-
se, Instituto de Geociências - USP).
- SALDANHA DA GAMA, R. e FRANCO, R.R. - 1946 - Nota preliminar so-
bre a ocorrência de Wolframita em Sorocaba. Mineração e Meta-
lurgia. v. X, nº 57.
- SANTORO, E. - 1984 - Geologia da Folha de Cabreúva (SP). Disser-
tação de Mestrado. IG-USP.
- SHINKAREV, N.F. e RUNDKVIST, N.D. - 1987 - The problem of the
formation of rapakivi granites. Inter. Geol. Rev.,
29: 127 - 133.
- STRECKEISEN, A.C. - 1975 - To each plutonic rock its proper name.
Earth.Sci.Rev., 12: 1 - 33.
- TASSINARI, C.C.G. - 1988 - As idades das Rochas e dos Eventos Me-
tamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua Evo-
lução Crustal. Tese de doutoramento. IG-USP, 236 p.

- TASSINARI, C.C.G.; KAWASHITA, K. e KIKUCHI, R.K.P. - 1985 - Estudo geocronológico nos metaconglomerados do Grupo São Roque no Estado de São Paulo. Atas 5^a Simp.Reg.Geol. (SBG - Núcleo de São Paulo), 1: 201 - 208, São Paulo.
- TAUSON, L.V. e KOZLOV, Y.D. - 1973 - Distribution functions and ratios of trace-elements concentrations as estimator of the ore - bearing potencial of granites. Proc. Intern. Geochemical Explorat. Symp. 1972, Inst Mining and Metallurgy, London, vol. 4: 37 - 44.
- TOMITA, T. e KARAKIDA, . - 1958 - Source identification of some granitic xenoliths in volcanic rocks. Mem.Fac.Sc. Kyushu Univ, ser. D. Geol., 8: 25 - 34.
- TSAROVSKII, I.D. - 1968 - Use of accessory zircon for correlation of precambrian in the Ukrainian Shield. Akc. Min. Izd. Porod. Moscou, pp. 272 - 280.
- TUTTLE, O.F. & BOWEN, N.L. 1958. Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - SiO_2 - H_2O . New York, Geol Soc. America. (Memorir, 74), 153p.
- ULBRICH, H.H.G.J. - 1984 - A petrografia, 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.700p.
- VANDOROS, P. e FRANCO, R.R. - 1966 - Determinação de idades de granitos da região de Mogi das Cruzes, (SP), pelo método potássio-argônio e rubídio-estrôncio. An.Acad.Bras.Ciê., 38 (2): 289 - 92.
- VLACH, S.R.F. - 1985 - Geologia, petrografia e geocronologia das regiões meridional e oriental do complexo de Morungaba, (SP). Dissertação de mestrado, Inst.Geoc. USP, 253 pp.
- WANG, L.; ZHU, W. e ZHANG, S. - 1981 - The evolution on two Petrogenesis-Mineralization series of granites in southern China. Geochimistry, 8(1).

- WANG, L.; ZHU, W.; ZHANG, S. e YANG, W. - 1983 - The evolution of two Petrogeno-mineralization Series and Sr isotopic data from granites in South China, *Mining Geology*, 33(5):295 - 303.
- WERNICK, E. - 1967 - A geologia da região de Amparo, leste do Estado de São Paulo. Tese de doutoramento F.F.C.L. de Rio Claro, SP. 2 vol., 216 pp.
- WERNICK, E. - 1972 - A geologia do maciço granítico de Morungaba, leste do Estado de São Paulo. *Esc.Eng. USP, Bol.* 16 110 pp., São Carlos.
- WERNICK, E. - 1975 - Os granitos da região da Grande São Paulo. 4^a Simp.Reg.Geol. (SBG - Núcleo de São Paulo). *Guia de Excursão*, 21 pp., il., mapas, São Paulo.
- WERNICK, E. - 1978 - Contribuição à estratigrafia do pré-cambriano do leste do Estado de São Paulo e áreas vizinhas. *Rev.Bras. Geoc.*, 8 (3): 206 - 216.
- WERNICK, E. - 1979a - O magmatismo granitóide das regiões de dobramento Nordeste e Sudeste do Brasil. *Rev. Bras.Geoc.* 9: 122 - 139.
- WERNICK, E. - 1979b - Aspectos petrológicos dos granitóides da província Ribeira, SP e PR. *Atas 2^a Simp.Reg.Geol.*, SBG Núcleo de São Paulo, 1: 101 - 115.
- WERNICK, E. - 1982a - Caracterização e evolução da suíte granitóide rosa no sul do Brasil. *Geociências (UNESP)*, 1: 93 - 111.
- WERNICK, E. - 1982b - Contribuição à caracterização das linhagens de granitóides brasileiros do sul do Brasil. *An. XXXII Congr. Bras.Geol.*, 2: 490 - 499, Salvador.
- WERNICK, E. - 1983a - Tipos de complexos granitóides brasileiros do sul do Brasil. *Geociências (UNESP)*, 2: 75 - 85.
- WERNICK, E. - 1983b - Enclaves e seu significado geológico. *Geociências (UNESP)*, 2: 87 - 96.

- WERNICK, E. - 1984a - Caracterização genética de alguns granitóides brasileiros do estado de São Paulo e Minas Gerais e implicações geotectônicas preliminares, An. XXXIII Congr.Bras.Geol. 6: 2902 - 2918, Rio de Janeiro.
- WERNICK, E. - 1984b - Granitos calco-alcalinos: características e tentativa de um modelo genético e evolutivo. An. XXXIII Congr. Bras.Geol., 6: 2738 - 2756, Rio de Janeiro.
- WERNICK, E. - 1985 - Zirconita, um mineral acessório de importância na prospecção de granitóides. Atas 5^a Simp.Reg.Geol. (SBG Núcleo de São Paulo), 2: 397 - 410, São Paulo.
- WERNICK, E. - 1986 - Granitoids of São Paulo State, Southeastern Brazil. Excursion 7 of the International Symposium on Granites and Associated Mineralizations (ISGAM), 35 pp. (no prelo), Salvador.
- WERNICK, E. e GOMES, C.B. - 1976 - Granitos e metamorfismo no Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. An. XXVII Congr.Bras. Geol., 5: 145 - 154. Porto Alegre (RS).
- WERNICK, E.; OLIVEIRA, M.A.F.; KAWASHITA; CORDANI, U.G. e DELHAL, J. - 1976 - Estudo Geocronológico pelo método Rb/Sr em rochas do Bloco Jundiaí e Regiões Adjacentes, Rev.Bras.Geoc.; 125 - 135, São Paulo.
- WERNICK, E. e PENALVA, F. - 1973 - Feições estruturais de migmatitos ao norte e sul da falha de Jacutinga, leste do Estado de São Paulo. Ciência e Cultura, 25 (supl) (6): 183.
- WERNICK, E. e PENALVA, F. - 1978 - Contribuição ao conhecimento das rochas granitóides do Sul do Brasil. Rev.Bras.Geoc. 8: 113 - 133.
- WERNICK, E.; HASUI, Y. e NEVES, B.B.B. - 1978- As regiões de dobramento nordeste e sudeste. An. XXX Congr.Bras.Geol., 6: 2433 - 2507, Recife.

- WERNICK, E.; ARTUR, A.C.; FIORI, A.P. - 1981a - Reavaliação de dados geocronológicos da região Nordeste do Estado de São Paulo e unidades equivalentes dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Atas 3º Simp.Reg.Geol., (SBG - Núcleo de São Paulo), 1: 328 - 342.
- WERNICK, E.; FIORI, A.P.; BETTENCOURT, J.S. e CHOUDHURI, A. - 1981b - A tectônica rígida no fim do Ciclo Brasileiro e sua implicação na estruturação da borda Sul e Sudoeste do Craton do São Francisco: Tentativa de um modelo preliminar An. sobre o craton do São Francisco e suas faixas marginais, (SBG - Núcleo da Bahia): 164 - 168.
- WERNICK, E. e ARTUR, A.C. - 1983a - Regenerações sucessivas de terrenos Arqueanos no Leste do Estado de São Paulo e Sul de Minas Gerais. Atas. 4º Simp.Reg.Geol., (SBG - Núcleo de São Paulo): 17 - 31.
- WERNICK, E. e ARTUR, A.C. - 1983b - Evolução policíclica de terrenos Arqueanos no Leste do Estado de São Paulo e Sul de Minas Gerais. An. II Simp.Geol. de Minas Gerais, (SBG - Núcleo de São Paulo): 17 - 31.
- WERNICK, E.; HORMANN, P.K.; ARTUR, A.C.; EULERT, H.F. - 1984 - Aspectos petrológicos do complexo granítico Socorro (SP/MG): dados analíticos e discussão preliminar. Rev.Bras.Geoc., 14 (1): 23 - 29.
- WERNICK, E.; WEBER-DIEFENBACH, K. e SOAVE, L.C. - 1985a - Dados químicos e tipologia do zircão em granitos (Três Lagos e Guacuri) e tonalitos (Parelheiros) dos arredores de São Paulo uma interpretação preliminar. Atas 5º Simp.Reg.Geol. (SBG Núcleo de São Paulo), 1: 25 - 48, São Paulo.
- WERNICK, E.; WEBER-DIEFENBACH, K.; CORREIA, P.R. e CERQUEIRA, L.C. da - 1985b - Os granitos Mairiporã, Cantareira e Perus arredores de São Paulo: dados químicos, tipologia do zircão e uma interpretação preliminar. Atas 5º Simp.Reg.Geol. (SBG Núcleo de São Paulo), 1: 3 - 18, São Paulo.

- WERNICK, W. e ARTUR, A.C. - 1986 - Interpretação geotectônica de alguns aspectos do embasamento cristalino do Estado de São Paulo e áreas adjacentes do Estado de Minas Gerais. An. XXXIV Congr.Bras.Geol., 11 páginas (no prelo), Goiânia.
- WERNICK, E. e GALEMBECK, T.M.B. - 1985 - Contribuição à caracterização de granitóides do Estado de São Paulo através do mineral acessório zirconita. Atas 5º Simp.Reg.Geol. (SBG - Núcleo de São Paulo), 1: 113 - 132.
- WERNICK, E. e GALEMBECK, T.M.B. - 1986 - Caracterização do Plutonismo Granitóides do Ciclo Brasileiro no Estado de São Paulo através do método da tipologia do zircão. An. XXXIV Congr. Bras.Geol., 14 páginas, Goiânia.
- WERNICK, E. e GALEMBECK, T.M.B. - 1987 - Evolução Geotectônica durante o Proterozóico Superior no Estado de São Paulo: Uma contribuição através da análise do Magmatismo Granitóide. Atas do 6º Simp.Reg.Geol. SBG/SP - Rio Claro
- WHITE, A.J.R. - 1979 - Sources of granitic magmas. Abstr.Geol. Soc.Am.An.Gen. Meeting, pp. 539.
- WHITE, A.J.R. e CHAPPELL, B.W. - 1977 - Ultra metamorphism and granitoid genesis. Tectonophysics, 43: 07 - 22.
- WHITE, A.J.R. e CHAPPELL, B.W. - 1982 - Granitoid types and their distribution in the Lachlan fold belt, southeast Australia. Colloq. "Geochemistry and Petrology of Granitoids". Clermont Ferrand, 20 pp.
- WINKLER, H.G.F. - 1977 - Petrogênese das rochas metamórficas, tradução Carlos Burger Jr. Porto Alegre. Ed. Blucher/Co-edições UFRS.
- WRIGHT, J.B. - 1969 - A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. Geol.Mag., 106:370-384.