UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005947

" MAPA GEOLÓGICO NA ESCALA 1:50.000 E ESBOÇO
DA EVOLUÇÃO TECTÔNICA E SEDIMENTAR DO GRUPO
ITAIACOCA, NAS FOLHAS BARRA DO CHAPÉU E OURO
VERDE - SP/PR "

Agenor Pereira Souza

Orientador: Prof. Dr. Georg Robert Sadowski

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	Dr. M.E.da Silva	
Examinadores:	Dr. P.C.Souares	
	Dr. M.A.S.Basei	

São Paulo
1990

Dedico a vocês Celia Regina e Flora,
aos meus pais Elías e Ida e à me-
mória de meu irmão Pêrsio.

Comemoro o término deste trabalho
relembrando o espírito de luta e
coragem da atleta tcheca na maratona
das Olimpíadas de Los Angeles, em 1984...

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível graças à colaboração de diversas pessoas a quem quero expressar meu sincero reconhecimento.

Ao prof. Dr. George Robert Sadowski pela orientação e apoio científico e pela coragem e paciência de me acompanhar até o final dessa jornada.

À querida pesquisadora Celia Regina de Gouveia Souza pelas proveitosas sugestões e discussões apresentadas para a confecção deste trabalho, pelo incentivo diário, e pela participação integral nas atividades de campo e gabinete.

À prof. Magda Bergmann pelas valiosas sugestões e críticas ao texto e pelo estímulo incansável e amizade nesses anos.

Ao prof. Mario da Costa Campos Neto pela grande prestatividade e pelas tão valiosas discussões e sugestões apresentados aos trabalhos.

Aos profs. Rômulo Machado, Marcos Egydio Silva, Benjamin Bley de B. Neves, Joel B. Sígolo, Antonio Romalino S. Fragoso César, Coriolano de Marins e D. Neto, Ivo Karmann e Thomas R. Fairchild pela participação em trabalhos de campo relativos à disciplina de Aerofotogeologia.

Aos colegas Silvia Regina, Gergely, Silvio Roberto, José Maria, Rubens, Gustavo e Francisco pela ajuda nas descrições petrológicas.

Aos colegas do Cepegeo, e em especial ao colega Colombo Celso G. Tassinari, que contribuíram na obtenção e interpretação dos dados geocronológicos.

Aos alunos do IGc pelos trabalhos de campo desenvolvidos na disciplina Aerofotogeologia nos anos de 1986 a 1990.

Aos amigos e a todos os seus familiares José Pedro Werneck de Andrade, José Reinaldo, João (pai da Cândida), Marcelino, Roberto, Marquinhos, Luiz Pinto, Dirceu, Uriel, Riva, Odicélio, Tomás, Ailton, William, Angelo, Pedro, Lourenço Santos, Manoel Takashi e outras tantas pessoas que me receberam e apoiaram no desenvolvimento dos trabalhos de campo, na região de Bom Sucesso (Itararé-SP).

Aos meus familiares Elias, Eugenio, Octacílio e Noel pelo acompanhamento nas viagens de campo.

Ao pessoal da gráfica e do xerox pelo auxílio na encadernação e reprodução dos volumes dessa pesquisa.

Ao pessoal da laminação pelo apoio na confecção de seções delgadas.

Aos colegas da biblioteca e em especial a Elizabeth, Maristella, Maria Aparecida e Fátima pelos trabalhos de normalização bibliográfica.

Ao Sr. e Sra. Edson Gonçalves pela confecção dos documentos fotográficos contidos neste texto.

Aos colegas Rodrigo e Itacy da seção de desenho pela elaboração de várias ilustrações deste trabalho.

Aos colegas do setor de transportes pelo companheirismo prestado nos momentos difíceis das viagens de campo.

À Sra Nanci Rodrigues Bortoletto e Benedicta Stella Costa Jacinto, pela atenção e dedicação (e até preocupação) dispensadas durante a composição do texto.

Aos demais colegas do IGc que direta ou indiretamente contribuíram para os resultados do presente trabalho.

À Fapesp que custeou a parte inicial dessa pesquisa, através do processo nº 801933-5.

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

AGRADECIMENTOS

pg.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

I.1. Generalidades.	01
I.2. Objetivos.	02
I.3. Localização da Área.	03
I.4. Aspectos Fisiográficos	05
I.4.1. Clima e Uso do Solo.	05
I.4.2. Geomorfologia.	06

CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS

II.1. Generalidades, Apoio Bibliográfico e Fotogeologia Regional	12
II.2. Fotogeologia Preliminar e Perfis Geo- lógicos Regionais	16
II.3. Geologia de Campo e Integração de Dados	17

CAPÍTULO III - ESTÁGIO ATUAL DE CONHECIMENTOS SOBRE
O GRUPO ITAIACOCA

III.1. Breve Histórico e Designação Estra- tigráfica.	20
III.2. Distribuição Litológica.	24
III.3. Situação Geotectônica e Contexto Geo- lógico Regional.	27
III.3.1. Complexo Granitóide Cunhaporanga	32

	pg.
III.3.2. Complexo Granitóide Três Córregos.	35
III.3.3. Formação Água Clara	37
III.3.4. Formação Capiçu.	39
III.3.5. Subgrupo Lajeado	40
III.3.6. Formação Votuverava.	41
III.3.7. Formação Iporanga.	41
III.3.8. Sequência Ribeirão das Pedras.	42
III.3.9. Formação Setuva.	43
III.3.10. Evolução Geológica do Setor Sul do Cinturão Ribeira	44

CAPÍTULO IV - LITOESTRATIGRAFIA E AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO

IV.1. Considerações Anteriores.	52
IV.2. A Litoestratigrafia na Área	55
IV.2.1. Unidade A - Metapsamítica-Arcoseana	57
IV.2.2. Unidade B - Metapelítica-Carbonática.	60
IV.2.3. Unidade C - Corpo Metabásico do Bair- ro das Almas.	61
IV.2.4. Unidade D - Metapelítica-Carbonática.	62
IV.2.5. Unidade E - Quartzítica	67
IV.2.6. Unidade F - Metapelítica-Arenosa.	70
IV.2.7. Unidade G - Metacarbonática	70
IV.2.8. Unidade H - Metapelítica-Arenosa.	80
IV.2.9. Unidade I - Quartzítica	82
IV.2.10. Unidade J - Metacarbonática-Arenosa.	85
IV.2.11. Unidade K - Quartzítica.	86
IV.2.12. Unidade L - Metapsamítica-Feldspática.	88
IV.2.13. Unidade M - Metapelítica-Carbonática	89
IV.2.14. Unidade N - Metacarbonática-Argilosa	92

	pg.
IV.2.15. Unidade O - Metapsamítica-Feldspática	94
IV.2.16. Unidade P - Metapelítica-Carbonática	97
IV.3. Correlações Litoestratigráficas e Ambien tes de Sedimentação	99

CAPÍTULO V - ESTRUTURAS TECTÔNICAS

V.1. Considerações Anteriores	105
V.2. Organização Megaestrutural	107
V.3. As Meso e Microestruturas.	109
V.3.1. 1ª Fase de Dobramentos	109
V.3.2. 2ª Fase de Dobramentos	113
V.3.2.1. Foliação S_2	113
V.3.2.2. Lineações L_2 e E_2	116
V.3.2.3. Dobras D_2	118
V.3.3. 3ª Fase de Dobramentos	122
V.3.3.1. Foliação S_3	122
V.3.3.2. Lineações L_3 e E_3	125
V.3.3.3. Dobras D_3	125
V.3.4. 4ª Fase de Dobramentos	128
V.3.5. Análise Geométrica das Mesoestruturas.	130
V.3.5.1. Domínio I - Anticlinal Ribeirão Macaco	133
V.3.5.2. Domínio II - Sinclinal e Gramadinho.	135
V.3.5.3. Domínio III - Sinclinal Bairro dos Cam pos.	137
V.3.5.4. Domínio IV - Flanco SE do Anticlinal do Bairro das Almas.	138
V.3.5.5. Domínio V - Zona de Charneira do Anti clinal Bairro das Almas.	142
V.3.5.6. Domínio VI - Palmeirinha de Cima	145
V.3.6. Zonas de Cisalhamentos	146
V.3.7. Conclusões	150

CAPÍTULO VI - METAMORFISMO, MAGMATISMO, IDADES E RECURSOS MINERAIS

	pg.
VI.1. Metamorfismo do Grupo Itaiacoca e da Área Mapeada.	153
VI.2. Magmatismo do Grupo Itaiacoca e da Área Mapeada.	158
VI.3. Idades da Faixa Apiaí e da Área Ma - peada	161
VI.4. Recursos Minerais do Grupo Itaiacoca e da Área Mapeada	166

CAPÍTULO VII - EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DO GRUPO ITAIA COCA

VII.1. Evolução Paleogeográfica	168
VII.2. Evolução Tectônica	176
VII.3. Considerações Gerais	179

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS: 1. Mapa Morfológico

2. Legenda do Mapa Morfológico

3. Mapa de Pontos

4. Mapa Geológico

5. Seções geológicas AB,CD,EF,GH e IJ.

ÍNDICE DAS FIGURAS

	pg.
FIGURA 1 - Localização Geográfica e Principais A- cessos da Área	04
FIGURA 2 - Divisão Municipal da Área	04
FIGURA 3 - Contexto Geomorfológico Regional	07
FIGURA 4 - Compartimentação Fotogeológica na esca- la 1:500.000	14
FIGURA 5 - Compartimentação Fotogeológica na esca- la 1:250.000	15
FIGURA 6 - Esboço Tectônico do Setor Sul do Cintu- rão Ribeira.	30
FIGURA 7 - Domínios Litoestratigráficos da Faixa Apiaí.	33
FIGURA 8 - Distribuição das Unidades Litoestrati- gráficas e Pontos com Descrição de Se- ções Delgadas.	56
FIGURA 9 - Colunas Litoestratigráficas das Unida- des A(a) e B,C,D, (b).	61
FIGURA 10 - Seção Geológica da Unidade C (parte)	63
FIGURA 11 - Diagrama de Classificação Química dos Metacarbonatos das Unidades G e J.	72
FIGURA 12 - Estruturas Diagenéticas em Metadolomi- tos da Unidade G: a) 'fabric fenestrae' e b) 'stromatactis'.	73
FIGURA 13 - Tipos Carbonáticos da Unidade G: a) in- traclásticos e b,c) estromatolíticos	75
FIGURA 14 - Colunas litoestratigráficas da unidade G: seção geológica AB(a) e CD(b)	79

FIGURA 15 - Colunas litoestratigráficas das unidades H na seção geológica AB(a) e H e K na seção CD (b).	81
FIGURA 16 - Colunas litoestratigráficas das unidades H,I,F (a) e H,I,F, J (b).	84
FIGURA 17 - Estruturas Sedimentares da Unidade J: a) Metassiltitos com laminações paralelas horizontais, cruzadas tabulares e fragmentos quartzíticos inclusos, b) acamamento convoluto em metadolomitos quatzosos	87
FIGURA 18 - Colunas litoestratigráficas das unidades a) L,M,N e b) O,P	95
FIGURA 19 - Correlações Litoestratigráficas da Área.	99
FIGURA 20 - Compartimentação Megaestrutural da Área.	108
FIGURA 21 - Metargilitos exibindo lineações L_1 (estruturas em lápis), foliações S_1 e S_2 e acamamento S_0 (unidade D)	112
FIGURA 22 - Foliações e Lineações: a) metassiltitos laminados do ponto 26 (unidade D) b) S_0 , S_1 , S_2 , S_3 e S_4 em metassiltitos (ponto 93) c) talco foliado do Bairro das Almas (ponto 99) d) filitos sericíticos do ponto 143 (unidade D).	114
FIGURA 23 - Superposição de lineações L_3 e L_2 em filitos sericíticos da unidade D (ponto 143).	117
FIGURA 24 - Perfis de dobras de 2ª geração: a) microdobra em "M" com clivagem de crenulação (S_2) plano-axial em filitos (ponto 51) b) dobra similar fechada em filitos (ponto 143) c) dobra aberta e levemente assimétrica (ponto 143) d) dobra simétrica fechada com leque divergente de foliação S_2 .	119

FIGURA 25 - Perfis de dobras de 2ª geração:

- a) dobra simétrica fechada sem foliação plano-axial em metadolomitos falcificados (ponto 99)
- b) dobra fechada com camadas de perfil similar em metapelitos grafitosos (ponto 212)
- c) dobra simétrica cerrada com marcante espessamento apical (ponto 140)
- d) metassiltito grafitoso mostrando dobra aberta com discreto espessamento apical e foliação S_2 plano-axial (ponto 160). 120

FIGURA 26 - Padrões de interferência:

- a) Padrão do tipo 2(cogumelo) resultante da superposição de dobras D_2 sobre D_1 , em metassiltitos (ponto 153)
- b) metassiltitos exibindo figura de redobramento coaxial (tipo 3) entre D_2 e D_3 (ponto 204) 121

FIGURA 27 - Foliações e lineações:

- a) Filitos sericiticos mostrando 4 superfícies tectônicas (ponto 143)
- b) S_3 plano axial contendo eixo E_3 em dobramento chevron (ponto 112)
- c) Clivagem de crenulação zonal (S_3) e lineações L_3 e E_3 em filitos (ponto 378)
- d) Clivagem espaçadas (S_3 e S_4) em metadolomito bandado (ponto 84) 124

FIGURA 28 - Foliações e Lineações:

- a) Filitos mostrando dobra D_3 plano-axial S_3 e eixos E_3 (ponto 114)
- b) Eixos E_3 em clorita-filitos (ponto 247)
- c) Foliação S_2 dobradas ao redor de eixos de crenulação E_3 (ponto 203). 126

FIGURA 29 - Perfis de dobras de 3ª geração:

- a) Dobra D_3 em metassiltitos com estílo cuspide no intrado e charneira arredondada no extrado (ponto 212)
 - b) Dobra aberta assimétrica e com crenulações plano-axiais em filitos (ponto 97)
 - c) Filitos sericiticos exibindo microdobra aberta, simétrica, em foliação plano-axial (ponto 113)
 - d) Microdobras do tipo chevron em clorita-filitos (ponto 247)
 - e) Microdobras paralelas concêntricas em metadolomitos talcificados (ponto 99)
 - f) Microdobras paralelas concêntricas em clorita-mármoreos (ponto 113). 127
- FIGURA 30 - Dobra suave de 4ª geração (ponto 164) 131
- FIGURA 31 - Padrão de redobramento complexo envolvendo dobras D_2 , D_3 e D_4 (ponto 140 unidade D). 131
- FIGURA 32 - Domínios Estruturas da Área 132
- FIGURA 33 - Estereogramas do Domínio I (a,b,c). 134
- FIGURA 34 - Estereogramas dos Domínios II(a), III(b) e de mesodobra D_3 (c) 136
- FIGURA 35 - Estereograma de mesodobras D_2 139
- FIGURA 36 - Estereogramas do Domínio IV (a,b) 141
- FIGURA 37 - Mesodobra redobrada e respectivos estereogramas (a,b,c) 143
- FIGURA 38 - Estereogramas dos Domínios V(a,b) e VI(c) 144
- FIGURA 39 - Estereograma contendo a distribuição polar da foliação cataclástica (S_c) da Falha de Itapirapuã 148
- FIGURA 40 - Superfícies de cisalhamentos:
- a,b) Paralelas ao plano-axial de dobras D_2
 - c) Geradas durante a fase F_3 151

- FIGURA 41 - Diagramas Isocrônicos em Rocha Total
(a,b) e de evolução isotópica do Sr
no tempo geológico (c). 167
- FIGURA 42 - Coluna Litoestratigráfica do Grupo
Itaiacoca na área de estudo, com a
respectiva curva de variações relativa
do nível do mar (T = transgressão;
R = regressão; E = estabilização) e
estágios evolutivos associados (1ª a
4ª) 169
- FIGURA 43 - Evolução Paleogeográfica da Bacia
Itaiacoca na área mapeada 171

ÍNDICE DAS TABELAS

	pg.
TABELA 1 - Elementos Básicos de Fotogeologia.	17
TABELA 2 - Critérios Morfológicos	19
TABELA 3 - Síntese Estratigráfica do Grupo Itaiacoca. . . .	23
TABELA 4 - Mapas Geológicos	25
TABELA 5 - Plutons Graníticos da faixa Itaiacoca - Itapeva	28
TABELA 6 - Quadro Litoestratigráfico do Grupo Itaiacoca.	54
TABELA 7 - Ataque Químico em Metacarbonatos	66
TABELA 8 - Fases Deformacionais e Metamórficas do Grupo Itaiacoca.	106
TABELA 9 - Corpos Ígneos e Metamórficos da Área Ma- peada	162
TABELA 10- Recursos Minerais do Grupo Itaiacoca	169

ÍNDICE DE FOTOMICROGRAFIAS

pág.

FOTOMICROGRAFIA 1 - Aspecto dos meta-wackes no ponto 15 com grãos de microclínio e quartzo monocristalino em contatos decussados. Alguns grãos de quartzo apresentam tendência ao arredondamento, quando em contato com a matriz sericítica.	58
FOTOMICROGRAFIA 2 - OOIDES com estrutura interna <u>con</u> cêntrica agregados por cimento fibroso (centro) e esparítico	77
FOTOMICROGRAFIA 3 - Aspectos de grãos de quartzo monocristalinos angulosos e arredondados e <u>variação</u> na composição da matriz em meta-wackes do ponto 312.	90
FOTOMICROGRAFIA 4 - Aspecto de arredondamento <u>preservado</u> em grãos de quartzo monocristalino com contornos decussados (ponto 540).	96
FOTOMICROGRAFIA 5 - Clivagem ardosiana S_1 transpondo S_0 (alternância de níveis micáceos e quartzo-micáceos)	111
FOTOMICROGRAFIA 6 - Relação entre S_0 , S_1 (subparalela e dobrada) e S_2 (clivagem de crenulação espaçada) com concentração de filmes de opacos	111

- FOTOMICROGRAFIA 7 - Arcos poligonais em muscovita de meta-wackes (ponto 7) exibindo foliação plano-axial S_2 (muscovita em posição de extinção). 115
- FOTOMICROGRAFIA 8 - Arcos poligonais em tremolita-actinolita dos metabasitos da unidade C. Na parte inferior, anfíbios orientados em posição plano-axial (foliação S_2). 117
- FOTOMICROGRAFIA 9 - Relações entre S_0 e clivagens em metapelitos do ponto 93 (Unidade D): $S_1//S_0$; S_2 clivagem de crenulação espaçada ortogonal a S_1/S_0 ; S_3 clivagem grosseira espaçada ortogonal a S_2 123
- FOTOMICROGRAFIA 10 - Clivagem S_2 com diferenciação afetada por Kink da fase F_3 que por sua vez está afetado por Kink posterior (F_4) (ponto 143-C). . . 129

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

	pág.
FOTOGRAFIA 1 - Aspecto de laminação descontínua (algal) em metadolomito da Unidade G.	75
FOTOGRAFIA 2 - Estruturas sedimentares do tipo wavy, linsen e microlaminações cruzadas em metarritmos pelítico-arenosos da Unidade H.	83
FOTOGRAFIA 3 - Banco de metadolomitos estromatolíticos com formas colunares, algumas interligadas (ponto 467).	93
FOTOGRAFIA 4 - Mesodobras isoclinais D_1 intrafoliais em metadolomitos impuros da Unidade J.	112
FOTOGRAFIA 5 - Padrão de interferência do tipo 3 entre dobra intrafolial D_1 e dobra aberta D_2 , em metadolomitos da Unidade J.	115
FOTOGRAFIA 6 - Padrão de interferência do tipo 1 entre dobras abertas D_3 e D_4 (pontos 434)	129
FOTOGRAFIA 7 - Protomilonitos em rocha granítica da Falha de Itapirapuã (ponto 89) exibindo textura porfiroclástica em feldspatos alcalinos	148

FOTOGRAFIA 8 - Biotita Granodiorito foliado do maciço Córrego Butiã.	160
FOTOGRAFIA 9 - Biotita granito porfiróide isô- tropo do maciço Bairro do Ita - pirapuã	160

RESUMO

Este trabalho propõe a compartimentação litoestratigráfica do Grupo Itaiacoca, nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde, a SW do Estado de São Paulo e NE do Estado do Paraná.

O Grupo Itaiacoca, uma sequência sedimentar de idade do Proterozóico inferior a médio, apresenta grau metamórfico de fácies xistos verdes.

Através de mapeamento geológico em escala 1:50.000 da realização de perfis litoestratigráfico-estruturais de detalhe e da observação de estruturas geopetâlicas, foram reconhecidas e ordenadas quatro unidades litoestratigráficas maiores. Sua correlação lateral é entendida, dentro de evolução paleogeográfica da Bacia Itaiacoca, através de grandes eventos de variação relativa do nível do mar.

. Formação Bairro de Estiva, basal ao Grupo Itaiacoca na área mapeada - sequência metarrudítica-psamítica continental, provavelmente de leques aluviais e/ou fanglomerados depositados em calhas profundas de um "rift" continental ("grabens"/"horsts");

. Formação Água Nova - sequência metapelítica-carbonática transgressiva de plataforma continental interna a externa;

. Formação Serra do Macaco - sequência quartzítica regressiva de linha de costa, com termos pelíticos - arenosos e transgressivos no topo;

. Formação Bairro dos Campos - sequência metadolomítica de plataforma carbonática com termos impuros arenosos costeiros (setor SE) e pelíticos de águas mais profundas (setor NW).

A hierarquização das estruturas planares e lineares possibilitou o reconhecimento de quatro fases de dobramentos superimpostos sendo duas sin-xistosas (F_1 e F_2 gerando as foliações S_1 e S_2 , geralmente paralelas a S_0); uma tardi-xistosa (F_3) e uma pós-xistosa (F_4).

A estruturação da área ocorre através de amplas dobras holomórficas e cilíndricas de 3ª geração de flancos normais a ligeiramente assimétricos, que plungeiam para NE e SW. Localmente ocorrem dobras D_2 (coaxiais a D_3) de flanco inverso e predomínio de foliação planoaxial mergulhando para SE. Dobramentos suaves D_4 afetam transversalmente as estruturas anteriores produzindo figuras de interferência do tipo "caixa de ovos". Falhamentos dúcteis e rúpteis com direções NE-SW, E-W e NW-SE completam o arcabouço estrutural da área.

Intrusões graníticas do Proterozóico superior, de natureza pré e tardi a pós-colisional são comuns nos metasedimentos e também em rochas do Complexo Granitóide Três

Córregos e Cunhaporanga.

O conjunto de evidências enumeradas, sugere para o Grupo Itaiacoca uma evolução de caráter policíclico, entre o Proterozóico médio e Cambriano inferior.

Os esforços compressivos da 3ª e 4ª fase de dobramentos podem ser relacionados a um episódio de colisão continental, entre o Proterozóico superior e o Cambriano inferior. Isto remete as primeira e a segunda fase de deformação a eventos anteriores à colisão, talvez ocorridos em margem continental do tipo Cordilheirano no Proterozóico médio.

ABSTRACT

Geological mapping on a scale of 1:50,000, plus lithostratigraphic and structural analysis, has led to the formal stratigraphic subdivision of the metasedimentary rocks of the Itaiacoca Group, southwestern State of São Paulo and northeastern State of Paraná, Brazil.

The Itaiacoca Group consists of a lower to middle Proterozoic sedimentary sequence exhibiting greenschist facies metamorphism.

Four main lithostratigraphic units are proposed and they are understood to represent different stages in the paleogeographic evolution of the Itaiacoca basin. They are, from the base upwards:

. Bairro da Estiva Fm. - A psammitic to rudaceous continental sequence related to alluvial fans and/or conglomerates deposited in deep grabens associated with continental rifting.

. Água Nova Fm. - A pelitic to carbonatic sequence becoming more psammitic (siliciclastic), interpreted as representing progressive internal to external shelf sedimentation during a rise in sea level.

. Serra do Macaco Fm. - A predominantly quartzitic sequence deposited under regressive shoreline conditions

with an increase up wards in pelitic sediments possibly due to a new rise in relative sea level.

. Bairro dos Campos Fm. - A dolomitic carbonate shelf sequence, with shoreline dolostones in the SE sector and deeper shelf dolomudstones in the NW sector.

Four-phases of folding have been identified: the first and second were linked to metamorphic phenomena; the third occurred during late-metamorphism; and last was pos-metamorphic. The main structural framework of the area reflects the holomorphic folding of the third phase. These folds are cylindrical with normal to asymmetric limbs, and NE- to SW- plunging axes. Second-phase folds are locally coaxial with third-phase folds. They have inverted limbs and plan-axial foliation with SE dips.

Four-phase folds are open and transverse to earlier structures which results in type 1 interference patterns. Fault zones exhibit ductile and ruptile behaviors and NE-SW, E-W, and NW-SE strike directions.

Pre and late-to post-collisional granitic bodies, late Proterozoic in age, are intrusive into metasedimentary rocks and Três Córregos, Cunhaporanga Granitic Complex. Also the third and fourth folding phases are related to continental collision events, at the late Proterozoic to the early Cambrian age. Earlier first and second phases are more property related to previous tectonic events, like cordillera subduccion during the Middle Proterozoic.

1. INTRODUÇÃO

1.1. GENERALIDADES

A área da pesquisa representa uma seção transversal ao Grupo Itaiacoca (IPT, 1985a). Este grupo situa-se no setor NW da Faixa de Dobramentos Apiaí (Hasui & Oliveira, 1984), a qual, por sua vez, compõe a parte supracrustal do segmento sul do Cinturão Ribeira (Cordani & Bley, 1982).

O Grupo Itaiacoca é predominantemente constituído por metassedimentos de origem clasto-química e vulcano-sedimentar. Possui cerca de 180km de extensão aflorante e 15km de largura média, dispondo-se segundo um "trend" regional de direção N50-60E. Está embutido entre o Complexo Granitóide Cunha poranga (a oeste), através de contato intrusivo, e o Complexo Granitóide Três Córregos (a leste), através da Falha de Itapirapuã (CPRM, 1977a). As extremidades NE e SW desse grupo acham-se encobertas pelos sedimentos da Bacia do Paraná.

Regionalmente, o metamorfismo principal é do fácies xistos verde e a orientação geral das clivagens, xistosidades e dos contatos litológicos é NE-SW. Exceção a isto, ocorre na região de Palmeirinha de Cima (PR), setor NW da área de estudo, onde as estruturas têm direção NNW-SSE.

Apesar dos vários eventos deformacionais e metamórficos que afetaram o Grupo Itaiacoca, são encontradas estruturas reliquias muito bem preservadas, sejam de natureza

sedimentar ou Ígnea, as quais fornecem registros importantes sobre sua história geológica.

Embora o Grupo Itaiacoca disponha de um imenso acervo de informações geológicas que remontam do início do século, existem ainda muitas dúvidas sobre a idade de sedimentação, as relações com o Grupo Açungui, a compartimentação litoestratigráfica, a paleogeografia e a evolução tectônica do mesmo.

1.2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal a apresentação de um mapa geológico, na escala 1:50.000, de uma seção transversal ao Grupo Itaiacoca, visando sua evolução tectônica e sedimentar. Para tanto, foi necessária a caracterização estrutural e litoestratigráfica dessa seção, através da abordagem dos seguintes temas:

- . análise estrutural - descrição e análise de estruturas tectônicas planares e lineares, objetivando hierarquizar as fases deformacionais dúcteis e/ou rúpteis;

- metamorfismo - considerações sobre os tipos e suas relações com os episódios deformacionais;

- . magmatismo - descrição de corpos ígneos plutônicos e vulcânicos e caracterização de eventos tectono-magmáticos;

. geocronologia - datações de rochas ígneas e me
tamórficas e interpretação geocronológica;

- recursos minerais - descrição e caracterização
geológica de ocorrências e jazidas minerais;

- geotectônica - correlações regionais e considera
ções sobre a evolução geológica.

1.3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo compreende cerca de 800km^2 inseridos em parte das folhas topográficas, de escala 1:50.000, Barra do Chapéu (SG.22-X-B-I-4) e Ouro Verde (SG.22-X-B-I-3). Está situada no extremo SW do Estado de São Paulo, abrangendo ainda, parte do setor NE do Estado do Paraná (figura 1).

Os principais acessos à área podem ser feitos partindo-se de São Paulo, passando por Itararé ou Apiaí, e também por Curitiba, passando por Ribeira ou Ponta Grossa (figura 1).

A figura 2 mostra a distribuição dos vários municípios paulistas e paranaenses contidos na área mapeada.

FIG. 1 - Localização Geográfica e principais acessos da área

FIG. 2 - Divisão Municipal da área

1.4. ASPECTOS FISIográficos

1.4.1. *Clima e uso do solo*

Em termos gerais, na área mapeada, predomina o clima temperado-úmido. Os invernos são pouco chuvosos, tendo, em geral, cinco geadas por ano e temperaturas médias baixas, entre 10 e 15°C. Os verões são chuvosos e possuem maiores precipitações no período de dezembro a março, e temperaturas médias entre 20 a 18°C (Maack, 1968; Seplan, 1973 e FIBGE, 1977).

Em relação ao uso do solo, foram reconhecidas como principais categorias as seguintes paisagens:

- . reflorestamento de pinheiros - perfazem cerca de 60% da área, abrangendo zonas extensas e contínuas (maiores que 1km²), ocupando relevos ondulados, aplainados e até acidentados;

- . culturas anuais - constituem áreas pequenas (menores que 0,5km²) espalhadas por toda a região (lavouras e roças), ocupando terrenos aplainados ou suavemente ondulados;

- . campos e pastagens - representam 10% da área e geralmente ocorrem em terrenos muito acidentados (altos topográficos);

- . vegetação natural - não atingem 10% do total (araucárias, samambaias e capoeiras) e encontram-se dispersas pela área.

1.4.2. Geomorfologia

No âmbito da distribuição das grandes províncias geomorfológicas dos Estados de São Paulo e do Paraná, a área de estudo faz parte da "Zona do Planalto de Guapiara", pelo lado paulista, e do "Primeiro Planalto", pelo lado paranaense (figura 3). Acha-se limitado, ao norte, pela "Depressão Periférica"/"Segundo Planalto" (em grande parte, pela escarpa devoniana da Fm. Furnas) e, ao sul, pela "Serrania do Ribeira"/"Serra do Mar" (Maack, 1968 e IPT, 1981a).

Almeida (1964) ressaltou que as feições maiores do relevo da "Zona do Planalto de Guapiara" acham-se influenciadas pela natureza e disposição dos corpos rochosos e pela atuação de superfície de aplainamento sobre essas estruturas.

Nos arredores da área de estudo já foram reconhecidas duas principais superfícies erosivas associadas a terrenos quartzíticos e graníticos, a saber: a superfície Pré-Devoniana (Maack, 1947) ou superfície Itapeva (Almeida, 1964), ambas relacionadas estruturalmente à base da Fm. Furnas (1100 a 1300m); e a superfície Purunã (Ab'Sáber & Bigarella, 1961) ou superfície Japi (Almeida, 1955, 1964), ambas de idade eocênica (Bigarella et al., 1961; IPT, 1981a) e associadas ao nivelamento da crista da escarpa devoniana.

No tocante à evolução geomorfológica, essa região sofreu um amplo e contínuo soerguimento epirogênico, a partir do Cretáceo, seguido de uma intensa fase erosiva (durante o Eoceno), além de falhamentos e basculamentos de idade oligocê

FIG. 3 - Contexto Geomorfológico Regional
(baseado em Maack (1968) e IPT (1981a))

nica (IPT, 1981a).

Do ponto de vista da geomorfologia climática, a área de estudo está situada na "Região de Transição" entre o Domínio Mamelonar (mar de morros) e o Domínio Araucária (áreas de planaltos dissecados com solos profundos), onde ocorre mistura de processos intempéricos e de paisagens (Ab'Sáber, 1970). Portanto, nesse setor é esperado um mascaramento maior das influências geológicas (litologias e estruturas) por parte dos processos de decomposição química e extensa mamelonização.

A área de estudo abrange parte das porções mais elevadas da Serra de Paranapiacaba (divisor de águas das bacias dos rios Ribeira e Paranapanema). Possui cotas altimétricas variando entre 800m (planícies aluviais) e 1334m (topo da Serra do Macaco).

É formada por dezessete principais formas de relevo (ver item II.1.3. e anexos I e II), distribuídas entre relevos de agradiação, degradação, residual, cárstico e de transição. Estas formas estão, em geral, condicionadas por contatos entre litologias de diferentes graus de erodibilidade, cisalhamentos rúpteis (falhas) e dúcteis (zonas de cisalhamentos), estruturas de redobramentos e, localmente, foliações tectônicas (clivagens e xistosidades).

As formas de relevo degradacional são as mais abundantes na área e podem ser classificadas como:

- . relevo colinoso formado por colinas amplas (D_1), médias (D_2), pequenas (D_3) e pequenas paralelas (D_4), com cotas variando entre 950 e 1150m e ampla ocorrência nos terrenos

sedimentares (Fm. Furnas e rochas terciárias ao sul de Bom Sucesso), metamórficos (metapsamitos feldspáticos a NW de Pí-nhalzinho) e graníticos (arredores de Ouro Verde e Bairro Butiã);

. relevo de morrotes baixos (D_5), paralelos e alongados (D_6 e D_7) e arredondados (D_8), nivelados entre 900 e 1020m e identificados, respectivamente, nos terrenos basculados da Fm. Furnas (oeste de Palmeirinha de Cima), em metapeliteos de diversas localidades, e nas rochas graníticas situadas a NE de Ouro Verde;

. relevo de morros isolados (D_9), paralelos (D_{10}) e alongados (D_{11}), com melhores exposições situadas, respectivamente, a SE do Bairro São Domingos (granitos), nas cabeceiras do Ribeirão do Macaco (filitos) e a SE de Lagoinha (falha de Itapirapuã); as cotas variam de 900 a 1000m.

Os relevos residuais estão representados por um conjunto de morros e morrotes de topos arredondados (R_1), morros aplainados (R_2) e serras alongadas (R_3). Estão associados a litologias particulares (quartzitos) e apresentam desníveis topográficos de até 300m. São identificados, na região, pelas serras de: Bom Sucesso (1188m), Itapirapuã (1274m), Macaco (1334m), Chupim (1032m), Sítio (1156m), Ventania (1130m), Cochos (1119m) e Antas (1190m).

Na Serra do Chupim, situada ao norte do Bairro da Serrinha, os topos aplainados dessa estrutura acham-se nivelados na cota 1032m que, por sua vez, coincide com a base dos arenitos da Fm. Furnas. Assim, essa superfície erosiva deve representar resquícios da superfície de aplainamento prē -

Devoniana (Maack, 1947) ou Itapeva (Almeida, 1964).

As feições de relevo cárstico, associadas às rochas metadolomíticas, encontram-se muito bem caracterizadas nos arredores de Bom Sucesso, através de didática morfologia de cones cársticos (leste do Bairro Cruz da Penha), e de uma dolina com pelo menos 1km de diâmetro (sul do Bairro Cruz da Penha). Localmente, foram reconhecidos sumidouros (sul do Bairro da Estiva) e dolinas de dimensões menores (SW de Pinhalzinho).

Em outras localidades da faixa carbonática, as rochas dolomíticas acham-se recobertas por depósitos detríticos bem estratificados (sul de Bom Sucesso e arredores de Pinhalzinho), e também por blocos angulosos do arenito Furnas (oeste de Taquaruçu da Serra), exibindo nesses casos, uma morfologia colínosa bem distinta do modelado cárstico. Esses depósitos detríticos compreendem uma pequena bacia de origem fluvial, provavelmente de idade terciária, com características geográficas e sedimentares que nos conduzem a interpretá-los como um depósito correlativo do aplainamento da Serra de Bom Sucesso. Estudos mais detalhados sobre esses depósitos não foram inseridos neste trabalho, por se tratarem de uma cobertura cenozóica de importância local.

As formas de relevo de transição referem-se a um conjunto de encostas moderadamente inclinadas (45°) que bordejam a escarpa devoniana, e devem corresponder a fragmentos e blocos rolados do arenito Furnas (depósito de tálus).

Por último, ocorrem as planícies aluviais associa

das a depósitos aluvionares quaternários. Dentre os principais cursos d'água existentes na área pode-se destacar: os condicionantes por estruturas geológicas (ribeirões Bandeirantes, José Vicente, São Domingos, Rio Claro e Água Nova), os parcialmente condicionados (Rib. do Feital, Rio Itararé, Cór. Taquaruçu, Rio Itapirapuã e Cór. Itapirapuã), e os discordantes (Córregos Caverninha e Capim Branco). As principais direções estruturais seguidas por esses cursos d'água são respectivamente, NE/SW, NW/SE e NS/EW.

II. MATERIAIS E MÉTODOS DE ESTUDO

II.1. GENERALIDADES, APOIO BIBLIOGRÁFICO E FOTOGEOLÓGIA REGIONAL

A elaboração desta pesquisa baseou-se em métodos e técnicas convencionais de mapeamento geológico (Roberts , 1982; Ahmed & Almond, 1983). Procurou-se, também, abordar a geologia da área nas várias escalas de observação, a saber: megaestrutura (escala de mapas regionais), macroestrutura (escala de aerofotos e mapas de semidetalhe), mesoestrutura (escala de afloramentos) e microestrutura (escala de seção delgada).

O Apoio Bibliográfico constou de ampla revisão de dados de interesse geológico sobre a área de estudo e seu contexto regional, e um levantamento minucioso de cartas topográficas, mapas geológicos, produtos espectrais de sensoriamento remoto e de fotografias aéreas convencionais.

Na fase de Fotogeologia Regional foram efetuados dois mapas fotogeológicos regionais, a partir de imagens de satélite e de radar (figuras 4 e 5) e da metodologia contida em Veneziani & Anjos (1982), Scanvic (1983) e Chiang (1984), visando o reconhecimento de megaestruturas geológicas pertinentes à área de pesquisa.

Considerando o potencial cartográfico de cada tipo de imagem foram utilizados os seguintes produtos:

FACIES FOTOGEOLÓGICAS

- 1: TR lisa; PM aplainado; pouco E; drenagem subparalela a subdendrítica; baixa D.
- 2: TR pouco rugosa; PM pouco acidentado; drenagem de média D; subdendrítica a subparalela.
- 3: TR muito rugosa; PM muito acidentado; muito E; drenagem de alta D; dendrítica e localmente subparalela.
- 4: TR rugosa; PM acidentado; E; drenagem subdendrítica; alta D.
- 5: TR muito rugosa; PM muito acidentado; muito E;
- 6: TR lisa; PM aplainado; não E; drenagem de baixa D.
- 7: TR pouco rugosa; PM pouco acidentado; E; drenagem subtreliça, de média D.
- 8: TR lisa; PM de cristas salientes e alongadas; muito E.
- 9: TR rugosa; PM acidentado; muito E; drenagem treliça, de alta D.
- 10: TR rugosa; PM pouco acidentado; muito E, drenagem subtreliça, de baixa a média D.
- 11: TR pouco rugosa; PM pouco acidentado; pouco E; drenagem de média D.
- 12: TR muito rugosa; PM acidentado; muito E; drenagem subparalela, de baixa a média D.

OBS.: TR = textura de relevo
 PM = padrão morfológico
 E = estruturada
 D = densidade

Fig. 4 - Compartimentação Fotogeológica na escala 1:500.000

Cristas escarpadas
 Cristas angulosas
 Cristas arredondadas
 Limites fotogeológicos
 Lineamentos de drenagem

FACIES FOTOGEOLÓGICAS

- 1: RT quase nula; PM aplainado; pouco E; drenagem subdentrítica a subparalela; baixa D.
- 2: RT média; PM pouco acidentado; pouco E; drenagem subdentrítica a subparalela; D média.
- 3: RT fina; média e grossa; PM pouco a muito acidentado; localmente muito E; drenagem dendrítica a subparalela; alta D.
- 4: RT médio; PM acidentado; E; drenagem de média D; subdendrítica.
- 5: RT fina; PM muito acidentado; muito E; drenagem subparalela; baixa D.
- 6: RT quase nula a fina; PM aplainado; E, drenagem de baixa D, subretangular.
- 7: RT fina a média, PM pouco acidentado; muito E, drenagem de média D; treliça.
- 8: RT quase nula; PM de cristas salientes alongadas; muito E.
- 9: RT média; PM acidentado; muito E; drenagem treliça média D.
- 10: RT fina a média; PM pouco acidentado; E a muito E; drenagem treliça; média D.
- 11: RT fina a média; PM pouco acidentado; E; drenagem subtreliça a subdendrítica; média D.
- 12: RT fina a média; PM acidentado; muito E; drenagem subparalela; média D.
- 13: RT e grossa; PM acidentado; E; drenagem subparalela a subdendrítica; média D.
- 14: RT média e grossa; PM pouca a muito acidentado; E; drenagem de média D; subparalela.
- 15: RT média; PM pouco acidentado; pouco E; drenagem de média D.

OBS.: RT = rugosidade do Terreno PM = padrão morfológico
 E = estruturada
 D = densidade

Fig. 5 - Compartimentação Fotogeológica na escala 1:250.000

- . imagem de satélite LANDSAT-3, sensor MSS, canal 7, órbita base 237, ponto 77, ano 1981 e escala 1:500.000;

- . fotomosaico de radar do Projeto Radambrasil, folha SG.22-X-B, ano 1976, escala 1:250.000.

Os mapas das figuras 4 (Landsat) e 5 (Radar) esboçam o quadro morfo-estrutural da área (folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde) através da caracterização de lineamentos e unidades fotogeológicas (12 unidades no Landsat e 15 no Radar). Estes mapas foram úteis na elaboração da organização megaestrutural da área (Ítem V.2).

11.2. FOTOGEOLOGIA PRELIMINAR E PERFIS GEOLÓGICOS REGIONAIS

Foram utilizadas fotografias aéreas nas escalas 1:60.000 - USAF - 1964, 1:35.000 - CESP - 1981 e 1:25.000 - Sec. Agricult., SP, - 1973 e Inst. de Terras do Paraná - 1961, objetivando o detalhamento das unidades individualizadas na fase anterior (megaestruturas) e o reconhecimento de novas feições fotogeológicas (macroestruturas).

A tabela 1 apresenta os principais critérios fotogeológicos selecionados para as fases de fotointerpretação, tendo por base o conceito de "fácies fotogeológica" definido por Scanvic (1983). Para este autor, "fácies fotogeológica" representa uma unidade morfofotogeológica obtida a partir da análise de tonalidades, texturas e estruturas, e como regra geral

TABELA 1 - ELEMENTOS BÁSICOS DE FOTOGEOLÓGIA
(baseado em Scanvic, 1983)

	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS																				
TONALIDADE	<ul style="list-style-type: none">- depende da quantidade da luz refletida pelo alvo.- sofre influências por variações da umidade, diferenças de iluminação, mudanças de textura e qualidade do processo fotográfico.	<table><thead><tr><th>VISÍVEL</th><th>INFRAVERMELHO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Água = cinza escuro</td><td>Cinza</td></tr><tr><td>Água c/ sedimento/poluição = Cinza médio</td><td>Cinza médio/claro</td></tr><tr><td>Solos secos = cinza claro</td><td>Cinza médio</td></tr><tr><td>Solos úmidos = cinza médio</td><td>Cinza escuro</td></tr><tr><td>Vegetação (grande porte) = cinza escuro</td><td>Cinza claro</td></tr><tr><td>Vegetação (médio porte) = cinza médio</td><td>Cinza claro</td></tr><tr><td>Vegetação (pequeno porte) = cinza claro</td><td>Cinza claro</td></tr><tr><td>Rochas claras = cinza es- (quartzito) branquiado</td><td>Cinza claro</td></tr><tr><td>Rochas escuras (diabásio) = cinza médio/escuro</td><td>Cinza claro</td></tr></tbody></table>	VISÍVEL	INFRAVERMELHO	Água = cinza escuro	Cinza	Água c/ sedimento/poluição = Cinza médio	Cinza médio/claro	Solos secos = cinza claro	Cinza médio	Solos úmidos = cinza médio	Cinza escuro	Vegetação (grande porte) = cinza escuro	Cinza claro	Vegetação (médio porte) = cinza médio	Cinza claro	Vegetação (pequeno porte) = cinza claro	Cinza claro	Rochas claras = cinza es- (quartzito) branquiado	Cinza claro	Rochas escuras (diabásio) = cinza médio/escuro	Cinza claro
VISÍVEL	INFRAVERMELHO																					
Água = cinza escuro	Cinza																					
Água c/ sedimento/poluição = Cinza médio	Cinza médio/claro																					
Solos secos = cinza claro	Cinza médio																					
Solos úmidos = cinza médio	Cinza escuro																					
Vegetação (grande porte) = cinza escuro	Cinza claro																					
Vegetação (médio porte) = cinza médio	Cinza claro																					
Vegetação (pequeno porte) = cinza claro	Cinza claro																					
Rochas claras = cinza es- (quartzito) branquiado	Cinza claro																					
Rochas escuras (diabásio) = cinza médio/escuro	Cinza claro																					
TEXTURA	<ul style="list-style-type: none">- refere-se a imagem de conjunto dos menores alvos reconhecíveis no terreno (elementos texturais).- está associada a variações de tamanho, forma e densidade dos elementos texturais.- depende da escala e da resolução do sensor, e da cobertura vegetal.	<ul style="list-style-type: none">- rochas = lisa (folhelho), rugosa (granito) e orientada (xistos).- solos = lisa, rugosa, etc.- vegetação = fina, média e grossa.- relevo = lisa, rugosa, orientada, etc.																				
PADRÃO MORFOLÓGICO (Expressão Topográfica)	<ul style="list-style-type: none">- resulta do efeito conjugado de processos tectônicos, intempéricos (erosão) e antropicos sobre as unidades geológicas.- são importantes as formas de relevo e o grau da expressão topográfica.	<ul style="list-style-type: none">- morros paralelos, topos arredondados, vertentes convexas, drenagem treliça de média densidade (sequência metapelítica).																				
PADRÃO ESTRUTURAL	<ul style="list-style-type: none">- resulta da influência das estruturas geológicas (sedimentares, ígneas ou metamórficas) no aspecto das paisagens.- pode ser caracterizado quanto a intensidade, tipo e orientação.	<ul style="list-style-type: none">- muito estruturado em relação a lineamentos de drenagem, retilíneos e paralelos, com direção NE-SW (milênios)																				
PERMEABILIDADE	<ul style="list-style-type: none">- está associada ao escoamento fluvial e superficial dos terrenos: quanto menor o escoamento, maior a permeabilidade ou infiltração.- geralmente, reflete: a granulação das rochas, sedimentos inconsolidados, e a ocorrência de juntas nos terrenos.	<ul style="list-style-type: none">- densidade de drenagem Ex.: arenitos são mais permeáveis (mP) que os folhelhos (pP).																				

"cada fácies corresponde a uma associação litológica distinta".

Ainda nessa fase, confeccionou-se um mapa morfológico (1:50.000) (citado no item I.4.2) com o propósito de subsidiar os trabalhos de fotointerpretação e de avaliar as relações entre a geologia e a morfologia da área. Esse mapa foi baseado em metodologia descrita por Ponçano et al. (1979) e seus principais critérios estão expressos na tabela 2.

Complementando esta etapa, efetuou-se alguns perfis geológicos regionais, transversalmente às estruturas, de modo a reconhecer as principais sequências rochosas, seus estilos deformacionais e suas características litoestratigráficas.

II.3. GEOLOGIA DE CAMPO E INTEGRAÇÃO DE DADOS

Foram descritos pelo autor, 554 afloramentos, visando a classificação de rochas sedimentares (Pettijohn, 1975), de rochas ígneas (IUGS, 1973) e de rochas metamórficas (Winkler, 1977) das unidades geológicas; a identificação de estruturas sedimentares preservadas nas rochas (Reineck & Singh, 1980; Collinson & Thompson, 1982) e a compilação e hierarquização de estruturas tectônicas (Sibson, 1977; Hobbs et al., 1981; Ramsay & Huber, 1987 a,b; Suppe, 1985; Trouw, R.A.J. 1981).

A partir de diversas análises de laboratório e gabinete e de trabalhos de fotogeologia de detalhe, efetuou-se a integração de todos os dados obtidos pelo autor.

TABELA 2 (a,b): CRITÉRIOS MORFOLÓGICOS
(modificado de Ponçano et al., 1979; inclinações obtidas em graus segundo o "método do cartão" de Stephens, 1969/70)

2a - CRITÉRIOS UTILIZADOS NA CARACTERIZAÇÃO DA EXPRESSÃO MORFOLÓGICA

CRITÉRIO	CATEGORIA	INTERVALO	CONCEITO
Amplitude	pequena média grande	0-100m 100-300m > 300m	Altura máxima da unidade em metros, acima do assoalho dos grandes vales adjacentes.
Inclinação*	baixa média alta	até 10° 10° e 20° acima de 20°	Inclinação média do perfil da encosta, expressa em graus.
Densidade de drenagem	baixa média alta	0 - 5 5 - 30 acima de 30	Número de cursos d'água perenes numa área de 10 km ² .
Dimensões das formas topográficas	pequenas médias amplas	< 1 km ² 1-4 km ² > 4 km ²	Área ocupada pelas unidades de relevos entre seus vales limítrofes, ou seja, área dos interflúvios
Formas de topos	aplainados arredondados angulosos		convencional
Perfil das vertentes	convexo retilíneo côncavo		convencional
Padrão de Drenagem	centríptico paralelo retangular pinado em treliça		convencional

2b - IDENTIFICAÇÃO DE CATEGORIAS DENTRO DOS RELEVOS DE DEGRADAÇÃO

CONJUNTOS DE SISTEMAS DE RELEVO	INCLINAÇÃO PREDOMINANTE DAS ENCOSTAS*	AMPLITUDES LOCAIS
2.1. Relevo colinoso	0 a 10°	< 100 m
2.2. Relevo de morros com encostas suavizadas	0 a 10°	100 a 300 m
2.3. Relevo de morrotes	> 10°	< 100 m
2.4. Relevo de morros	> 10°	100 a 300 m
2.5. Relevo montanhoso	> 10°	> 300 m

* mergulhos sem exagero vertical

As atividades de laboratório consistiram na reconstituição, a partir de amostras de mão, de estruturas tectônicas e sedimentares, na descrição petrográfica e microtectônica de seções delgadas e na obtenção de datações radiométricas. Os trabalhos de fotogeologia de detalhe referem-se a reinterpretações geológicas com base nos dados obtidos (campo, gabinete e laboratório), visando a confecção final do mapa geológico. A elaboração de estereogramas, perfis geológicos e colunas litoestratigráficas referem-se aos trabalhos de gabinete.

O autor utilizou ainda os dados (cerca de 400 afloramentos) obtidos pelos alunos e docentes do IG-USP durante os trabalhos de campo relativos à disciplina de Aerofotogeologia. Os dados de afloramentos contidos em CPRM (1974, 1981a) e IPT (1985a) também serviram de apoio na integração final.

O mapa exibido no Anexo III contém todos os pontos utilizados nesta pesquisa.

III. ESTÁGIO ATUAL DE CONHECIMENTOS SOBRE O GRUPO ITAIACOCA

III.1. BREVE HISTÓRICO E DESIGNAÇÃO ESTRATIGRÁFICA

No início deste século, Oliveira (1916) realizou os primeiros estudos geológicos sobre os metassedimentos Itaiacoca, ao descrever calcários sacaroides e xistos argilosos aflorantes nos arredores de Itaiacoca (PR), na época incluídos na série "Assunguy". Em 1927, esse autor cartografou estas rochas como bolsões de calcário alinhados, envolvidos por um conjunto maior de xistos argilosos.

Em meados deste século, Almeida (1944) reconheceu, nas proximidades de Itapeva e Campina do Veado (SP), corpos de dolomitos organógenos com estruturas algais, da então série "Assunguy". Para esse autor, estas estruturas seriam típicas de mares antigos e confirmariam a idade proterozóica daquela unidade, já sugerida na época por vários pesquisadores, entre eles Carvalho & Pinto (1937) e Oliveira & Leonardos (1943).

Através do estudo das rochas calcárias aflorantes no Estado do Paraná, Bigarella (1948) classificou quimicamente os calcários Itaiacoca como dolomitos microcristalinos, admitindo sua origem a partir de um processo de dolomitização penecontemporânea à sedimentação.

No início da década de 50, o IBPT (1953) mapeou a porção paranaense das rochas Itaiacoca como uma faixa alongada

de direção NE composta de lentes de dolomitos, calcários e quartzitos envolvidos por filitos e intrusões ácidas.

Coube a Almeida (1957), a utilização do termo "Formação Itaiacoca" para caracterizar o espesso pacote (e não mais um conjunto de lentes) de mármore dolomíticos localmente estromatolíticos, aflorante entre a Serra de Itaiacoca (PR) e o vale do rio Taquari Mirim (SP). Segundo esse autor, esta unidade, com cerca de 1000m de espessura, ocuparia uma posição intermediária da série "Açunguy", estando assentada sobre quartzitos e filitos quartzosos (unidade basal) e recoberta por grande espessura de filitos sericíticos (unidade superior). Admitiu ainda a possibilidade desses metassedimentos estarem repousando sobre um embasamento formado por granitos, gnais-ses e xistos da Serra da Avenca (Complexo Cristalino Brasileiro), hoje incluídos no Complexo Granitóide Cunhaporanga.

A partir da década de 70, a comunidade geológica passa a designar de Fm. Itaiacoca todas as litologias aflorantes na faixa, tendo como base o consenso da correlação lito-estratigráfica entre as formações Itaiacoca e Capiuru.

No presente trabalho, adotou-se o termo Grupo Itaiacoca, utilizado pioneiramente por IPT (1985a), tendo em vista as dimensões e a homogeneidade litológica das diversas unidades litoestratigráficas descritas na área (vide capítulo IV). Essas unidades, por sua vez, considerando as normas do Guia Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (Petri et al., 1986), mereceram a designação de formações (vide item IV.3).

A tabela 3 relaciona os principais trabalhos efetuados sobre as rochas Itaiacoca e suas respectivas denominações estratigráficas, as quais correspondem a diversos modelos de evolução geológica da Faixa Apiaí.

Em síntese, pode-se ressaltar, em meio a essas diferentes abordagens estratigráficas, pelo menos seis principais linhas de posicionamento estratigráfico do Grupo Itaiacoca:

- . síncronico ao Grupo Açungui através de embaciamento único (bacia Açungui) restrito ao Proterozóico superior (Melfi et al., 1965; Marini et al., 1967; Melcher et al., 1973; Hasui et al., 1980 e outros);

- . síncronico ao Grupo Açungui com evolução desde o Proterozóico inferior ao superior (CPRM, 1981b);

- . síncronico ao Grupo Açungui, durante o Proterozóico médio a superior (CPRM, 1983);

- . síncronico ao Grupo Setuva (Fritzens Jr. et al., 1982) do Proterozóico médio e anterior ao Grupo Açungui do Proterozóico superior (Chiodi Filho, 1984 ; CPRM, 1984);

- . síncronico ao Grupo Açungui, através de bacias isoladas, durante o Proterozóico superior (Hasui et al., 1984 a,b,c ; Soares et al., 1987;

- . síncronico ao Grupo Açungui, em bacias isoladas, desde o Proterozóico médio e superior (IPT, 1985a; CPRM, 1986; Campanha et al., 1987 ; Theodorovicz & Câmara, 1988).

TABELA 3 - Síntese Estratigráfica do Grupo Itaiacoca

AUTORES	ALMEIDA (1957)	MELFI et al. (1965); MARINI et al. (1967); MARINI & BIGARELLA (1967)	CORDANI & RITTEN- COURT (1967)	PETRI & SUGIJO (1969) FUCK et al. (1971)	CCGPr (1970); PROTEC (1971)	CPRM (1972)	MELCHER et al. (1973)	DNPM (1974); CORDANI (1974)	CPRM (1977c)	HASUI et al. (1980)	CPRM (1981b)	BATOLLA Jr. et al. (1981)	IPT (1981b)	CPRM (1983)	MINEROPAR (1983)	CPRM (1984)	CHIODI FILHO (1984)	HASUI et al. (1984 a)	IPT (1985a)	TREIN et al. (1985)	CPRM (1986)	CPRM (1986)	IPT (1986)	CAMPANHA et al. (1987)	SOARES et al. (1987)	SOARES (1987)	UFPr/MINEROPAR (1987)	THEODOROVICZ & CÂMARA (1988)	SANTORO & FRASCÁ (1989)	
PERÍODOS																														
PROTEROZOICO INDIVISO 0,57Ga	Série Apungui Metapelitos (sup.) Mármore dolomitos=fm. Itaiacoca Metapsanitos (inf.)	Grupo Apungui	fm. Itaiacoca=fm. Capiru *fm. Setuva e ex. Cristalino	-	-	-	*Crosta Silícea (pré-brasiliana)	*fm. Setuva (pré-brasiliana)	-	*fm. Setuva (pré-brasiliana)	-	r. Apungui	-	-	-	-	-	-	-	Seq. Carbonática Seq. Meta- vulcano- Sedimentar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROTEROZOICO SUPERIOR 1,1Ga	-	-	-	Grupo Apungui	fm. Itaiacoca=metadi- mitos + metapelitos + metapsanitos * fm. Setuva (ambas do Gr. Apungui)	filitos, quartzitos e metarenitos, calcá- rios e dolomitos Gr. Apungui	Gr. Apungui *fm. Setuva e ex. Gnaissico-Migmatítico	filitos, rochas car- bonáticas e quartzí- tos Gr. Apungui	fm. Itaiacoca (Gr. Apungui)	Gr. Apungui *fm. Setuva	fm. Itaiacoca = fm. Votuverava (Gr. Apungui)	seq. sup.: metapsani- tos, meta- pelitos e metacarbo- tos seq. inf.: semi-peli- tica e pes- mítica Gr. Apungui	-	Cx. Pilar (Gr. Apungui)	fm. I (Gr. Apungui)	fm. Itaiacoca (Gr. Apungui)	Gr. Apungui	Gr. Apungui	Fm. Itaiacoca (Ex. Itapeva)	-	Grupo Itaiacoca: unidade C = seq. química- pélfica unidade B = metavulcâni- cas	Grupo Itaiacoca: unidade C = seq. química- pélfica unidade B = metavulcâni- cas	Fm. Itaiacoca (Gr. Apungui)	Fm. Itaiacoca (Gr. Apungui)	- metarenitos arcósi- cos (sup.) - metapelitos, meta- carbonatos e meta- vulcanitos (inf.) * xistos derivados de gnaissos (fm. Água Clara)	Sinclínório de Ita- peva ou Faixa Itai- coca	fm. Itaiacoca (Gr. Apungui)	* Grupo Itaiacoca: seq. clasto-química rochas vulcânicas	fm. Itaiacoca: filitos e quartzito filitos (topo) metarritinitos quartzitos dolomitos/calcedo- nários (base)	
PROTEROZOICO MÉDIO 1,8Ga	-	-	-	* Crosta Silícea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gr. Apungui Ex. Itaiacoca-Itapeva (Gr. Setuva)	-	Fm. Itaiacoca (Gr. Setuva)	-	-	-	unidade A = seq. psamo- pélfica c/m metavulcânicas * Granitos Rapakivíticos (Sguito e Campina do Vedado)	unidade A = seq. psamo- pélfica c/m metavulcânicas * Granitos Rapakivíticos (Sguito e Campina do Vedado)	-	-	-	-	-	-	-	-
PROTEROZOICO INFERIOR 2,6Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	* Gr. Setuva	* fm. Setuva	-	* Gr. Setuva e ex. pré-Setuva	-	-	-	* ex. Setuva	-	* Gr. Setuva	* Gr. Setuva	-	* Fm. Água Clara	-	-	-	-	-	-
ARQUEANO	* granitos, gnaisses e biotita-xistos ex. Cristalino Brasi- leiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	* Suítes metamórficas Rio Abaixo e Apiaí- Mirim	-	* Suítes Metamórficas Santana e Apiaí- Mirim	-	* ex. Setuva	* ex. pré-Setuva	-	* ex. Metamórfico Apiaí-Mirim	* ex. Metamórfico Apiaí-Mirim	* Gr. Ribeira e ex. Apiaí-Mirim	* Cx. Apiaí-Mirim	-	-	-	-	-	-

* Embasamento e/ou unidades pré-Itaiacoca

III.2. DISTRIBUIÇÃO LITOLÓGICA

A análise detalhada dos mapas geológicos listados na tabela 4, possibilitou o reconhecimento ao longo da região Itaiacoca-Itapeva, de cinco principais associações litológicas: rochas metassedimentares clásticas, rochas metassedimentares químicas e clasto-químicas, rochas filíticas e xistos, rochas metavulcânicas, metabásicas e metavulcano-clásticas, e rochas graníticas.

Dentre os metassedimentos clásticos destaca-se a ampla ocorrência de metapelitos, seguidos de metapsamitos e, mais raramente, de metapsefitos. Os metapelitos são representados por extensas camadas de metassiltitos, metargilitos e ardósias, com estrutura maciça e/ou laminada. Quando quartzosos, tendem gradualmente para metarritmitos e metassiltitos a renosos. Em igual abundância ocorrem quartzitos, metarenitos puros, quartzitos micáceos e feldspáticos, metarenitos arcossianos e até metarcósios. Localmente, ocorrem metaconglomerados oligomícticos e brechas dolomíticas intraformacionais.

As rochas metassedimentares químicas e clasto-químicas são as mais abundantes e ocorrem em toda a faixa. São representadas por mármore dolomíticos (metadolomitos) seguidos de mármore calcíticos (metacalcários), metacherts e, mais raramente, formações ferríferas. Entre os tipos dolomíticos, são reconhecidas variações pisolíticas, oolíticas, maciças, estromatolíticas, laminadas, bandadas e silicosas. Também são comuns termos carbonáticos impuros como metamargas, metadolomitos argilosos, filitos carbonáticos e metargilitos carboná-

TABELA 4 - Mapas Geológicos

AUTOR(ES)	ANO	ESCALA	TÍTULO
Serv. Geol. Min. do Brasil	1925	1:1.000.000	Mapa Geológico do Estado do Paraná
Comissão Geográfica e Geológica	1929	1:2.000.000	Carta Geológica do Estado de São Paulo
Instituto Geográfico e Geológico	1947	1:1.000.000	Mapa Geológico do Estado de São Paulo
Serv. Geologia do I.B.P.T.	1953	1:750.000	Mapa Geológico do Estado de Paraná
Instituto Geográfico e Geológico	1963	1:1.000.000	Mapa Geológico do Estado de São Paulo
Com. da Carta Geológica do Paraná	1967	1:50.000	-
Com. da Carta Geológica do Paraná	1970	1:70.000	-
Protec Ltda./DNPM	1968	1:100.000	Projeto Ribeira
DNPM/CPRM	1972	1:10.000	Projeto Calcário para Cimento
CPRM/DNPM	1972	1:250.000	Projeto Sudeste do Est.S.Paulo - F.Itararé
Instituto Geográfico e Geológico	1974	1:1.000.000	Mapa Geológico do Est.de São Paulo
DNPM	1974	1:1.000.000	Carta Geol.do Brasil ao milionésimo - F.Curitiba
CPRM/SUDEPA	1975	1:50.000	Projeto Sudelpa
CPRM/DNPM/BADEP/UFPR	1977	1:100.000	Projeto Leste do Paraná
DNPM/CPRM	1981	1:100.000	Proj.Integr.e Detalhe Geol.no Vale Ribeira
IPT/SICCT	1981	1:500.000	Mapa Geológico do Estado de São Paulo
MINEROPAR	1983	1:250.000	Mapa Geol.da área do Escudo do Est.do Paraná
DNPM	1984	1:2.500.000	Mapa Geológico do Brasil
CPRM/SICCT	1984	1:50.000	Projeto Guapiara
IPT/SICCT	1985	1:50.000	Geol. das Folhas Barra do Chapéu e Araçáiba
CPRM/SICCT	1986	1:50.000	Projeto Engº Maia - Ribeirão Branco
IPT/SICCT	1986	1:500.000	Mapa geológico preliminar do Vale do Ribeira
DNPM/CPRM	1986	1:250.000	Carta de Previsão de Rec.Minerais-Folha Itararé
DNPM/CPRM	1986	1:250.000	Carta Metalogenética - Folha Itararé
MINEROPAR	1989	1:650.000	Mapa Geológico do estado do Paraná

ticos.

Os filitos geralmente aparecem como intercalações maciças e/ou laminadas nos metassiltitos e metargilitos da faixa, porém, às vezes, podem constituir lentes com dezenas de metros de largura. Composicionalmente, podem ser sericíticos, quartzosos, grafitosos, carbonáticos ou talcosos.

Os termos xistosos apresentam-se como quartzo-sericita-xistos, sericita-xistos, mica-xistos, biotita-xistos, clorita-xistos, talco-xistos, quartzo-muscovita-xistos, xistos anfibolíticos, xistos carbonosos e cálcio-xistos. Essas rochas, em sua maioria, têm ocorrência restrita e quase sempre associada a zonas de metamorfismo de contato (intrusões graníticas) e à presença de rochas básicas intrusivas metamorfizadas.

As rochas metavulcânicas e metavulcano-clásticas foram reconhecidas por CPRM (1984), Trein et al. (1985) e CPRM (1986). Na porção norte da faixa, consistem em metavulcanitos de composição básica-ultrabásica, intermediária a ácida, representados por metabasaltos, meta-andesitos, metariolitos e metadacitos, geralmente exibindo texturas vesiculares e, por vezes, associados a metatufos e metarenitos vulcanogênicos de caráter arcoseano. No setor sul, na região de Abapã, foram identificadas metalavas, metabasaltos e meta-andesitos, quase sempre relacionados a metatufos feldspáticos, amigdaloidais e variolíticos, e a outros metapiroclastitos (Trein et al., op. cit.). Metabasitos e meta-ultramafitos ocorrem como metadiabásios em Itaiacoca (PR) (Trein, 1966), e metagabros

e metapiroxenitos em Ribeirão Branco (SP) (CPRM, 1986). Cabe ressaltar ainda que a maioria dessas rochas encontra-se na forma de anfibólito-xistos, clorita-xistos, etc..

As rochas graníticas estão representadas por onze corpos intrusivos situados (vide figura 7), na porção norte da faixa. As principais características geológicas destas rochas estão listadas na tabela 5. Os granitos Bairro Itapirapuã, Vila Branca/Francisco Simas, Santa Blandina, Bairro da Sanbra, Bairro dos Antunes e Campina do Veado são circunscritos ao Grupo Itaiacoca, enquanto os granitos Córrego Azedo, Córrego da Lavra, Bairro da Serrinha, Capote e Córrego do Butiã, situam-se ao longo do limite oriental da faixa (Falha de Itapirapuã), no interior do Complexo Granitóide Três Córregos.

III.3. SITUAÇÃO GEOTECTÔNICA E CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

No âmbito da distribuição das Faixas Móveis Brasileiras (Almeida et al., 1973), o Grupo Itaiacoca constitui parte dos terrenos supracrustais do extremo sul da Faixa Móvel Ribeira, cujos limites foram recentemente redefinidos por Cordani & Bley (1982).

Esses terrenos metassedimentares estão, predominantemente, representados por dois conjuntos litoestratigráficos denominados Grupo Açungui (Melfi et al., 1965) e Fm. Setuva (Bigarella & Salamuni, 1956a) que, na região do Vale do Ri-

TABELA 5
PLUTONS GRANÍTICOS DA FAIXA ITAIACOCA - ITAPEVA

REP	NOME	FORMA	KM²	TIPOS PETROGRÁFICOS PREDOMINANTES	MINERAIS ESSENCIAIS	MINERAIS MÁFICOS	MINERAIS ACESSÓRIOS	TEXTURAS PREDOMINANTES	RELAÇÕES DE CONTATOS	INTERPRETAÇÃO	PRINCIPAIS FONTES
01	Granito Capote	Irregular e ligeiramente alongado	40	Granito	Oligo, Mic. e Quartzo	Bio, Hor.	Ti, Op, Ap, Al e Zi	Grosseira e Porf.	Intrusivo	Maciço Pós-tectônico	CPRM (1986)
02	Granito Santa Bláudia	Circular e alongado	5	Granito	Fk, Qzo e Plag.	Bio.	Opala, Epidoto	Grosseira e Porf.	Intrusivo e tectônico	Idem	CPRM (1986)
03	Granito Ba. dos Antunes	Irregular	1,5	Granito	Ortoclástico Qzo, Oligo	Bio.	Opacos, Zi, Al, Ap, Flu.	Grosseira.	Tectônico	Idem	CPRM (1986)
04	Granito Ba. da Sombra	Irregular	0,2	Granito	Fk, Qzo		-	Grosseira e Porf.	Discordante e intrusivo	Idem	CPRM (1986)
05	Granito Córrego do Asado	Alongado	3,5	Granito 3b	Fk, Plag., Qzo.	Bio., Hor.	-	Inequigranular, grosseira	Idem	Idem	IPT (1985)
06	Granito Córrego da Lavra	Alongado	15	Idem	Idem	Idem	-	Idem	Idem	Idem	IPT (1985)
07	Granito Ba. do Itapirapua	Alongado	4	Idem	Idem	Idem	-	Idem	Idem	Idem	IPT (1985)
08	Granito Ba. da Serrinha	Alongado	25	Idem	Idem	Idem	-	Idem	Intrusivo	Idem	IPT (1985)
09	Granito Córrego do Butiá	Alongado	30	Granito, Granodiorito, Quartzomonzonito e Quartzio Monzoniorítico.	Fk, Plag., Qzo.	Biot., Anfib.	-	Porf., Inequigranular, média.	Idem	Idem	IPT (1985)
10	Granito Vila Branca/ Francisco Simes	Irregular	18	Granito, Monzonito e Granodiorito.	Oligo, Fk, Qzo.	Bio.	Musc., Flu., Ep., Ap., Zi.	Equigranular grossa com variações porfíricas.	Intrusivo	Maciço Brasileiro	Gomes et al. (1971) MINEOPAR (1981)
11	Granito Campina do Veado	Irregular e ligeiramente alongado	20	Granito, Biotita-Granito, Granito porfírico, Granito Rapakivi e monzoniorito.	Mic., Oligo-Qzo.	Horn., Bio.	Ti, Flu, Zi, Rutilo.	Inequigranular média a grossa; "Rapakivi"	Tectônico ou Discordância	Maciço Pós-Tectônico ou Pré-Itaiacoca	Cardel et al. (1971) CPRM (1974, 1981a) CPRM (1986)

LEG.: Oligo: Oligoclástico; Mic.: Microclínio; Qzo.: Quartzo; Fk.: Feldspato potássico; Plag.: Plagioclástico; Hor.: Hornblenda;
Bio.: Biotita; Anfib.: Anfibólito; Ti.: Titanita; Op.: Opacos; Ap.: Apatita; Al.: Alanita; Zi.: Zircão; Flu.: Fluorita;
Musc.: Muscovita; Ep.: Epidoto; Porf.: Porfírica.

beira, compõem a Faixa de Dobramentos Apiaí (Hasui & Oliveira, 1984; figura 6).

As rochas da Faixa Apiaí sofreram, pelo menos , dois eventos metamórficos (um entre 1400-1200 m.a. e outro por volta de 650 m.a.) e inúmeras intrusões graníticas de caráter "sin" a pós-tectônico (Melcher et al., 1973; Teixeira , 1982). Intercalando as seqüências metamórficas, ocorrem terrenos granítico-gnáissicos com migmatização restrita, conhecidos como complexos granitóides Cunhaporanga, Três Córregos e Agudos Grandes.

Do ponto de vista tectônico a Faixa Apiaí limita-se com três unidades maiores. A SE ocorre o Maciço Curitiba (Basei, 1985), formado por rochas metamórficas do médio a alto grau, retrabalhadas durante o Proterozóico superior. A E estão os terrenos metamórficos do médio e alto grau, do Proterozóico médio (Domínio Embu, segundo Tassinari, 1988). A NE encontra-se a Faixa São Roque, representada por uma seqüência vulcano-sedimentar metamorfizada durante o Proterozóico médio e superior (Van Schmus et al., 1986). Os limites entre essas unidades são, geralmente, marcados por extensos falhamentos transcorrentes, como por exemplo, as falhas Lancinha e Taxaquara.

Dados sedimentológicos metamórficos e geocronológicos, e de vergência estrutural têm indicado um embasamento de natureza crotônica adjacente à porção NW da faixa, situado sob a Bacia do Paraná (Petri & Suguio, 1969; Melcher et al. , 1973; Leonardos & Fyfe, 1974; Campos Neto, 1983a; Cordani et

FIG. 6 - Esboço Tectônico do Setor Sul do Cinturão Ribeira

(baseado em Basei, 1985; Tassinari, 1988 e Vasconcelos, 1988)

al., 1984; e outros). Por outro lado, vários autores já interpretaram a ocorrência de rochas do embasamento dessa faixa, na região do Maciço Curitiba (Melfi et al., 1965; Marini et al., 1967; Melcher et al., 1973; Cordani & Bittencourt, 1967; e outros). Recentemente, foram reconhecidas unidades desse embasamento no interior dos complexos granitóides adjacentes, principalmente do Complexo Três Córregos (Hasui et al., 1984a; IPT, 1985a, 1986; CPRM, 1983, 1984, 1986; e outros).

Na Faixa Apiaí, os contatos litológicos e as superfícies tectônicas têm orientação geral NE-SW. O metamorfismo regional parece variar entre fácies xistos verdes na porção ocidental (Grupo Itaiacoca), até fácies anfibolito na porção SE (Fm. Setuva). É comum também uma extensa rede de falhas transcorrentes (Lancinha, Morro Agudo, Ribeira, Itapirapuã, etc.) dispostas regionalmente em padrão anastomosado e com direções preferenciais para NE, NS e EW. Note-se bem que esses falhamentos, geralmente, delimitam diferentes unidades litoestratigráficas da Faixa Apiaí.

Ao longo do lineamento Lancinha, ocorrem amplas estruturas anticlinoriais (Betara, Ouro Fino, Anta Gorda e Setuva) onde afloram, reconhecidamente, as rochas mais basais da faixa (Scholl et al., 1980; Fritzens Jr et al., 1982; Piekarz, 1984). Ocorrências restritas de depósitos molássicos cambro-ordovicianos — Grupo Castro (Trein & Fuck, 1967) e Fm. Camarinha (Muratori, 1966; Fuck, 1966) — complementam o quadro litoestratigráfico da Faixa Apiaí.

Nos itens seguintes apresenta-se uma breve carac

terização geológica sobre algumas unidades litoestratigráficas de interesse para esta pesquisa (figura 7).

III.3.1. *Complexo Granitóide Cunhaporanga*

O Complexo Granitóide Cunhaporanga representa um imenso conjunto de plútons graníticos porfiríticos, situado no setor ocidental da Faixa Apiaí (fig. 7). Com uma história geológica ainda não totalmente elucidada, esta unidade limita-se a NW com as molassas do Grupo Castro, através do lineamento tectônico Castro-Piraí do Sul; e a SE com os metassedimentos Itaiacoca, através de contatos intrusivos (Fuck, 1967a ; Fuck et al., 1967a; Melcher et al., 1973; CPRM, 1974; Fuck et al., 1971; e outros), contatos tectônicos (CPRM, 1977a ; Fiori et al., 1984; e outros) e até possíveis contatos por discordância erosiva (Almeida, 1957; Fuck, 1967b).

As melhores descrições litológicas dessa unidade estão em CPRM (1977a) e Mineropar (1981), que reconheceram uma sucessão de granitos, monzogranitos, granodioritos, quartzo - monzonitos e quartzo-monzodioritos, de grã média a grossa, isótropos, porfiríticos e com fenocristais centimétricos de feldspato potássico (microclínio). Subordinadamente, ocorrem granodioritos, monzogranitos, granitos e álcali-granitos de textura isótropa-equigranular.

Nos mapas da CCGPr (1967, 1970), da CPRM (1981a) e da Mineropar (1983, 1989), ainda constam as seguintes ocorrências: corpos graníticos alaskíticos pós-tectônicos da Serra

LEGENDA

Formações sedimentares fanerozóicas	Sequências metamórficas proterozóicas de baixo e médio grau
Sequências molássicas eo-paleozóicas	Área mapeada em 1:50.000
Granitos de idade brasileira (composições graníticas 1 a 11 - ver tabela 3)	Cidades
Complexos granitóides	Contatos geológicos

Fig. 7 - DOMÍNIOS LITOESTRATIGRÁFICOS DA FAIXA DE DOBRAMENTOS APIAÍ

do Carambeí (Fuck et al., 1967a) e Joaquim Murtinho (CCGPr, 1970); gnaisses oftálmicos, ao sul de Jaguaraiá (Muratori et al., 1970); biotita-gnaisses nos arredores de Ouro Verde (CCGPr, 1970); rochas migmatíticas bandadas na Serra das Pedras e no Bairro Maracanã (Fuck et al., 1967b); quartzitos médios a grossos dispersos pela unidade, e manchas localizadas de cálcio-xistos, filitos e mármore dolomíticos.

Alguns autores têm interpretado esses metassedimentos clasto-químicos como tetos pendentes das unidades litostratigráficas adjacentes, como Grupo Açungui, Grupo Itaiaí e Fm. Água Clara (CPRM, 1977a; Mineropar, 1983, 1989).

Ainda, segundo a literatura, pode-se reconhecer quatro principais interpretações tectônicas para essa unidade, a saber:

- . intrusão brasileira de caráter "sin" a tardi - tectônico ao Grupo Açungui (Marini et al., 1967; Melcher et al., 1973; CPRM, 1974, 1977a; IPT, 1981b; Trein et al., 1985; Mineropar, 1983, 1989);

- . maciço poliorogênico de caráter embrechítico, pré-brasiliano e contemporâneo ao Grupo Açungui (CPRM, 1981a; Batolla Jr. et al., 1981);

- . embasamento do Arqueano/Proterozóico inferior, formado por rochas metamórficas do grau médio (Complexo Apiaí Mirim), supracrustais vulcano-sedimentares (Grupo Ribeira) e intrusões graníticas brasileiras (IPT, 1986);

- . raiz de arco vulcânico brasileiro com subducção mergulhando para SE (Soares, 1987; Wernick et al. 1989).

III.3.2. *Complexo Granitóide Três Córregos*

Até a década de 70, o Complexo Granitóide Três Córregos representava uma vasta massa granítica (cerca de 3000km^2) intrusiva nos metassedimentos da então Fm. Itaiacoca, a oeste, e da Fm. Água Clara, a leste, (Marini et al., 1967). Hoje, sabe-se que seu limite ocidental é marcado pela extensa (cerca de 200km) falha transcorrente de Itapirapuã (Fiori et al., 1984) cuja movimentação principal ainda não foi totalmente esclarecida. Por outro lado, em seu limite oriental foram observados contatos intrusivos (CPRM, 1977b, 1983) e tectônicos (IPT, 1985a; Almeida et al., 1986; Almeida, 1990).

Litologicamente, essa unidade é muito similar ao Complexo Cunhaporanga, pois predominam rochas granitóides com texturas porfiríticas e equigranulares, de granulação grossa, materializadas na forma de granitos, álcali-granitos, quartzo-monzonitos, monzogranitos e quartzo-dioritos (Fuck et al., 1967a; CPRM, 1974, 1977b).

A partir de 1980, CPRM (1981b, 1983, 1984, 1986) e IPT (1985a, 1986), identificaram, nesse complexo, várias ocorrências de rochas metamórficas de grau médio, as quais foram, em sua maioria, interpretadas como "suítes" ou "complexos" do embasamento da Faixa Apiaí. Essas ocorrências são conhecidas como: suítes metamórficas de Santana, Apiaí-Mirim e Rio Abaixo (Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim, idade arqueana); Complexo Setuva (Grupo Ribeira, arqueano) e Formação Água Clara (Grupo Setuva, proterozóico inferior).

Dentre as litologias identificadas nessas unidades, destacam-se:

- . extensas exposições de granitos gnáissicos porfiroblásticos, ortognaisses com paragnaisses subordinados, augen-gnaisses, milonito-gnaisses, hornblenda-gnaisses, biotita-gnaisses, e xistos gnaissóides e metaultrabasitos serpentinizados de ocorrência restrita;

- . manchas hectométricas (folhas Barra do Chapéu e Araçoiaba) de migmatitos com estruturas estromatíticas e oftalmíticas, com paleossoma gnáissico e/ou xistoso e neossoma porfiroblástico, e ainda megacristais feldspáticos centimétricos;

- . ocorrências esparsas de rochas cálcio-silicáticas, cálcio-xistos, anfibólio-xistos, mármore, quartzitos grosseiros, anfibolitos, metabasitos, paragnaisses e metassedimentos migmatizados.

Hasui et al. (1984a), baseando-se em critérios estruturais, interpretaram as unidades metamórficas supra-citadas como pertencentes a um embasamento arqueano afetado por cisalhamentos dúcteis de baixo ângulo (Complexo Setuva). Sugeriram ainda que, em tempos brasileiros, esse embasamento comportava-se como um bloco rígido (Maciço Catas Altas) entre as faixas de dobramentos Itapeva, a NW (rochas Itaiacoca), e Apiaí, a SE (metassedimentos da região Apiaí - Iporanga).

De maneira similar ao Complexo Granitóide Cunhaporanga, o Complexo Granitóide Três Córregos também já foi interpretado como um corpo intrusivo (Fuck et al., 1967a) e um maciço poliorogênico (CPRM, 1981b). Recentemente, alguns

autores sugeriram que parte desse complexo representa a raiz de um arco magmático pré-brasiliano proveniente de uma subducção do tipo Cordilheirano, mergulhando para NW (Campaña et al., 1987; Theodorovicz & Câmara, 1988).

III.3.3. *Formação Água Clara (Grupo Açungui)*

A Fm. Água Clara foi definida por Marini et al. (1967) para representar os metassedimentos de topo do Grupo Açungui, de idade proterozóica superior e paleoambiência marinha de águas rasas. A Fm. Água Clara constitui uma estreita faixa situada entre a borda SE do Complexo Granitóide Três Córregos e a Falha do Morro Agudo (CPRM, 1977b), que a separa dos metapelitos da Fm. Votuverava (Bigarella & Sallamuni, 1958). Embora sua definição tenha sido originalmente para o Estado do Paraná foi recentemente estendida também para São Paulo por Almeida et al. (1986).

Em termos estratigráficos, o posicionamento da Fm. Água Clara ainda é polêmico, restando muitas dúvidas sobre suas relações com os grupos Itaiacoca e Setuva. Embora já tenha sido apontada como topo (Marini et al., op. cit.) e como base (Schöll, 1981) do Grupo Açungui, a Fm. Água Clara é atualmente atribuída ao Grupo Setuva, de idade proterozóica média (Fritzens Jr. et al., 1982; Mineropar, 1983, 1989) ou proterozóica inferior (Schöll et al., 1982; Almeida, 1990). Ressalta-se ainda que a Fm. Água Clara foi até mesmo correlacionada ao Grupo Itaiacoca (CPRM, 1983, 1984; Chiodi Filho, 1984).

Neste trabalho, dado o caráter não conclusivo dos critérios utilizados pelos autores supra-citados, optou-se por associar a Fm. Água Clara ao Grupo Açungui.

No lado paranaense da Fm. Água Clara, Pontes (1982) reconheceu um fácies basal de caráter vulcano-sedimentar (fácies São Silvestre) formado por metarritmitos com níveis delgados e metapelitos, metapsamitos, mármore silicosos, metamargas, metavulcanitos e metabasitos (anfíbolitos); e um fácies superior, carbonático, constituído por metacarbonatos com intercalações de cálcio-xistos esverdeados, mica-xistos e mármore calcíticos cristalinos. Esse autor conclui que a Fm. Água Clara sofreu três episódios de deformacionais, sendo inicialmente metamorfisada no limite superior do grau fraco (Winkler, 1977) e, posteriormente, no limite inferior do mesmo.

Na porção paulista da Fm. Água Clara, Almeida et al. (1986) e Almeida (1990) reconheceram o fácies carbonático formado por rochas cálcio-silicáticas, cálcio-xistos e mármore impuros com intercalações secundárias de xistos, metabasitos e quartzitos. Identificaram também três fases de dobramentos, sendo a primeira relacionada a cisalhamento dúctil, com zoneamento metamórfico (grau médio) de sentido crescente para NW chegando a atingir o estágio de migmatização. A segunda fase associa-se à foliação gnáissica das rochas ortognáissicas do Complexo Três Córregos; e a terceira corresponde à foliação de transposição (S_1) dos metassedimentos Água Clara, de idade proterozóica inferior.

III.3.4. Formação Capiru (Grupo Açungui)

A Fm. Capiru (Bigarella & Sallamuni, 1956a), situada ao norte de Curitiba (figura 7), é formada por mármore dolomíticos, por vezes estromatolíticos, metassiltitos, metarritmitos, ardósias, quartzitos, metarenitos, metarcósios, metaconglomerados, metacherts, clorita-xistos, sericita-xistos e filitos grafitosos (Scholl et al., 1980; Mineropar, 1983, 1989). Essa unidade, pertencente ao Grupo Açungui, tem sido relacionada a uma sedimentação nerítica de águas rasas e movimentadas (Bigarella & Sallamuni, op.cit.; Marini et al., 1967) e a zonas intermarés de praias abertas (Marini & Bósio, 1971).

Trabalhos recentes reconheceram três fases deformacionais: a primeira fase foi associada a cavalgamentos de baixo ângulo com direção de transporte para sul e geração de clivagem ardosiana (S_1); a segunda fase foi caracterizada por um dobramento generalizado de S_0 e S_1 ; e a terceira fase foi associada a falhamentos transcorrentes (Fiori et al., 1987 a, b, c).

O padrão metamórfico da Fm. Capiru é do fácies xistos verdes, abrangendo as zonas da clorita e da biotita (Marini et al., op. cit.; Reis Neto & Soares, 1987).

A Fm. Capiru tem sido sistematicamente correlacionada ao Grupo Itaiacoca, como um domínio plataformar de águas rasas (Marini et al., op.cit.; Silva et al., 1982; IPT, 1986; Campanha et al., 1987; Marini & Bigarella, 1967; Petri & Sugui, 1969; e outros).

111.3.5. Subgrupo Lajeado (Grupo Açungui)

Campanha et al. (1986) utilizou o termo Subgrupo Lajeado para agregar sete formações do Grupo Açungui (Betari, Bairro da Serra, Água Suja, Mina de Furnas, Serra da Boa Vista, Passa Vinte e Gortutuba) aflorantes na região entre Apiaí e Iporanga. Ocorrem ali, metarenitos, filitos, metassiltitos, cálcio-xistos, margas, calcários, metarritmitos, quartzitos, rochas cálcio-silicáticas e anfibolitos.

Em termos deformacionais, foram reconhecidas de três a seis fases de dobramentos, com indicações de vergência tectônica para NW (Campos Neto, 1983a; Campanha et al., 1986; Pires, 1990).

Recentemente, Pires (op. cit.) reconheceu nessa unidade um episódio transgressivo representado pela deposição em águas profundas da Fm. Betari (base), seguido de um evento regressivo caracterizado pela sedimentação, em plataforma rasa, da sequência Furnas-Lajeado (Fms. Bairro da Serra, Água Suja e Mina de Furnas). As outras formações seriam repetições das anteriores, dados os sistemas de cavalgamentos encontrados na área. Ainda segundo esse autor, a espessura total de sedimentos associados ao ciclo transgressivo-regressivo, é da ordem de 2000m.

III.3.6. *Formação Votuverava (Grupo Açungui)*

Esta unidade foi definida por Bigarella & Salamuni (1958) para representar os metapelitos situados ao norte da Falha de Lancinha, no Estado do Paraná. É formada por metassiltitos, filitos, quartzitos, metadolomitos (lentes), metamargas, mica-xistos, rochas cálcio-silicáticas, filitos grafitosos, metarritmitos, ardósias, sericita-xistos, metaconglomerados, cálcio-xistos, metabasitos, metarenitos e metacalcários (Scholl et al., 1980; Mineropar, 1983, 1989).

Para alguns autores, os metassedimentos da Fm. Votuverava equivalem a uma variação lateral (mais distante da linha de costa) da Fm. Capiuru (fácies mais costeira), do Grupo Itaiacoca (Marini et al., 1967; Petri & Suguio, 1969; Marini, 1970; Scholl et al., op. cit.; IPT, 1982a; Silva et al., 1982; Campanha et al., 1987; e outros).

No tocante às deformações, a Fm. Votuverava, na região de Bateias (PR) também foi afetada pela tectônica de cavalgamento e transcorrência definida por Fiori et al. (1987 c).

III.3.7. *Formação Iporanga (Grupo Açungui)*

Esta unidade, definida por Leonardos (1934), ocorre ao longo de uma faixa NE, ao sul da Falha da Figueira (fig. 7). É formada por filitos, ardósias, metargilitos e metassiltitos, com intercalações de metarenitos, metarcósios, carbona

to-filitos, metaconglomerados e metabrechas polimíticas contendo seixos (milimétricos a decimétricos, angulosos a arredondados) de metassedimentos, metabasitos, granitos e gnaisses (CPRM, 1983; Campanha et al., 1986).

Exibindo, pelo menos, quatro fases de dobramentos (Campos Neto, 1983a) essa unidade tem sido relacionada a depósitos formados sob influência de correntes de turbidez, na bacia Açungui (Petri & Suguio, 1969; Campos Neto, 1983a; Campanha et al., 1987; Pires, 1988).

III.3.8. Seqüência Ribeirão das Pedras (Grupo Açungui)

Situado entre a Fm. Iporanga e o lineamento Ribeira, essa unidade é formada por metarritmitos, filitos bandados, metabasitos, ardósias, metargilitos, quartzitos, filitos carbonáticos, metacherts, formações ferríferas e metassedimentos vulcanogênicos (Campos Neto, op.cit.).

Segundo a literatura, esse conjunto metapelítico pertence ao Grupo Açungui e está associado a um ambiente mariinho de águas profundas (Campos Neto, op.cit.), possivelmente representando um sistema turbidítico distal (Pires, op.cit.).

De modo similar aos metassedimentos do Subgrupo Lajeado e da Fm. Iporanga, foram reconhecidos, na Seqüência Ribeirão das Pedras, duas fases de dobramentos sin-xistosos e duas fases tardias ou pós-xistosos (Campos Neto, op. cit.).

Não obstante, IPT (1985b) e Campanha et al.(1986) atribuíram a essa seqüência, uma idade pré-Açungui, interpre-

tando-a como Fm. Perau, do Grupo Setuva (Fritzons Jr. et al., 1982).

III.3.9. *Formação Setuva (Grupo Açungui)*

Neste trabalho, a Fm. Setuva foi adotada conforme as definições de Bigarella & Sallamuni (1956a) e Ebert (1971). Segundo Scholl et al. (1982), na Fm. Setuva, com ampla ocorrência nas regiões dos anticlinais do Setuva, Perau, Cerne, Betara e Tigre (Estado do Paraná), são reconhecidas as seguintes seqüências litoestratigráficas:

- . clástica basal formada por paragnaisses com intercalações de mica-xistos;

- . química inferior, com metacherts e intercalações de carbonatos;

- . química superior, composta por mármore dolomítico e calcítico, metamargas, metacherts, cálcio-xistos e metapelitos carbonatados;

- . vulcano-sedimentar, formada por filitos e clorita-xistos, com intercalações de metabasitos.

Na região do Perau, essas rochas apresentam um metamorfismo de fácies xistos verdes a anfibolito, três episódios metamórficos e quatro fases de dobramentos (Piekarz, 1981; Fritzons Jr. et al., 1982; JICA-MMAJ, 1982). Datações Rb/Sr, em xistos, e Pb/Pb, em minerais de galena, forneceram idades mínimas entre 1170 e 1430 m.a. para a formação dessas rochas (CPRM, 1981c; JICA-MMAJ, op. cit.). Recentemente, Ebert & Mul

ler (1989) associaram as rochas anfíbolíticas de caráter alcalino dessa região a basaltos toleíticos do tipo MORB ("Middle Oceanic Ridge Basalt").

No anticlinal do Setuva, a Fm. Setuva exibe um metamorfismo que vai do fácies xistos verdes (zona da biotita) até o fácies anfibolito (zona da estauroлита), além de microestruturas de regime dúctil associadas a uma forte deformação cisalhante (Reis Neto & Soares, 1987). Também nessa região, Batóla Jr. et al. (1977) obteve uma isócrona verdadeira (Rb/Sr) assinalando idade mínima de 1395 ± 145 m.a. para a formação dessas rochas.

III.3.10. *Evolução Geológica do Setor Sul do Cinturão Ribeira (Faixa Apiaí)*

Até o início da década de 80, os terrenos metassedimentares de baixo grau do setor sul do Cinturão Ribeira, Grupo Açungui, eram vinculados exclusivamente ao Ciclo Brasileiro (Proterozóico superior). Durante este ciclo ocorreram geração de granitos "sin" a pós-tectônicos, formação de rochas epimetamórficas e remobilização de embasamento de médio a alto grau (rochas pré-brasilianas).

Entretanto, a obtenção de idades pré-brasilianas em micaxistos e filitos do Grupo Açungui, na região do Perau (CPRM, 1981c; Silva et al., 1981), modificou esse quadro. A partir daí, vários pesquisadores passaram a admitir uma evolução pré-brasiliana para as rochas Açungui (Coutinho, 1985).

O primeiro modelo evolutivo proposto para esse setor, associava a sequência marinha do Grupo Açungui a um ambiente geossinclinal (Almeida, 1964; Melfi et al., 1965; Marini et al., 1967) relacionado à evolução tectônica do Cinturão Ribeira (Almeida et al., 1973; Cordani & Kawashita, 1971; Melcher et al., 1973; e outros).

Nesse contexto, a sedimentação ter-se-ia iniciado entre 1000 e 700 m.a. e o seu embasamento siálico e políclico (pré-brasiliano) estaria exposto em núcleos de geosinclinais no interior do cinturão ou nas rochas infracrustais da porção SE, ao sul do lineamento Lancinha (Fuck et al., 1967b; Marini et al., 1967; Ebert, 1971; CPRM, 1974, 1977c; Hasui et al., 1975; Wenick et al., 1978; Hasui et al., 1978, 1980; e outros).

Porada (1979), por sua vez, sugeriu que os cinturões Ribeira e Damara originaram-se a partir de um sistema simples de "rifts" continentais, onde a Faixa Ribeira representava a margem continental de um proto-oceano Atlântico Sul. O fechamento desse oceano deu-se através de uma zona de subducção mergulhando para oeste, com colisão continental, nos moldes de Dewey & Burke (1973). Essa colisão, ocorrida por volta de 650 m.a., explicaria, segundo aquele autor, as condições metamórficas, os dobramentos sem vergência definida, a abundância de granitos e a sedimentação molássica presentes no Cinturão Ribeira.

Silva et al. (1982), tendo por base as mineralizações do Pb, Zn e Ag do Grupo Açungui, admitiu que a bacia

Açungui originou-se a partir de tectônica traccional em substrato sílico com falhas, deslocamentos de blocos e magmatismo básico associado, com a geração de "grabens" e "rifts".

Issler & Freire (1985), baseando-se em parâmetros geoquímicos de rochas graníticas, propuseram um regime compressional para a geração da suíte intrusiva Três Córregos (Complexos Granitóides Cunhaporanga, Três Córregos, Agudos Grandes e outros corpos menores) e para os metassedimentos Açungui (sistema arco-fossa).

Esse regime compressional também foi assumido por Kaul (1985), ao associar o caráter hiper-aluminoso de várias rochas graníticas do Vale do Ribeira a uma colisão continental entre os crâtons Luis Alves e Paranã. Esse autor acredita ainda que tal evento foi precedido de uma subducção de crosta oceânica, cujos resquícios podem estar representados pelo magmatismo toleítico oceânico do Gabro de Apiaí.

Porada (1989), retomando seu trabalho anterior (1979), propôs uma origem para o Cinturão Ribeira, a partir de um "rift" continental evoluindo para um proto-oceano Atlântico Sul, entre 900-750m.a.. Posteriormente, o fechamento gradual (de norte para sul) desse mar, através de processos de subducção do tipo B, culminou com uma colisão continental, por volta de 650 m.a..

Nos modelos de Batolla Jr. et al. (1981) e CPRM (1981b), o Grupo Açungui (incluindo os metassedimentos Itaia-coca) representa uma seqüência metavulcano-sedimentar supracrustal gerada entre o Proterozóico inferior e o superior,

sobre um embasamento siálico de idade arqueana. Para esses autores, essa evolução iniciou-se a partir de uma colisão microcontinental, no Proterozóico inferior, seguida de metamorfismo regional (deformação, migmatização, granitização e feldspatização). Por volta de 1550-1250 m.a., regido por intenso diastrofismo, ocorreu a formação de bacias aulacogênicas que, por sua vez, evoluíram para bacias intracratônicas ensiálicas no início do Proterozóico superior. Num estágio final (Proterozóico superior), processou-se uma colisão de placas continentais nos moldes do modelo de Martim & Porada (1977) e Porada (1979).

CPRM (1983) admitiu o desenvolvimento do Grupo Açungui a partir de dois estágios evolutivos ("pré-rift" e "rift"), com base na ocorrência de três formações (I, II e III). Essa evolução iniciou-se no Proterozóico médio/superior, sobre um substrato siálico e de idade arqueana (suítes metamórficas Apiaí-Mirim e Rio Abaixo). A deposição desses sedimentos ocorreu entre 1400-1200 m.a., em ambiente marinho de águas rasas a medianamente profundas (Formação I - Fms. Setuva, Itaiacoca, Perau e Água Clara; Formação II - parte da Fm. Votuverava) e também em condições plataformais, pouco profundas, com variável nível de energia (Formação III - Subgrupo Lajeado).

Nesse modelo, o Grupo Itaiacoca representaria um estágio pré-"rift" ocorrido no proterozóico médio, sendo, portanto, mais antigo que o Subgrupo Lajeado, do estágio "rift" (Proterozóico superior).

O modelo de Chiodi Filho (1984) propõe uma evolução tectono-sedimentar para a Faixa Apiaí, em dois estágios. O primeiro estágio, de caráter aulacogênico (1400 m.a.), está associado à deposição das rochas Itaiacoca, Água Clara, Perau e Turvo-Cajati (Silva & Algarte, 1981a,b), unidades estas inseridas no Grupo Setuva. O segundo evento, do tipo "rift" (1100-900m.a.), é representado pelas seqüências Capiuru, Votuverava e Lajeado (Grupo Açungui).

O "novo modelo geológico do Vale do Ribeira" proposto por IPT (1986), com base em Hasui et al. (1984a,b,c), reconhece no setor sul do Cinturão Ribeira dois domínios arqueanos (blocos São Paulo e Vitória), na área representados, respectivamente, pelos Complexos Apiaí-Mirim e Costeiro, delimitados pelo Lineamento Lancinha-Itapeúna. Sobre esses domínios, teriam se desenvolvido as bacias Setuva e Ribeira com preenchimento vulcano-sedimentar e cisalhamento dúctil de baixo ângulo generalizado e ligado ao cavalgamento do bloco Vitória sobre o São Paulo. No Proterozóico inferior teria ocorrido cisalhamento dúctil de alto ângulo com virgação das estruturas pré-existentes. Haveria ainda a possibilidade de ter ocorrido uma tectônica rúptil, sedimentação imatura e intrusões graníticas no início do Proterozóico médio. No decorrer do Proterozóico médio até o superior teria ocorrido a instalação, por processos ensiâlicos, das bacias Itaiacoca, Lajeado, Antinha e Capiuru, separadas por maciços rígidos. Durante o evento brasileiro se processariam o metamorfismo e a deformação das seqüências depositadas.

Soares (1987), ao integrar os regimes tectônicos e o magmatismo do escudo paranaense, reconheceu processos de estiramento litosférico, subducção, colisão marginal, colisão continental e uma fase pós-colisional. Nesse modelo, a bacia Setuva originou-se no Proterozóico inferior a partir de uma margem continental passiva, que evoluiu para uma bacia retroativa no Proterozóico médio, através de uma subducção do tipo cordilheirano, ocorrida entre 1400-1200 m. a.. A bacia Açungui corresponderia a um novo evento de "rift" continental (1000 m.a.) ocorrido através do arco magmático situado a oeste (Complexo Cunhaporanga). Por volta de 650-750m. a., essa bacia foi afetada pelo cinturão de cavalgamento associado a uma subducção "A". Com a colisão continente x continente, as seqüências vulcânicas do arco magmático formado foram erodidas, à exceção da seqüência de Abapã (idade pós Formação Itaiacoca). Posteriormente, seguiram-se a instalação das bacias Camarinha-Antinha (600 m.a.), os falhamentos transcorrentes, os "stocks" graníticos alongados (550 m.a.), as bacias molássicas (Grupo Castro) e as intrusões graníticas alcalinas (fase pós-colisional). Em síntese, nesse modelo o Grupo Itaiacoca representaria uma bacia intra-arco com porções vulcânicas preservadas.

Campanha et al. (1987) propuseram para a Faixa Apiaí, uma evolução a partir de uma subducção do tipo Cordilheirano durante o Proterozóico médio. Esse evento, com mergulho de placa oceânica de SE para NW, resultaria numa colisão continental cuja zona de sutura corresponderia às formações Perau e Iporanga. Nesse modelo, a porção norte do Complexo

Três Córregos (Complexo Apiaí-Mirim) e a Formação Água Clara representariam as raízes de um arco magmático, enquanto que rochas Itaiacoca e Lajeado corresponderiam a uma antiga sequência plataformal, separada pela ascensão do arco. Por outro lado, estes autores admitiram que o Subgrupo Lajeado também poderia representar uma bacia de arco frontal, restando para o Grupo Itaiacoca as características de uma bacia retro-arco. A Formação Capiru estaria associada a uma plataforma carbonática situada em outra margem continental. Segundo esses autores, a Formação Setuva faria parte do embasamento, havendo ainda a possibilidade dela corresponder às porções eu-geossinclinais da faixa.

Recentemente, Theodorovicz & Câmara (1988), retomando o trabalho de CPRM (1986), sugeriram que a evolução da Faixa Itaiacoca-Itapeva processou-se entre o Arqueano e o Proterozóico superior, corroborando IPT (1986). Propuseram o desenvolvimento, no Proterozóico inferior/médio, de uma bacia oceânica preenchida por uma sequência vulcano-sedimentar (Fm. Água Clara - Grupo Setuva), sobre um embasamento arqueano (milonitos, gnaisses e xistos-gnaissicos do Complexo Metamórfico Apiaí-Mirim). Segundo esses autores, ainda nessa época, instalou-se uma subducção do tipo B, com a geração de um arco-magmático (ortognaisses do Complexo Apiaí-Mirim) e de uma sequência vulcânica associada (seq. Bairro dos Prestes). No final do Proterozóico médio, ocorreram intrusões de granitos rapakiviíticos e formação de um "rift" continental com vulcanismo bimodal relacionado à fusão de placa oceânica (subducção "B"). Após o declínio do vulcanismo, seguiu-se a deposição clasto-

-química de caráter plataformai do Grupo Itaiacoca e três fases de dobramento. No Proterozóico superior processou-se uma colisão do tipo "continente x arco", com a colocação de granitos pós-tectônicos e ajuste de blocos através de falhas transcorrentes.

IV. LITOESTRATIGRAFIA E AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO

IV.1. CONSIDERAÇÕES ANTERIORES

Dados litoestratigráficos, sedimentológicos, paleontológicos e químicos, relativos ao Grupo Itaiacoca, assinalam um ambiente deposicional de baixa energia, sobre o qual se instalou uma sedimentação marinha de águas rasas, de caráter plataformar (Petri & Suguio, 1969; Bettencourt & Wernick, 1976; Fairchild, 1977; Silva et al., 1982; CPRM, 1983, 1984, Chiodi Filho, 1984; Campanha et al., 1987).

Na região sul de Itapeva (SP), Petri & Suguio (op. cit.) reconheceram sub-ambientes (fácies) de planície de maré (filitos e dolomitos) e ilhas barreiras (quartzitos) na sedimentação plataformar costeira Itaiacoca. Nessa mesma região, IPT (1982a), baseando-se em evidências geológicas regionais, apresentou uma compartimentação paleoambiental representada, a oeste, por planícies de maré (quartzitos grosseiros e conglomeráticos), ambiente lagunar (ritmitos e lentes de calcários escuros) e barreira carbonática (dolomitos estromatolíticos e brechas sedimentares), e a leste, por um ambiente de mar aberto (inferido e sem registros na área).

Na região de Abapã (PR), Marini & Bósio (1971) estudaram algumas estruturas estromatolíticas e sugeriram deposição em zonas intermarés de baías fechadas ou de planícies de maré lamacentas ("mud tidal flats") situadas atrás de ilhas

barreiras, sob condições energéticas muito tranquilas. Por outro lado, Trein et al. (1985), nessa mesma área, relacionam a seqüência metavulcano-sedimentar de Abapã (metarcósios, meta-vulcanitos, metarenitos e metaconglomerados) a uma possível sedimentação continental-costeira, tipo leque aluvial com graduação para um sistema deltaico.

IPT (1985a) trabalhando na área mapeada, relacionou o Grupo Itaiacoca a um ambiente plataformar com barreiras, porções proximais (praias) e distais.

Em resumo, o Grupo Itaiacoca tem sido subdividido em duas principais unidades litoestratigráficas: uma unidade de topo, constituída por metassedimentos clastos-químicos, e uma unidade basal vulcano-sedimentar, cujos termos vulcânicos a subvulcânicos são de composição básica a ultrabásica (vide tabela 6). Alguns autores têm sugerido que essa unidade basal possa pertencer ao embasamento da bacia, na qual se depositaram os sedimentos clasto-químicos superiores (Soares et al., 1987 ; Theodorovicz & Câmara, 1988).

Na tabela citada, destacam-se os trabalhos de IPT (1985a) e Soares et al., (op. cit.), por constituírem os únicos que trataram especificamente da área mapeada. IPT (op. cit.) reporta-se a uma seqüência metamórfica formada por quatro unidades de variada origem sedimentar: química/bioquímica (topo), psamo-pelítica (intermediária), pelítica e psamo-pelítica (base).

Soares et al. (op. cit.), estudando a área de Palmeirinha de Cima, identificaram três associações litoestrati-

TABELA 6 - Quadro Litoestratigráfico do Grupo Itaiacoca

ALMEIDA (1957)	CPRM (1984)	TREIN ET AL. (1985)	IPT (1985a)	CPRM (1986)	SOARES et al (1987)	SANTORO E FRASCÁ(1989)	THEODOROVICZ E CÂMARA (1988)
Filitos, sericíticos local, hematíticos e quartzitos					Metarenitos arcoseanos	Filitos e quartzo-filitos Metarritmitos Quartzitos	Metargilitos Metachert
????????????					- - DISCORDANTE - - - - -		????????????
MÁRMORES DOLOMÍTICOS (fm. Itaiacoca)	<u>METACALCÁRIOS ESTROMATOLÍTICOS</u> Metavulcânicas Meassiltitos e Metargilitos Metacherts	<u>MÁRMORES DOLOMÍTICOS</u> Metassiltitos e quartzitos (sequência carbonática)	<u>MÁRMORES DOLOMÍTICOS</u> Quartzitos finos Mármores dolomíticos local estromatolíticos	Metapelitos, metapsamitos, metarritmitos metachert, metacalcários dolomíticos e/ou calcíticos, localmente/estromatolíticos.	Metapelitos, Metacarbonatos e metavulcanitos	<u>DOLOMITA-MÁRMORE</u> <u>CALCITA-MÁRMORES</u>	<u>METADOLIMITOS SILICOSOS E</u> <u>METACALCÁRIOS ESTROMATOLÍTICOS</u> e metarritmitos
- - CONCORDANTE - - - Quartzitos e filitos quart	???????????? Metarenitos arcoseanos com passagens para filitos, xistos e metasiltitos Metavulcanitos e metaultramafitos		TRANSICIONAIS, GRADATIVOS Quartzitos Metassiltito caulínico Filitos Quartzitos Filitos	<u>INTERDIGITADOS</u> Metavulcanitos básicos-ultrabásicos a intermediários (metabasalto, metadiabásios, metagabros, metagabros, metapiroxenitos e metadacito-andesito). Clorita-xistos, talco-xistos, metacalcário, metaconglomerado, metatufos e máfico-ultramáficos(?)			???????????? Ritmitos formados por níveis cm de formações ferríferas, metassiltitos, metargilitos, metamarga e metarenitos finos
	<u>CONCORDANTE, BRUSCO, GRADACIONAL</u> Quartzitos e xistos carbonosos	???????????? Metavulcânicos e metarcósios Metarcósios e metarenitos (sequência Abapá)	<u>BRUSCOS/TRANSICIONAIS</u> Filitos e micaxistos quartzitos e mármores dolomíticos subordinados Metarenitos e metassiltitos	<u>INTERDIGITADOS</u> Metaconglomerados, quartzitos impuros, quartzo-xistos e quartzitos Metarenitos impuros com interdigitações de metavulcanitos, metavulcanitos, metariolito, quartzo-muscovita-xistos e metabasitos Metassedimentos areno-argilosos, carbonáticos Filitos carbonosos Metacalcário carbonoso, metarenitos com intercalações de xistos verdes e quartzitos			???????????? Rochas vulcânicas e subvulcânicas básicas (metadiabásio e metabasaltos)
Área estudada = toda a faixa	Área estudada = folha Guapiara (1:50.000)	Área estudada = região de Abapá (PR), sul da faixa	Área estudada = folha Barra do Chapéu (1:50.000)	Área estudada = folhas Rib. Branco e Eng. Maia (1:50.000)	Área estudada = folha Ouro Verde (1:50.000)	Área estudada = região de I Tapeva(SP) (1:50.000)	Área estudada = região de Rib. Branco(SP), norte da faixa

gráficas: xistos feldspáticos micáceos basais (correlatos à Formação Água Clara); rochas pelítico-carbonáticas com intercalações de quartzo-arenitos, vulcanitos fêlsicos e subvulcanitos básicos e metarenitos feldspáticos conglomeráticos na base.

Nos sub-itens abaixo segue-se a descrição dos aspectos observados pelo autor, que permitiram adicionar, aos dados já conhecidos, subsídios para o entendimento da estratigrafia da área.

IV.2. A LITOESTRATIGRAFIA NA ÁREA

Levando-se em consideração o diferenciado caráter litológico e as relações espaciais dos pacotes rochosos aflorantes na área, foi possível a individualização de 16 associações litoestratigráficas. Estas foram denominadas, informalmente, segundo uma sequência de letras entre A e P (localizadas na figura 8), as quais foram reorganizadas dentro de critérios formais mais abrangentes, no item IV.3.

O mapa e os perfis geológicos da área estudada (Anexos IV e V) apresentam a distribuição e as relações de contato entre as unidades litoestratigráficas mencionadas.

FIGURA 8 - Distribuição das Unidades Litoestratigráficas e pontos com descrição de seções delgadas.

IV.2.1. *Unidade A: Metapsamítica-Arcoseana*

A unidade A distribui-se amplamente ao longo do contato com o Complexo Cunhaporanga, e de modo restrito, no núcleo antiformal do Bairro das Almas e arredores do Bairro São Domingos (ver perfis CD e EF - anexo V).

Constitui uma espessa (cerca de 2000m) e monótona sequência de rochas metapsamíticas de natureza arcoseana, representada, principalmente, por "meta-wackes" feldspáticos, bandados e laminados, xistosos e crenulados, com granulação média e fina. Ocorrem passagens para metarenitos sericíticos, "meta-wackes" quartzosos e metarenitos arcoseanos e feldspáticos. Secundariamente, afloram intercalações métricas e decamétricas de filitos quartzosos, filitos sericíticos, metassiltitos, metargilitos siltosos e metarenitos quartzosos.

Do ponto de vista metamórfico, a unidade A compreende um pacote de semixistos (Williams et al., 1982), formados por uma matriz levemente xistosa que engloba clastos reliquiais de quartzo e feldspatos (fotomicrografia 1). Correspondem a zona textural 3 (estruturas quartzíticas e matriz micácea) relacionadas a rochas de grau metamórfico muito baixo (Frey, 1987).

As colorações exibidas são diversas e variam desde tons esverdeados, rosados, e acinzentados, a tons esbranquiçados e/ou avermelhados quando as rochas apresentam-se muito intemperizadas.

Localmente, observam-se intercalados na unidade, corpos métricos e decamétricos de metabasitos verde-escuros,

FOTOMICROGRAFIA 1 - Aspecto dos meta-wackes no ponto 15 com grãos de microclínio e quartzo monocristalino em contatos decussados. Alguns grãos de quartzo apresentam tendência ao arredondamento, quando em contato com a matriz sericitica

xistosos e parcialmente anfibolitizados, e de sericita-xistos e biotita-xistos (pontos 5, 238 e 485, respectivamente).

Microscopicamente, os "meta-wackes" são formados por uma matriz quartzo-sericítica fina (15%), composta por flocos de sericita e grãos poligonais recristalizados de quartzo. Os clastos são constituídos de grãos de quartzo (60%), em geral arredondados, equidimensionais e com contatos intergranulares, pontuais e planares, predominando uma textura decussada. Os feldspatos perfazem cerca de 20% (15% de microclínio e 5% de plagioclásio), e ocorrem como clastos euédricos, ripiformes, apresentando zonamento local. Os plagioclásios têm maclas preservadas e os microclínios acham-se moderadamente sericitizados (fotomicrografia 1).

As principais estruturas sedimentares preservadas observadas nessa região são laminações e estratificações paralelas horizontais. Estas ocorrem devido a variações granulométricas nos metarenitos (p. ex.: areias médias e finas)e, localmente, a variações composicionais associadas a níveis de minerais pesados (magnetita, ilmenita, hematita, etc). Outras estruturas como acamamento microgradacional (ponto 8) e laminação cruzada tabular de baixo ângulo (ponto 242), também foram localmente reconhecidas nessa seqüência.

As associações estruturais e parâmetros litoestratigráficos relativos às demais unidades, sugerem que a unidade em pauta representa a seqüência basal do Grupo Itaiacoca na área mapeada. O limite inferior desta unidade é desconhecido e o superior, com a unidade B, faz-se ora atravês da Falha

do Bairro da Estiva, ora com passagens aparentemente gradacionais (Bairro das Almas).

A coluna litoestratigráfica da figura 9a exhibe a distribuição vertical das principais litologias e estruturas sedimentares presentes nessa unidade.

IV.2.2. *Unidade B: Metapelítica-carbonática*

Com raras exposições e reduzida área aflorante, esta seqüência representa uma estreita faixa (~200m de espessura aflorante) de metapelitos formados por ardósias bandadas e laminadas, com cores amareladas e acinzentadas, e passagens para metargilitos e metassiltitos. Ocorrem lentes de metadolos siltitos cinza-escuros de importância local.

Seu limite superior faz-se através de contato intrusivo e subconcordante com a unidade C, descrita a seguir (figura 9b).

Não foram observadas outras estruturas sedimentares senão laminações e estratificações paralelas horizontais.

A seção geológica CD (anexo V) mostra a disposição estrutural dessa unidade.

IV.2.3. *Unidade C: Corpo metabásico do Bairro das Almas*

A unidade C, aflorante apenas nos arredores do Bairro das Almas, é formada por um conjunto de rochas metabásicas intercaladas, subconcordantemente, com metassedi-

mentos clasto-químicos (ver seção geológica da figura 10).

Constitui-se de metadiabásios, metagabros, metabasitos xistosos e talcificados, metavulcanitos vesiculares e, localmente, metacromititos que se intercalam, sub-concordantemente, com metassedimentos carbonáticos argilosos, formados por metadolomitos esbranquiçados, metamargas, metadolomitos serpentinizados e talcificados, serpentina-xistos, talco-xistos e talco maciço/lamelar. A seção geológica CD (anexo V) e a figura 9b mostram, respectivamente, as relações de contato entre as litologias dessa unidade, e a posição estratigráfica em relação às demais unidades da área.

Os metadolomitos dessa unidade são brancos a cinza-claros, laminados e bandados, xistosos e maciços e, por vezes, acham-se com leitos parcialmente serpentinizados e talcificados. Níveis centimétricos contendo cristais euédricos de pirita (até 1 cm de aresta) também são comuns.

IV.2.4. *Unidade D: Metapelítica-carbonática*

A unidade D ocupa a porção central da área e possui espessura mínima aflorante de cerca de 2600m. É formada por grande variedade de metapelitos avermelhados, com intercalações métricas a decamétricas de filitos, metadolomitos, metamargas, e de ocorrências localizadas de metapsamitos finos a médios (topo) e de metabasitos alterados (base) (perfis AB e CD - anexo V e figura 9b).

FIG. 10 - Seção Geológica da Unidade C (parte)

Esta unidade sobrepõe-se à anterior, de modo concordante a subconcordante. Com a unidade E seu contato é gradacional e com F é concordante. O limite com as unidades D e G faz-se através da Falha Córrego Bandeirantes.

Os metapelitos estão representados, predominantemente, por metassiltitos finos amarelados e avermelhados. Na base da unidade ocorrem os termos mais finos como filitos sericíticos com níveis grafitosos, ardósias e metargilitos siltosos. Em direção ao topo, gradam para termos mais grossos como metassiltitos arenosos. Na porção mediana dessa unidade ocorrem lentes isoladas de quartzitos finos, cuja frequência aumenta em direção ao topo.

Microscopicamente, os metassiltitos exibem textura granolepidoblástica, grã muito fina (menor que 0,1mm) e a ocorrência de quartzo, sericita, clorita, turmalina e opacos. Finas laminações sedimentares são evidenciadas pela alternância de níveis quartzosos, micáceos, carbonosos e ricos em minerais opacos.

As rochas filíticas são sericíticas, localmente microporfioblásticas, de coloração cinza-prateada a avermelhada e até mesmo cinza-esverdeada quando enriquecidas em clorita (ponto 113). São rochas bandadas e laminadas, e localmente possuem níveis métricos de filitos grafitosos (ponto 207). Em seção delgada, exibem textura lepidoblástica e matriz muito fina, formada por sericita, quartzo, e microporfioblastos de clorita, filmes carbonosos e cristais milimétricos de pirita

Através do teste de ataque químico com Alizarina vermelha e ferricianeto de potássio (Dickson, 1965) nos meta-carbonatos puros dessa unidade, foi possível o reconhecimento de metadolomitos, metadolomitos calcíticos e metacalcários dolomíticos (tabela 7). Estas rochas ocorrem como intercalações métricas a decamétricas, e apresentam-se finamente cristalinas, pouco estratificadas e com coloração cinza-escura a preta (pontos 24 e 407).

Termos impuros como metadolomitos xistosos, metadolossiltitos, metamargas, filitos carbonáticos e clorita-mármore também estão presentes nessa unidade, mas de modo subordinado.

Microscopicamente, os mármore dolomíticos são rochas equigranulares, finamente cristalinas, com textura granoblástica a grano-lepidoblástica, e são formados por cristais subeudrais de carbonatos com tamanho entre 20 e 100 microns, quartzo, sericita, clorita, talco e opacos. O acamamento é evidenciado por um microbandamento quartzoso e por variações granulométricas.

Na unidade D foram reconhecidas diversas estruturas sedimentares. Dentre elas, predominam as laminações (ocasionalmente, estratificações) horizontais que, muitas vezes, produzem padrões rítmicos nas rochas. Estas estruturas são evidenciadas pela alternância brusca ou gradacional, de tonalidades acinzentadas, arroxeadas, avermelhadas, amareladas e esbranquiçadas, causadas por variações composicionais e/ou

TABELA 7 - Ataque químico em metacarbonatos

PONTO/ UNIDADE	GRAU EFERVESCÊNCIA (HCl - 1,5%)	A.R.S + P.F.	A.R.S	CLASSIFICAÇÃO DA ROCHA
18-D	Fraca	Azul turquesa	Azul turquesa	metadolomito
24-D	Boa	Azul turquesa	rosado	metacalcário dolomítico
35-G	Fraca	Incolor	Incolor	metadolomito
50-G	Negativo	Incolor	Incolor	metadolomito
224-G	Fraca	-	Rosa e incolor	metadolomito calcítico
288-G	Negativo	-	Azul turquesa	metadolomito
366-G	Negativo	-	Rosa	metadolomito calcítico
407-D	Alta	Azul turquesa	Azul turquesa	metadolomito calcítico
442-D	Negativo	Rosa	Rosa	metacalcário dolomítico
444-D	Alta	Azul	Azul	metadolomito calcítico
468-G	Negativo	Incolor	Incolor	metadolomito
508-G	Negativo	Rosa	Rosa	metacalcário dolomítico

* A.R.S = Alizarim red S.; P.F. = Potassium ferricyanide

granulométricas (pontos 210, 422, 438). Microscopicamente essas laminações atingem espessuras de até 0,2mm, sendo representadas por alternâncias de níveis quartzosos e micáceos (ponto 204), níveis metareníticos e metassiltíticos (ponto 140) e zonas enriquecidas de minerais opacos e manchas carbonosas (pontos 11 e 143).

Nas porções onde ocorrem metassiltitos com intercalações arenosas (quartzitos e metarenitos), sempre são observadas as seguintes estruturas sedimentares: acamamento gradacional normal (pontos 97 e 143); laminações cruzadas tabulares de baixo ângulo (ponto 438); laminações cruzadas acanala-das ("ripples"); acamamento ondulado ("wavy") (pontos 24 e 143); acamamento lenticular ("linsen") (pontos 24, 210 e 427); laminações convolutas (pontos 24 e 204); micro-ondulações geradas por correntes e ondas ("ripples") (pontos 143 e 427); macro-ondulações (ponto 438) e estruturas de sobrecarga ("load casts") (ponto 407) (ver figura 9b).

Nos metadolomitos, o acamamento (horizontal), quando visível, é dado pela alternância entre camadas maciças, laminadas e xistosas (ponto 407).

Os metapsamitos exibem apenas laminações microscópicas.

IV.2.5. *Unidade E: Quartzítica*

A unidade E é de grande destaque na paisagem, ocorrendo na forma de serras alongadas (Serra de Itapirapuã),

com topos angulosos ou arredondados. É constituída por uma faixa de rochas quartzíticas com mergulhos para NW. O contato basal, com a unidade H, é originalmente gradacional, porém, mostra-se muito tectonizado pela Falha da Serra de Itapirapuã. O contato com a unidade F, superior, é gradacional (perfil CD - anexo V).

A unidade E ocorre ainda em uma pequena serra sinuosa (Serra do Capim Branco), de natureza quartzítica, disposta entre as unidades D e G (ponto 110). É também encontrada em forma de lente no topo da unidade D, junto à Falha do Córrego Bandeirantes. Nesta área (pontos 92 e 207) ocorre em pequenas elevações descontínuas, constituídas de metarenito médios a microconglomeráticos.

Os quartzitos da Serra de Itapirapuã apresentam espessura média em torno de 150m. São esbranquiçados, intensamente recristalizados, possuem grã fina a média, estrutura maciça e, em alguns locais, textura sacaróide. Nas proximidades das falhas que cortam a área, apresentam textura orientada e aspecto friável (milonitos e cataclasitos). Níveis milimétricos de sericita, definindo uma tênue xistosidade de fluxo (ponto 66), ocorrem às vezes. Termos micáceos aparecem no topo da unidade. Nas proximidades do Bairro Mato Dentro, ocorrem, no topo da unidade, metarritmitos cloríticos formados pela alternância centimétrica de quartzitos finos e quartzo-clorita-xistos, e ainda algumas intercalações métricas de microconglomerados quartzosos, metassiltitos, metargilitos e quartzitos finos (essas rochas estão na passagem para a unidade F).

No ponto 92, os metapsamitos estão representados por camadas e lentes de ortoquartzitos finos e maciços e metarenitos conglomeráticos localmente feldspáticos. Em seção delgada, esses metarenitos são sustentados por arcabouço com grãos de quartzo predominantemente angulosos a arredondados, com granulometria de areia grossa e baixo grau de seleção. A matriz é quartzítica, fina, com pouca sericita. Os clastos feldspáticos (plagioclásios) não ultrapassam 10% e exibem formas euedrais e alongadas.

Microscopicamente, as rochas da unidade E correspondem a metarenitos quartzosos e ortoquartzitos. Estes últimos são granoblásticos, equi a inequigranulares, finos (0,1mm), não orientados a levemente foliados. Os cristais de quartzo possuem extinção reta e contatos poligonais na forma de mosaicos. Os metarenitos quartzosos são constituídos por 80-90% de cristais de quartzo de grã entre 0,2 e 0,5mm, com contornos decussados fortemente recristalizados, ou contornos poligonais. Possuem ainda 5-10% de sericita fina.

De maneira geral, a unidade E não exibe muitas estruturas sedimentares. Em alguns locais (ponto 66) observou-se a presença de laminações paralelas horizontais ocasionadas por variações granulométricas (microscópicas) e acamamen-tos microgradacionais normais.

IV.2.6. *Unidade F: Metapelítica-Arenosa*

Com uma espessura estimada em até 200m, a unidade F acha-se posicionada entre as unidades E e G, e as unidades I e J, através de contatos concordantes e de natureza gradacional (seções CD e IJ-anexo V). De morfologia pouco expressiva, seus morrotes confundem-se com o modelado das unidades G e H.

Litologicamente, constitui uma sequência de metasiltitos finos acinzentados intercalados com metarenitos finos castanho-amarelados. Também são encontrados metarritmitos areno-pelíticos, filitos sericíticos e grafitosos, quartzitos siltosos, metassiltitos esverdeados e metargilitos esbranquiçados, além de níveis (dm) conglomeráticos na base.

No ponto 267 (Serra de Itapirapuã) ocorrem metasiltitos feldspáticos, sericíticos e arenosos, lembrando alteração de rochas graníticas.

Estratificações e laminações horizontais são comuns em todas as litologias dessa unidade.

IV,2.7. *Unidade G: Metacarbonática*

Exibindo didática morfologia cárstica de clima úmido, com inúmeras feições de dissolução (cones cársticos, dolinas, sumidouros, vales vegos, etc.) a unidade G aflora ao longo de duas megaestruturas sinformais (Bairro dos Campos e Capim Branco). Seu contato com a unidade F, inferior, é gradacional (perfis AB, CD e EF - anexo V).

Esta unidade, provavelmente, constitui o topo do Grupo Itaiacoca, sendo sua espessura estimada em cerca de 1.700m.

De acordo com a classificação química de algumas amostras, as rochas da unidade G são de composição original do lomítica (figura 11), diferenciada em termos calcíticos e cálcio-dolomíticos (tabela 7).

A unidade G é basicamente formada por uma sequência de mármore dolomíticos, puros e impuros, finalmente cristalinos e de colorações acinzentadas, esbranquiçadas e rosadas. Localmente ocorrem termos impuros na forma de metadolomitos xistosos, metadolomitos silicificados ou argilosos (metamargas). Intercalações decamétricas de "metachert", metassilitos laminados e faixas métricas de filitos sericíticos e grafitosos (ponto 57) ocorrem, subordinadamente, na base da unidade. Camadas decamétricas de quartzitos finos e metassilitos ocorrem ainda na base da unidade.

São também comuns, na unidade G (p.ex.: ponto 508), estruturas diagenéticas associadas a processos de dissolução, tais como "fabric fenestrae" e "stromatactis", indicativas de ambiente marinho vadoso (figura 12) e estruturas do tipo cimentação fibrosa com cimentos A e B, indicativas de ambiente marinho freático (Longman, 1980; Coudray & Montaggioni, 1985).

As rochas carbonáticas dessa unidade podem ser classificadas segundo 6 tipos faciológicos:

a. mármore maciços - são rochas puras e impuras (quartzo < 10%) finalmente cristalinas e muito fraturadas, pos

FIGURA 11 - Diagrama de Classificação Química dos Metacarbo-
 natos das Unidades G e J
 (modificado de Martinet & Sougy, 1961)

a)

b)

FIGURA 12 - Estruturas diagenéticas em metadolomitos da Unidade G; a) 'fabric fenestrae' e b) 'stromatactis'

suindo colorações cinza, cinza-claro, creme e rosado. Quase sempre estão associadas a outros tipos faciológicos, na forma de pequenas passagens métricas ou até mesmo bancos espessos e contínuos. Os mármore impuros podem apresentar planos micáceos, vênulas e fraturas preenchidas por quartzo (pontos 51 e 52), e, ainda, porções silicificadas resultantes da substituição de carbonatos por sílica (ponto 258). Microscopicamente, exibem textura granoblástica isogranular e poligonizada, com cristais equigranulares e finos (<40 microns) de dolomita e, localmente, cristais de quartzo eudral poligonizados;

b. mármore laminados - estas rochas possuem marcante laminação sedimentar (recristalizada) paralela horizontal, levemente ondulada, com alternância de tons acinzentados variando entre escuros e claros até brancos (foto 1). Nos termos puros esta laminação ocorre devido a variação de granulação (pontos 307 e 397) e variações de tonalidades (pontos 224, 291, 367 e 545). Nos impuros, é dada pela presença de níveis milimétricos, contínuos ou lenticulares, de natureza siltica-quartzosa, em grande parte transformados em planos quartzo-micáceos (ponto 468). Em seção delgada, exibem cristais anedrais de dolomita com tamanho de 20 a 50 microns, dispostos numa textura granoblástica inequigranular e poligonizada. Quartzos eudrais, com diâmetros em torno de 50 microns, ocorrem em arranjos granoblásticos. Veios bem cristalizados de dolomita espática (cimento B) acham-se paralelos às lâminas quartzosas;

c. mármore oolíticos e episolíticos - ocorrem, por

FIGURA 13 - Tipos Carbonáticos da Unidade G: a) intraclásticos (b,c) estromatolíticos

Fotografia 1 - Aspecto de laminação descontínua (algal) em metadolomito da Unidade G

toda a área, mármore s ricos em oólitos (1 a 2m de diâmetro) e ou pisólitos (3 a 5mm). A forma destas partículas varia entre esférica, ovóide, elipsoidal, lenticular, e, às vezes, achatadas. As microestruturas internas são principalmente tangenciais ou concêntricas ocorrendo, também as de caráter radial. Segundo Kump & Hine (1985) as primeiras sugerem ambiente marinho de águas turbulentas, enquanto as últimas indicam águas calmas (fotomicrografia 2). No ponto 384, o arcabouço da rocha é formado por 60 a 80% dessas partículas (90% de pisólitos e 10% de oólitos) e possui grau de seleção moderado a bom. Os restantes 40 a 20% da rocha são constituídos por cimento dolomítico, que preenchem os espaços interpartículas (fibroso ou tipo A e em mosaico ou tipo B) e intrapartículas (apenas do tipo B). No ponto 505 notam-se mármore s pisolíticos cinza-claros com matriz finalmente cristalina. Aí, os pisólitos ocorrem inteiros e isolados, esféricos e ovais, e possuem estruturas tangenciais e distribuição segundo orientação sedimentar (So). Os tamanhos variam entre 3 a 20mm. Estruturas laminares arqueadas do tipo estromatolíticas forma também observadas. Os mármore s onde predominam partículas oolíticas (pontos 34, 39, 274 e 366) são maciços, de coloração cinza a cinza-claro, e exibem faixas irregulares e descontínuas de textura "mosqueada". Muitas vezes, a ocorrência de oólitos é quase imperceptível devido a processos diagenéticos (micritização, etc.) e de recristalização metamórfica;

d. mármore s intraclásticos - ocorrem como manchas irregulares nos mármore s dolomíticos maciços das porções inferiores da unidade. São puros, de coloração cinza, branca e

FOTOMICROGRAFIA 2 - OOIDES com estrutura interna concêntrica
agregados por cimento fibroso (centro) e
esparítico

rosada, caracterizados por intercalações centimétricas de camadas contendo intraclastos carbonáticos (clastos angulosos de mármoreoolítico) e matriz finamente cristalina (ponto 366 e figura 13a).

e. mármorees estromatolíticos - ocorrem principalmente nos pontos 224 e 508. São formados por bancos de mármorees dolomíticos caracterizados pela presença de colunas de estromatólitos ou de laminações irregulares e onduladas lembrando os criptalgaminitos. As colunas de estromatólitos são, geralmente, ramificadas, paralelas entre si, mas raramente apresentam ligações laterais. A laminação é pouco convexa e definida pela alternância de cores. No ponto 224, foi encontrado ainda um pequeno (40cm) bioherma (tipo arborescente), com ramificações e colunas divergentes dentro de mármorees dolomíticos esbranquiçados, finamente laminados (figuras 13 b,c).

Na unidade G, como um todo, quando ocorrem intercalações com níveis metarenosos (pontos 49, 51, 291 e 468), são observadas diversas estruturas sedimentares como: laminação e estratificação cruzada tabular de baixo ângulo e laminação cruzada acanalada (ponto 51); acamamento ondulado ("wavy") (ponto 468); acamamento lenticular ("linsen") (pontos 49 e 51); estratificação cruzada com camadas frontais recumbentes (pontos 51 e 291), e microondulações geradas por ondas e correntes ("ripples") (ponto 51). No ponto 544, parece ocorrer estruturas "teppes" em metadolomitos laminados.

As figuras 14 a,b mostram a distribuição vertical das principais estruturas sedimentares da Unidade G.

IV.2.8. *Unidade H: Metapelítica-Arenosa*

Esta unidade representada morfologicamente por uma sequência de morros e morrotes paralelos (anexo I), ocupa a região entre as serras de Itapirapuã e do Macaco, ocorrendo ainda a NW da Serra de Bom Sucesso e ao longo do limite oriental faixa metassedimentar (Falha de Itapirapuã). Seu contato inferior não foi encontrado na área, porém, seu contato superior é bem marcado através de passagens gradacionais, para os quartzitos das unidades E, I e K (seções AB e CD - anexo V).

A unidade H, com uma espessura mínima de 1100m, é formada por filitos sericíticos avermelhados, localmente porfiroblásticos sobrepostas por um pacote de metarritmitos quartzosos com várias intercalações métricas e decamétricas de quartzo-filitos, metassiltitos, quartzitos e filitos grafitosos. Estes últimos geralmente encontram-se no topo desta unidade (figuras 15 a,b).

Os filitos sericíticos, quando frescos, são acinzentados, mas quando intemperizados apresentam cores com tons avermelhados, amarelados, acastanhados e arroxeados. São horizontalmente estratificados, laminados e bandados. Localmente, encontram-se moldes milimétricos de minerais ferruginosos (pirita?) dispersos na rocha.

Microscopicamente, foram identificados nesses filitos, sericita, minerais argilosos, quartzo e opacos, dispo-

FIGURA 15 - Colunas litoestratigráficas das Unidades H na seção geológica AB (a) e H e K na seção CD(b)

tos num arranjo lepidoblástico. As rochas são finamente laminadas, sendo o acamamento sedimentar dado por variações no conteúdo de opacos e sericita, e variações na granulação dos cristais de quartzo.

Em termos de estruturas sedimentares, os metarritmitos quartzosos do topo desta unidade, apresentam: acamamento gradacional normal (ponto 376), laminação cruzada tabular de baixo ângulo e acanalada (pontos 376 e 404), acamamento ondulado ("wavy") e lenticular ("linsen") (pontos 160, 376 e 404), microondulações geradas por correntes e/ou ondas (pontos 376 e 404) (foto2) (figuras 15a,b).

IV.2.9. *Unidade 1: Quartzítica*

Esta unidade abrange as Serras do Macaco, Bom Sucesso e Chupim, as quais compõem um relevo residual formado por serras alongadas de topos angulosos e aplainados.

É constituída por quartzitos puros, intensamente recristalizados, esbranquiçados, muito fraturados, de granulação fina a média, com estrutura maciça e localmente estratificada (ponto 408). A textura sacaroidal também é comum nessas rochas. Em alguns locais (ponto 344), elas gradam para quartzitos sericíticos de coloração amarelada.

Em seção delgada (pontos 70 e 265), os quartzitos da unidade I representam ortoquartzitos finos, granoblásticos, equigranulares, e com granulação média de 0,2mm. Os cristais de quartzo exibem extinção reta e contatos poligonais.

Fotografia 2 - Estruturas sedimentares do tipo wavy, linsen e microlaminações cruzadas em metarritmos pe-
líticos-arenosos da Unidade H

Estratigraficamente, esta unidade sobrepõe a unidade H e é recoberta pela unidade F, através de contatos gradacionais (figura 16a). As seções geológicas AB e CD mostram as principais relações de contatos dessa unidade.

FIGURA 16 - Colunas litoestratigráficas das Unidades H, I, F (a) e H, I, F, J (b)

IV.2.10.

Unidade J: Metacarbonática-Arenosa

A Unidade J corresponde a cerca de 800m de meta dolomitos com intercalações de metarenitos em todo o pacote e metassiltitos no topo. Situada, na porção SE da área (oeste do Bairro Lagoinha), seu contato interior, com a unidade F, é gra dacional e o superior acha-se tectonizado pelas falhas de Itapirapuã e Taquaruçu da Serra (seção geológica IJ - anexo V).

Dentre os termos carbonáticos, podem ser clas - sificados os seguintes tipos: mármore dolomíticos, finos a mē dios, exibindo um marcante bandamento formado pela alternância de níveis maciços e esbranquiçados; mármore dolomíticos fina - mente cristalinos, brancos e creme-amarelados, maciços, puros e parcialmente silicificados, localmente estratificados (pon - tos 178 e 344); mármore dolomíticos ardosianos, cinza-claros e cinza-escuros, impuros, finos e medianamente cristalinos, e intercalados com filmes arenosos (ponto 474); mármore dolomí - ticos puros, pretos, finos, maciços e com tênue clivagem espa - çada (ponto 84).

Microscopicamente, os mármore são granoblásti - cos-heterogranulares, muito finamente cristalinos, e possuem 50% de cristais anedrais de dolomita com diâmetros em torno de 20 microns e outros 50% de cristais subeudrais com tama - nho de 100 microns. Poucos cristais de quartzo subeudrais dis tribuem-se esparsamente na matriz dolomítica, muito provavel - mente por reações de substituição. Os acamamentos são eviden - ciados por lâminas formadas por grãos de tamanhos diferentes,

linhas de concentração de opacos e quartzo.

As intercalações arenosas são representadas por metarenitos finos a médios, esbranquiçados e bem selecionados.

As principais estruturas sedimentares observadas na unidade J (figura 16b) são: estratificações e laminações horizontais, cruzadas tabulares de baixo ângulo (figura 17a), e laminações cruzadas acanaladas; acamamento ondulado "wavy" (ponto 84); estratificações cruzadas com camadas frontais recumbentes (ponto 474); laminações e acamamentos convolutos (figura 17b), além de "ripples" geradas por ondas e correntes e "sandwaves" (ponto 83). Nos metassiltitos castanhos e laminados do topo de J (ponto 83), observou-se ainda fragmentos inclusos de quartzito esbranquiçado (figura 17a).

IV.2.11. Unidade K: *Quartzítica*

Esta unidade aflora ao longo de uma faixa estreita, consistindo de pequenos morrotes alinhados de cristas angulosas, encaixados junto à Falha de Itapirapuã, na altura dos Bairros de Lagoinha e Arraial Queimado (perfil CD - anexo V).

A unidade K representa um pacote de 150m de espessura (figura 15b) de quartzitos brancos e amarelados, finos a médios, muito fraturados, com filmes pelíticos e níveis micáceos. Localmente quando afetados pela Falha de Itapirapuã,

FIGURA 17 - Estruturas Sedimentares da Unidade J: a) metasiltitos com laminações paralelas horizontais, cruzadas tabulares, fragmentos quartzíticos incluídos; b) acamamento convoluto em metadolomitos quartzosos

encontram-se intensamente milonitizados e fraturados, e apresentam visível estiramento mineral subhorizontal e estruturas de fluxo (foliação milonítica). Também são comuns ocorrências de lentilhas de cisalhamento e feições cataclásticas rúpteis. Também, em seção delgada, observam-se cristais alongados de quartzo e feldspato e disposição alinhada de minerais micáceos, como clorita e muscovita (ponto 88).

A unidade K mostra estruturas sedimentares do tipo microlaminações cruzadas tabulares de baixo ângulo ("ripples"), e laminações horizontais.

As relações espaciais de campo revelaram que essa unidade situa-se acima da unidade H, através de contato gradacional, conforme pode ser verificado ao longo do perfil CD (anexo V).

IV.2.12. *Unidade L: Metapsamítica-Feldspática*

Exibindo relevo residual de morros com cristas de topos angulosos e arredondados, esta unidade representa a Serra das Antas, situada na porção NW da área mapeada (figura 8).

Trata-se de um conjunto pouco definido de rochas quartzíticas com espessura aparente de 300m (fig. 18a), sotopostas concordantemente à unidade M, e em parte afetada por intrusões graníticas do Complexo Cunhaporanga (ver seção geológica GH - anexo V).

Na unidade L predominam metarenitos puros e impuros, de coloração esbranquiçada, grã média a grossa, com tex-

tura maciça a localmente foliada e estratificada. Os termos puros correspondem a quartzitos geralmente silificados, e os impuros a metarenitos feldspáticos e arcossianos (ponto 312).

Microscopicamente, essas rochas são granoblásticas a grano-lepidoblásticas, sacaroidais e se apresentam bandadas a laminadas, devido a intercalações de níveis quartzosos centimétricos e quartzo-micáceos (sericita) milimétricos, internamente laminados. A maioria dos grãos de quartzo são monocristalinos, bem arredondados e possuem diâmetro médio de 0,4mm, além de boa seleção entre os grãos maiores (fotomicrografia 3).

Estratificações e laminações horizontais definidas principalmente por variações granulométricas, estratificações e laminações cruzadas tabulares de baixo ângulo e laminações cruzadas acanaladas, foram as únicas estruturas sedimentares encontradas nessa unidade (pontos 311 e 312).

IV.2.13. *Unidade M: Metapelítica Carbonática*

A unidade M constitui um pacote metapelítico-carbonático, com pelo menos 1000m de espessura (fig. 18a), disposto concordantemente entre as unidades L e N (seção geológica GH - anexo V). Possui orientação geral N20-40W e é também afetada por granitos do Complexo Cunhaporanga, à SW.

É geomorfologicamente heterogênea, exibindo paisagens do tipo colinas pequenas e paralelas, morrotes residuais arredondados, morrotes alongados e feições cársticas. Tal fato

FOTOMICROGRAFIA 3 - Aspectos de grãos de quartzo monocristalinos angulosos e arredondados e variação na composição da matriz em meta-wackes do ponto 312

deve-se a intensa e descontínua cobertura de sedimentos paleozóicos (Fm. Furnas) presentes nesse setor da área.

Em termos litológicos, é composta por uma sequência metapelítica fina constituída por filitos sericíticos, metassiltitos e ardósias, contendo intercalações métricas a decamétricas de mármore dolomíticos. Estromatólitos e ortoquartzitos ocorrem apenas no topo da unidade.

Nos termos finos são marcantes as laminações e estratificações horizontais do tipo rítmico, evidenciadas pela alternância entre tons claros e escuros e por variações granulométricas sutis. Em seção delgada, ocorre grande quantidade de minerais micáceos (sericita), alinhados e orientados, sendo o acamamento dado por variações na granulação e na concentração de matéria carbonosa.

Os mármore desta unidade são representados por metadolomitos ardosianos, de coloração cinza e cinza-escuro e finalmente cristalinos. Geralmente são bandados e laminados, mas também ocorrem os tipos maciços (metadolomitos puros).

No ponto 467 foram encontrados bancos de metadolomitos puros, finos, de coloração cinza que apresentam estromatólitos colunares. Estes estromatólitos são assimétricos e alongados (segundo a direção N-S) e estão aparentemente deformados. Possuem coloração cinza-amarelado clara enquanto a matriz (entre as colunas) é cinza-pálido. Níveis silicosos (1 - 2cm) ocorrem intercalando as lâminas estromatolíticas, e podem representar deposição de areias muito finas incorporadas aos estromatólitos. Dados de campo sugerem a presença de

pequenos biohermas (foto 3) com espessura estimada em torno de 7m.

Além das laminações e estratificações horizontais observam-se ainda as seguintes estruturas sedimentares: acamento ondulado e lenticular ("wavy" e "linsen") (pontos 463 e 536), laminação "climbing" e microondulações ("ripples") geradas por correntes e/ou ondas (ponto 246). Na figura 18a consta a distribuição vertical dessas estruturas.

IV.2.14. *Unidade N: Metacarbonática Argilosa*

Esta unidade assenta-se concordantemente sobre a unidade M e faz contato tectônico (Falha de Palmeirinha de Cima) com a unidade O (vide seção geológica GH - anexo V).

É formada, predominantemente, por metadolomitos puros e impuros com colorações que variam de branco a cinza - escuro. Os mármore puros geralmente são finos, cristalinos e possuem cores acinzentadas. Alguns tipos são maciços, enquanto a maioria exibe um bandamento milimétrico a centimétrico (laminação e estratificação horizontal), formado pela alternância de porções xistosas/filíticas e maciças. Soares et al. (1987) reconheceram algumas ocorrências de estromatólitos nessa unidade (a oeste do ponto 316).

Os termos impuros estão representados por cálcio-xistos, cálcio-filitos e ardósias dolomíticas de coloração cinza a cinza-escuro, com grã fina a média, e por filitos carbonáticos e metadolomitos ardosianos, muito finamente bandados

Fotografia 3 - Banco de metadolomitos estromatolíticos com formas colunares, algumas interligadas (ponto 467)

(laminções horizontais), bandamento este com tñues ondulações (figura 18a).

Em seção delgada, os mñrmores são finamente cristalinos e laminados, com acamamento dado pela alternância entre lâminas de composição distinta (micãcea, carbonática, quartzo-carbonática e quartzosa) e por variações granulométricas entre as porções carbonáticas.

IV.2.15. *Unidade 0: Metapsamítica-Feldspática*

Exibindo um relevo residual de morros com topos angulosos e arredondados, a unidade 0 aflora ao longo de duas cristas antiformais que compõem a Serra dos Cochos.

Com uma espessura estimada em cerca de 300m (fig. 18b), esta unidade é formada predominantemente por metarenitos feldspáticos e quartzosos, grosseiros, de coloração rosa-esbranquiçada e francamente foliados. Situa-se estratigraficamente abaixo da unidade P através de passagem gradacional, sendo o seu contato inferior obliterado tectonicamente (ver perfil GH - anexo V).

Microscopicamente, essas rochas representam metarenitos médios a grossos, não foliados, com grãos levemente arredondados e traços de muscovita nos limites intergranulares (ponto 540 - fotomicrografia 4). Localmente, os grãos de quartzo acham-se estirados segundo uma orientação principal.

No alto da Serra dos Cochos (ponto 540), observou-se metarenitos com estratificação horizontal originada por

FIGURA 18 - Colunas litoestratigráficas das Unidades a) L, M, N e b) O, P

FOTOMICROGRAFIA 4 - Aspecto de arredondamento preservado em
grãos de quartzo monocristalino com con-
tornos decussados (ponto 540)

variações granulométricas. Recentemente, próximo desse local, Soares et al. (1987) identificaram rochas metavulcânicas básicas no limite superior dessa unidade.

IV.2.16. *Unidade P: Metapelítica Carbonática*

A unidade P é representada na topografia por um conjunto de morrotes alongados e estreitos com "ilhas" de relevo cárstico. Com uma espessura mínima de 750m (figura 18b), essa unidade ocorre no flanco oriental da Serra dos Cochos e faz limite com a unidade A através da Falha do Rio Itararé (fig. 8). Situa-se por cima da unidade O em contato gradacional (ver perfil GH -anexo V).

Nesta unidade predominam filitos sericíticos acinzentados e metassiltitos acastanhados, ambos exibindo estratificações e laminações horizontais. A tendência rítmica do acamamento é evidenciada pela alternância de bandas milimétricas com tons claros e escuros, associadas, respectivamente, a rochas de grã mais grossa (metarenitos e metassiltitos) e de grã mais fina (metargilitos e ardósias).

Também são freqüentes intercalações métricas a decamétricas de mármore dolomíticos finamente cristalinos, cinza a cinza-escuros, maciços ou finamente bandados (ponto 318). Este bandamento é centimétrico e formado por alternância entre níveis milimétricos maciços e laminados. Ainda entre esses mármore, ocorre um tipo estratificado com níveis milimétricos de metadolomito intraclástico (matriz fina e clastos an

gulosos e orientados com até 1cm de diâmetro) e metadolomitos maciços e finos.

Microscopicamente, os metassiltitos são finamente laminados e formados por quartzo e minerais argilosos. O acamamento sedimentar é evidenciado pelas diferenças de granulação, presença de filmes de opacos e variações no conteúdo de quartzo.

IV.3. *Correlações Estratigráficas e Ambientes de Sedimentação*

Na área mapeada, as unidades litoestratigráficas anteriormente citadas acham-se distribuídas em seis principais compartimentos delimitados por zonas de falhas. Tendo por base as relações de polaridade sedimentar e clivagem/acamamento encontradas nestes compartimentos, elaborou-se sete colunas estratigráficas esquemáticas, conforme mostra a figura 19.

As correlações entre os compartimentos foram baseadas nas litologias e no ambiente de sedimentação caracterizados para cada unidade litoestratigráfica. As unidades quartzíticas foram tomadas como unidades-guia nessas correlações.

Unidades L, O e A

Estas três unidades constituem pacotes de metasedimentos psamíticos, finos e grossos, arcoseanos e feldspáticos, com grãos de quartzo detrítico arredondados, ricos em

FIGURA 19 - Correlações Litoestratigráficas da área

estratificações e laminações horizontais. Correspondem às porções basais dos domínios Serra das Antas, Serra dos Cochos e Bairro das Almas.

As características sedimentares dessas unidades sugerem que, à época da deposição das mesmas, ocorreram misturas entre areias quartzosas bem retrabalhadas e sedimentos quartzo-feldspáticos muito imaturos e pouco retrabalhados, ambos provavelmente originados de fonte granítica. Isso revela sedimentos pré-existentes, provenientes de ciclo(s) sedimentar(es) anterior(es) (estabilidade tectônica) misturados a sedimentos mais jovens provenientes de um novo ciclo erosivo, com deposição e sedimentação rápidas (instabilidade tectônica), constituindo fanglomerados e/ou depósitos de leques aluviais.

A correlação proposta entre as unidades L, O e A, bem como suas dimensões aflorantes, permitem seu agrupamento a nível de formação litoestratigráfica. Para elas propõe-se o nome de Formação Bairro da Estiva (nome da localidade onde se situa o estratótipo dessa formação - figura 9a).

Unidades M, P, B-D e H

Estas unidades constituem sequências metapelíticas caracterizadas pela ocorrência de laminações e bandamentos rítmicos. A ocorrência de lentes arenosas (quartzitos) em metapelitos arenosos marca o topo de todas essas unidades. Intercalações espessas de metacarbonatos escuros ocorrem em todas, exceto na unidade H. Nas litologias de topo são comuns as seguintes estruturas sedimentares: acamamentos gradacionais, lenticulares (linsen) e ondulados (wavy), laminações e estra-

tificações cruzadas de baixo ângulo, laminações acanaladas, "climbing" e convolutas. No topo de D e H também ocorrem lentes decimétricas de filitos grafitosos entre os metapelitos. No topo da unidade M foram encontrados bancos estromatolíticos (biohermas), sugerindo um subambiente de planície de maré.

Todas essas características sugerem que:

- a. grande parte dessas sequências foram depositadas em águas profundas, como num ambiente de plataforma continental, sob condições de baixa energia hidrodinâmica e, localmente redutoras;
- b. as unidades M, P e B-D provavelmente constituíam fácies mais próximas de um continente localizado na porção ocidental da área, tendo sido depositadas em profundidades de "offshore" a plataforma continental interna;
- c. as lentes arenosas presentes nessas unidades provavelmente constituíram barras "offshore" e/ou tempestidos;
- d. a unidade H, sendo essencialmente pelítica (argilosa) e diferenciada das demais, reflete sedimentação em águas mais profundas como de "plataforma continental externa";
- e. em direção ao topo evidenciam-se mudanças no padrão de sedimentação e energia, e na distância em relação à linha de costa, com a contribuição efetiva de material terrígeno arenoso e, localmente (M), ambiente de planície de maré (maior proximidade com o "continente").

Tendo por base a correlação proposta entre as unidades M, P, B-D e H, sugere-se o agrupamento das mesmas na Formação Água Nova (o Ribeirão Água Nova corta um dos estratôtipos dessa formação - figuras 9b, 15a e 15b).

Unidades topo de M, E, F, I e K

Estas unidades compreendem seqüências pouco espessas, essencialmente arenosas, representadas por ortoquartzitos, metarenitos finos a médios puros, geralmente recristalizados e com porções conglomeráticas locais, na base. As poucas estruturas sedimentares preservadas correspondem a laminações horizontais, acamamentos microgradacionais normais e laminações cruzadas de baixo ângulo. Essas características sugerem deposição em ambiente praial (linha de costa).

Os metarenitos grossos do topo da coluna do domínio Bairro das Almas apresentaram grãos de quartzo angulosos e arredondados, baixo grau de seleção granulométrica, poucos feldspatos e sericitas. Isto sugere retrabalhamento por ondas com energia relativamente alta e fonte próxima.

As unidades E, I e K foram, então, agrupadas na Formação Serra do Macaco (inclue-se também o topo de M).

A unidade F constitui um fino pacote de intercalações de metapsamitos e metapelitos siltsosos sugestivas de deposição em ambiente "nearshore" a "offshore". Representa, portanto uma deposição costeira transicional entre a linha de costa e águas mais profundas. Sendo assim, pode também ser considerada como um membro da Formação Serra do Macaco.

Unidades N, G e J

Estas unidades compreendem a porção superior do Grupo Itaiacoca.

A unidade G constitui uma sequência de rochas metacarbonáticas (mármore dolomíticos claros e puros), com oólitos e pisólitos (estruturas concêntricas e radiais) e intraclastos nas porções inferiores, além de laminações algálicas e estromatólitos no topo. Texturas maciças ocorrem ao longo de toda a unidade e possivelmente são provenientes de processos diagenéticos. Essas características sugerem que essa unidade foi depositada em plataforma carbonática, inicialmente em águas rasas e predominantemente agitadas, que mais tarde tornaram-se pouco mais profundas e tranquilas, permitindo o desenvolvimento de bancos recifais.

A unidade N é constituída de metacarbonatos dolomíticos e calcíticos impuros, estratificados e bandados. O caráter impuro dessas rochas é dado pela presença contínua de intercalações pelíticas terrígenas, em grande parte do pacote. Assim, essa unidade corresponde a uma fácies diferenciada da plataforma carbonática, representada por uma deposição em águas mais profundas e com aporte de pelitos terrígenos provenientes do setor NW da área.

A unidade J é representada por rochas dolomíticas com intercalações arenosas terrígenas depositadas em ambientes de planície de maré, sendo portanto uma fácies costei

teira da plataforma carbonática. Isto implica na proximidade de uma fonte de material arenoso (continente) também no setor SE da área de estudo.

Portanto, tendo em vista a homogeneidade litológica e o caráter de sedimentação em plataforma carbonática das unidades N, G e J, propõe-se seu agrupamento na Formação Bairro dos Campos (localidade na qual situa-se a unidade G). As figuras 14a, 14b e 16b exibem as principais seções litoestratigráficas desta formação.

V. ESTRUTURAS TECTÔNICAS

V.1. *Considerações anteriores*

Diversos autores abordaram a evolução tectônica do Grupo Itaiacoca, enfatizando aspectos ligados a hierarquização de fases de dobramentos e episódios de cristalização metamórfica. De todos os trabalhos listados na tabela 8, destacam-se os seguintes pontos consensuais:

- natureza polideformada dos metasedimentos Itaiacoca;
- ocorrência de 3 fases de dobramentos (F_1, F_2, F_3) com geração de clivagens e xistosidades (S_1, S_2, S_3) e, ainda, de uma possível 4ª fase (F_4);
- associação da primeira fase de dobramentos a dobras isoclínicas/fechadas e a clivagem ardossiana (S_1) paralelo ao acamamento (S_0);
- a segunda fase principal, gera xistosidade de crenulação (S_2) e dobras abertas/fechadas de orientação axial NE;
- a terceira fase de dobramentos é transversal à segunda, e relaciona-se a dobras abertas / suaves com xistosidade de crenulação (S_3) orientada a NW.

Tabela 8 - Principais fases deformacionais e metamórficas do Grupo Itaiacoca

	1ª FASE	2ª FASE	3ª FASE	4ª FASE
Fuck (1967b) Merini et al. (1967) Trein et al. (1985)	dobramentos sim- ples, assimétricos e com flancos normais; <u>fácies xistos verdes</u>			
Hasui et al. (1980)	dobras isoclinais, cerradas intrafoliais contemporâneas ao metamorfismo regional	dobras com xistossidade ondulada e planos axiais subverticais	dobras variadas, associadas localmente a intrusões, falhas e crenulações	
CPRM (1984)	transposição plano-axial ($S_1//S_2$); dobramentos isoclinais cerrados com direção N50-70E	dobras abertas e geração de S_2 , com orientação N40-50E	superfície de crenulação (S_3) e dobramentos cruzados com direção N45W	sup. de crenulação (S_4) com direção NE-SW
IPT (1985a)	dobras abertas isópacas e local/fechadas; geração de clivagem ardósianas ou xistosidade (S_1); sericita + quartzo; dolomita + quartzo + calcita	dobras fechadas e abertas com ápices isópacos e espessados; geração de clivagem de crenulação (S_2); porfiroblastos sobrepostos à S_1 .	dobras abertas suaves com presença ou não de clivagem de crenulação S_3	
CPRM (1986)	dobramento isoclinal e aberto com geração de clivagem ardósianas com xistosidade (S_1); <u>crescimento de clorita + sericita + tremolita</u>	dobras abertas e suaves (coaxiais a D_1) e geração de clivagem de crenulação S_2 ; <u>crescimento de clorita + sericita + quartzo</u>	pequenas ondulações e xistosidade de crenulação (S_3) com direção N45W; <u>crescimento de clorita + sericita</u>	
UFFPR/MINEROPAR (1987)	Cavalcamento de baixo ângulo com direção de transporte NW-SE e geração de foliação principal (S_1)	dobras abertas, cerradas e isoclinais, dobramentos com eixos para NE em SW; geração de crenulações que afetaram os cavalcamentos F_1	falha transcorrente (Falha de Itapirapuã)	
Soares et al. (1987)	compressão progressiva devido a falhas de cavalcamento subhorizontal	evento rúptil compressional; falhas subverticais e dobramentos não holomórfica	evento rúptil distensional; suaves ondulações e falhas normais verticais	

Não obstante, mapeamentos geológicos da UFPr - Mineropar (1987) e Soares et al. (1987) reconheceram um novo padrão deformacional para o Grupo Itaiacoca. Esses trabalhos indicaram 3 fases de dobramentos, sendo que a fase principal (F_1) está relacionada ao desenvolvimento de cavalgamentos sub horizontais; a segunda (F_2), a dobras isoclinais e abertas; e a terceira (F_3) a falhas transcorrentes e normais, e a dobras suaves.

V.2. *Organização Megaestrutural*

O arranjo megaestrutural da área de estudo (figura 20) ressalta duas direções estruturais preferenciais discordantes. Uma, predominante na área, possui orientação NE-SW e a outra, concentrada na extremidade NW, tem alinhamento para NNW.

O setor SE é constituído por uma série de compartimentos delimitados por falhas, associadas ao Sistema de Falhamento Cubatão "sensu latu", conforme proposto por Sadowski & Motidome (1987). Ainda na figura 20, estão assinaladas as falhas maiores: Itapirapuã, Taquaruçu da Serra, Serra de Itapirapuã, Serra do Facão, Córrego Bandeirantes e Bairro da Estiva.

No tocante às estruturas dobradas, observou-se três grandes anticlinais e quatro sinclinais relacionadas a amplos dobramentos de 2ª e 3ª gerações, regionalmente afeta-

LEGENDA

ANTICLINAIS

- A₁: Ribeirão do Macaco
 A₂: Bairro das Almas
 A₃: Serra de Bom Sucesso
 A₄: Serra dos Cochós

SINCLINAIS

- S₁: Serra do Chupim
 S₂: Gramadinho
 S₃: Bairro dos Campos
 S₄: Capim Branco
 S₅: Serra das Antas
 S₆: Montaria

FALHAS

- F₁: Itapirapuã
 F₂: Taquaruçu da Serra
 F₃: Serra de Itapirapuã
 F₄: Serra do Facão
 F₅: Córrego Bandeirantes
 F₆: Bairro da Estiva
 F₇: Montaria
 F₈: Pameirinha de Cima
 F₉: Rio Itararé

- Falha normal
 Falha inclinada
 Falha inversa
 Falha transcorrente sinistral
 Falha transcorrente dextral
 Falha inferida
 Discordância
 Contato intrusivo

- Anticlinal revirado da 2ª fase
 Anticlinal plunjeante da 3ª fase
 Sinclinal plunjeante da 3ª fase
 Traço axial da 4ª fase

Área mapeada em 1:50.000
 0 2,5 10km

FIGURA 20 - Compartimentação Megaestrutural da área

dos por uma quarta fase de dobramentos. Estão representadas pelas anticlinais Ribeirão do Macaco, Bairro das Almas e Serra de Bom Sucesso e pelas sinclinais Serra do Chupim, Bairro dos Campos, Capim Barco e Gramadinho. A sinclinal do Capim Branco corresponde a uma megadobra de 3ª geração dobrada pela quarta fase, e, juntamente com seu par anticlinal do Bairro das Almas, constitui um padrão de interferência tipo domos e bacias (Ramsay, 1967), parcialmente interrompido pela Falha Córrego Bandeirantes. Da mesma forma a geometria da Serra de Bom Sucesso indica a superposição de grandes dobramentos transversais D_2 orientados a NE e reorientados a NW por D_4 .

NO setor NW foram caracterizados três estruturas dobradas (sinclinais Serra das Antas e Montaria e anticlinal da Serra dos Cochos) e três principais falhamentos (Montaria, Palmeirinha de Cima e Rio Itararé).

V.3. Meso e Microestruturas

V.3.1. Primeira fase de dobramentos (F_1)

Esta fase tem como principal registro uma foliação S_1 que afeta apenas o acamamento sedimentar (S_0) e se distribui de maneira diferenciada em várias litologias da área.

Nas rochas metapelíticas a foliação S_1 corresponde a uma clivagem ardosiana paralela e oblíqua ao acamamen

to (fotomicrografia 5). A foliação S_1 foi ainda reconhecida nessas rochas dentro de microlitons da fase posterior F_2 , apresentando-se como uma clivagem contínua e muito fina (menor que 0,5mm) (fotomicrografia 6).

A foliação S_1 também ocorre em domínios lentiformes pobres em filossilicatos e ricos em quartzo, na forma de uma clivagem ardosiária de domínio (Trouw, 1981). Microscopicamente S_1 é formada pela orientação planar de quartzo, sericita e clorita e, localmente por microporfiroblastos de quartzo e clorita. É comum ainda a ocorrência de sombras de pressão preenchidas por quartzo e clorita associadas à presença de cristais opacos e rígidos (pirita, magnetita, etc) que cresceram antes ou durante a primeira fase de dobramentos.

Nos metabasitos a foliação S_1 corresponde a uma xistosidade contínua e fina (granulação entre 0,5 e 1mm), enquanto nos metadolomitos maciços quartzitos e metaarenitos é difícil caracterização, devido à baixa competência dessas rochas (Ramsay & Huber, 1987b). Nos metadolomitos impuros e estratificados, ocorre na forma de uma xistosidade fina (nos níveis micáceos) ou resulta na recristalização metamórfica da laminação sedimentar (Sb_1).

Em relação aos dobramentos D_1 , eles são raros, mas quando reconhecidos, apresentam estilo isoclinal e caráter intrafolial (foto nº 4).

Em apenas um local (ponto 210) observaram-se lineações L_1 , de largura centimétrica, em metargilitos laminados (figura 21).

FOTOMICROGRAFIA 5 - Clivagem ardosiana S_1 transpondo S_0 (alternância de níveis micáceos e quartzo-micáceos)

FOTOMICROGRAFIA 6 - Relação entre S_0 , S_1 (subparalela e dobrada) e S_2 (clivagem de crenulação espaçada) com concentração de filmes de opacos

Fotografia 4 - Mesodobras isoclinais D_1 intrafoliais em meta dolomitos impuros da Unidade J

FIGURA 21 - Metagilitos exibindo lineações L_1 (estruturas em lâpis), foliações S_1 e S_2 e acamamento S_0 (Unidade D)

V.3.2. Segunda fase de dobramentos (F_2)

A 2ª fase de dobramentos tem caráter sin-xistoso e origina as estruturas mais comuns da área, representadas pelas foliações S_2 , lineações L_2 e dobras D_2 .

V.3.2.1. Foliações S_2

De um modo geral, a foliação S_2 , plano-axial às dobras D_2 , corresponde a uma xistosidade ou clivagem de crenulação, em relações geométricas variadas com planos anteriores (S_0 e S_1) e posteriores (S_3 e S_4) (figura 22). Com uma granulação mais grossa que a foliação S_1 , a foliação S_2 apresenta-se subparalela ao acamamento sedimentar (S_0).

Nos metapelitos, a foliação S_2 ora ocorre como clivagem de crenulação zonal a discreta, de padrão anastomosado a estilolítico (Powell, 1979), ora como clivagem fina diferenciada (Trouw, 1981). Em geral, quando transpõe a foliação S_1 , S_2 concentra em seus planos maior quantidade de filosilicatos (clorita e muscovita).

A foliação S_2 presente nos "meta-wackes" e semixistos da unidade A também aparece como uma xistosidade fina e diferenciada. Nessas rochas, arcos poligonais em muscovitas evidenciam a foliação anterior S_1 , dobrada, com S_2 , em posição plano-axial aos arcos (fotomicrografia 7).

Nos metadolomitos impuros a foliação S_2 é visualizada nos níveis micáceos, através de tênues crenulações em

FIGURA 22 - Foliações e Lineações:

- a) metassiltitos laminados do ponto 26 (Unidade D)
- b) S_0 , S_1 , S_2 , S_3 e S_4 em metassiltitos (ponto 93)
- c) talco foliado do Bairro das Almas (ponto 99)
- d) filitos sericíticos do ponto 143 (Unidade D)

Fotografia 5 - Padrão de interferência do tipo 3 entre dobra intrafolial D_1 e dobra aberta D_2 , em metadolomitos da Unidade J

FOTOMICROGRAFIA 7 - Arcos poligonais em muscovita de metawackes (ponto 7) exibindo foliação plano-axial S_2 (muscovita em posição de extinção)

S_1 , enquanto nos termos puros e laminados é evidenciada por fraca orientação dos cristais de carbonatos e também pela recristalização metamórfica do bandamento sedimentar (Sb_2). No ponto 474, nos arredores do Bairro Lagoinha, os metadolomitos impuros exibem um bandamento (Sb_2) com geometria paralela ao plano-axial de dobras intrafoliais abertas D_2 , superpostas à dobra isoclinal D_1 (foto nº 5).

Nos metabasitos a foliação S_2 está materializada como uma clivagem de crenulação fina com espaçamento milimétrico, disposta em posição plano axial à arcos poligonais de actinolita-tremolita (fotomicrografia 8).

V.3.2.2. *Lineações L_2 e E_2*

As lineações L_2 são representadas, principalmente, pelas lineações de intersecção dos planos S_0 e S_2 , com espaçamento subcentimétrico. Secundariamente, são lineações de crenulação de S_2 em S_1 , com espaçamento milimétrico e arranjo retilíneo (figuras 22 a,c,d). Localmente, as lineações L_2 acham-se deformadas pelas L_3 (figura 23).

No ponto 18, observou-se estruturas "mullion" de cimbétricas em metacalcários pretos associados à segunda fase de dobramentos.

FOTOMICROGRAFIA 8 - Arcos poligonais em tremolita-actinolita dos metabasitos da unidade C. Na parte inferior, anfibólios orientados em posição plano-axial (foliação S_2)

FIGURA 23 - Superposição de lineações L_3 e L_2 em filitos sericiticos da Unidade D (ponto 143)

V.3.2.3. Dobras D_2

Estas estruturas possuem dimensões que variam desde a escala microscópica até a escala de aerofotos (1 : 25.000. A nível de afloramentos, constituem as dobras mais abundantes da área de estudo. Estão desenhadas pelo dobramento de S_0 e S_1 e quase sempre acompanhadas de foliações plano-axial S_2 .

As dobras D_2 variam de isoclinais a abertas, similares a isópacas e simétricas a assimétricas (figuras 24 e 25).

Apesar das modificações impostas pelos dobramentos posteriores, observou-se dobras de charneiras espessadas, onde a curvatura do arco interno é geralmente maior que a do arco externo (dobras de sub-classe 2, segundo Ramsay, 1967) (figura 24b).

A superposição das dobras D_2 sobre as D_1 resulta em padrões de interferência dos tipos 2 e 3 (cogumelo e coaxial, segundo Ramsay), respectivamente em metassiltitos e metadolomitos, conforme consta na figura 26a e na foto 5. Em relação à superposição de dobramentos posteriores (D_3), o padrão é do tipo 3 coaxial (Ramsay, 1967), conforme visualizado na figura 26b.

FIGURA 24 - Perfis de dobras de 2ª geração:

- a) microdobra em "M" com clivagem de crenulação (S_2) plano-axial em filitos (ponto 51)
- b) dobra similar fechada em filitos (ponto 143)
- c) dobra aberta e levemente assimétrica (ponto 143)
- d) dobra simétrica fechada com leque divergente da foliação S_2

FIGURA 25 - Perfis de dobras de 2ª geração:

- a) dobra simétrica fechada sem foliação plano-axial em metadolomitos talcificados (ponto 99)
- b) dobra fechada com camadas de perfil similar em metapelitos grafitosos (ponto 212)
- c) dobra simétrica cerrada com marcante espessamento apical (ponto 140)
- d) metassiltitos grafitosos mostrando dobra aberta com discreto espessamento apical e foliação S_2 plano-axial (ponto 160)

FIGURA 26 - Padrões de interferência:

- a) Padrão do tipo 2 (cogumelo) resultante da superposição de dobras D₂ sobre D₁, em metassiltitos (ponto 153)
- b) metassiltitos exibindo figura de redobramento coaxial (tipo 3) entre D₂ e D₃ (ponto 204)

V.3.3. Terceira fase de dobramentos (F_3)

De modo geral, esta fase tem caráter tardi-xistosa e está representada pela foliação S_3 , lineação L_3 e amplos dobramentos D_3 .

V.3.3.1. Foliação S_3

As superfícies S_3 são plano-axiais das dobras D_3 e ocorrem principalmente como clivagem espaçadas, quase sempre, preenchidas por óxido de ferro, grafita e quartzo. Subordinadamente, nas rochas metapelíticas, apresentam-se como clivagem de crenulação de caráter zonal e discreto, com tênue recuperação de sericita (fotomicrografia 9).

A foliação S_3 , na forma de clivagem espaçada exibe padrão paralelo, estilolítico e anastomosado (Powell, 1979). Seu espaçamento médio nas rochas metapelíticas e metabásicas, varia de poucos milímetros chegando até 1cm (figura 27).

A foliação S_3 está presente em todas as litologias da área e aparece de maneira conspícua nos núcleos das megadobras normais da 3ª fase de dobramentos.

FOTOMICROGRAFIA 9 - Relações entre S_0 e clivagens em metapelitos do ponto 93 (Unidade D): $S_1 // S_0$; S_2 clivagem de crenulação espaçada ortogonal a S_1/S_0 ; S_3 clivagem grosseira espaçada ortogonal a S_2

FIGURA 27 - Foliações e lineações:

- a) Filitos sericíticos mostrando 4 superfícies tectônicas (ponto 143)
- b) S_3 plano-axial contendo eixo E_3 em dobramento chevron (ponto 112)
- c) Clivagem de crenulação zonal (S_3) e lineações L_3 e E_3 em filitos (ponto 378)
- d) Clivagens espaçadas (S_3 e S_4) em metadolomito bandado (ponto 84)

V.3.3.2. Lineações L_3 e E_3

As lineações L_3 são representadas principalmente pela intersecção de planos S_3 com S_2 . Ocorrem na forma de lineações de crenulação grosseiras, de arranjo retilíneo a sinuoso e com espaçamento milimétrico e centimétrico (figuras 27 a,b). No ponto 143, observou-se lineações grosseiras L_3 de formando as L_2 mais finas (figura 23).

As lineações E_3 correspondem aos eixos de mesodobras D_3 , resultantes do dobramento das foliações S_1 e/ou S_2 (figuras 27c e 28 a,b,c).

V.3.3.3. Dobras D_3

As dobras D_3 constituem estruturas coesivas, com ou sem desenvolvimento de foliação plano-axial (S_3). A superfície dobrada corresponde, na maioria dos casos, à foliação S_2 já subparalelizada a S_0 . Localmente o dobramento D_3 afeta apenas a foliação S_1 e o acamamento.

Em escala de afloramento as estruturas D_3 possuem estilos que passam por dobras fechadas e abertas, com charneiras agudas e arredondadas, simétricas e levemente assimétricas, e isópacas a similares. Predominam entre as dobras D_3 estruturas centimétricas do tipo "chevron", concêntricas e de perfis abertos, localmente assimétricas (figura 28 e 29).

Os dobramentos D_3 produzem figuras de interferência resultantes da superposição com as dobras D_2 . Nos me -

FIGURA 28 - Foliações e Lineações:
 a) Filitos mostrando dobra D_3 plano-axial S_3 e eixos E_3 (ponto 114)
 b) Eixos E_3 em clorita-filitos (ponto 247)
 c) Foliação S_2 dobrada ao redor de eixos de crenulação E_3 (ponto 203)

FIGURA 29 - Perfis de dobras de 3ª geração:

- a) Dobra D_3 em metassiltitos com estilo cuspide no intrado e charneira arredondada no extrado (ponto 212)
- b) Dobra aberta assimétrica e com crenulações plano-axiais em filitos (ponto 97)
- c) Filitos sericíticos exibindo microdobra aberta, simétrica, em foliação plano-axial (ponto 113)
- d) Microdobras do tipo chevron em clorita-filitos (ponto 247)
- e) Microdobras paralelas concêntricas em metadolomitos talcificados (ponto 99)
- f) Microdobras paralelas concêntricas em clorita-mármore (ponto 113)

tassiltitos laminados (ponto 204), como dito anteriormente observou-se um padrão do tipo 3 (figura 26b). Já no ponto 432 (Bairro das Almas) a superposição de dobras D_4 sobre D_3 originou, em metadolomitos talcificados, o padrão de "caixa de ovos" (tipo 1) devido a ortogonalidade dos eixos das dobras superpostas (foto 6).

Em lâminas delgadas, também são comuns estruturas D_3 do tipo "kink bands", desenvolvidas sobre as superfícies S_2 .

V.3.4. Quarta fase de dobramentos (F_4)

Na 4ª fase de dobramentos é de caráter tardio ou pós-xistoso e está representada pelas estruturas: foliação S_4 , lineações L_4 e E_4 e dobras D_4 .

A foliação S_4 é, a nível de afloramento, uma clivagem espaçada (poucos mm a 2-3cm), às vezes preenchida por quartzo e óxido de ferro (figuras 22b e 27d).

Regionalmente, a clivagem S_4 é notada em corredores restritos às charneiras D_4 , e tem direção NW que trunca as foliações anteriores. No setor NW da área assume direção próxima a EW.

A lineação L_4 encontra-se, de maneira esparsa, com espaçamento centimétrico, nas rochas metapelíticas. Ocorre como linhas finas e tênues de crenulação, resultantes da

Fotografia 6 - Padrão de interferência do tipo 1 entre dobras abertas D_3 e D_4 (pontos 434)

FOTOMICROGRAFIA 10 - Clivagem S_2 com diferenciação afetada por Kink da fase F_3 que por sua vez está afetado por Kink posterior (F_4) (ponto 143-C)

intersecção da foliação S_4 em planos de foliações anteriores.

No ponto 153, observou-se um nível métrico de ardósias exibindo vários planos axiais de "kink bands" de 3ª geração, dobrados suavemente segundo um plano axial de atitude N40W/vertical (figura 30). Essa dobra suave e do eixo sub-horizontal é atribuída a uma estrutura D_4 .

O padrão de interferência ilustrado na figura 31 (ponto 140) é resultante da superimposição de dobramentos D_4 sobre estruturas D_3 e D_2 , em metargilitos.

V.3.5. Análise Geométrica das Mesoestruturas

Foram reconhecidos na área mapeada seis diferentes domínios estruturais (figura 32), com base em procedimento proposto por Turner e Weiss (1963).

As medidas efetuadas em mesoestruturas (foliações, lineações e eixos de dobras) foram tratadas estatisticamente no hemisfério inferior de diagramas Schmidt-Lambert.

A relação entre as grandes estruturas de dobramento e as unidades litoestratigráficas variam nos diferentes domínios, e são ilustrados nos perfis geológicos apresentados no Anexo V.

Figura 30 - Dobra suave de 4ª geração (ponto 164-unidade H)

Figura 31 - Padrão de redobramento complexo envolvendo dobras D_2 , D_3 e D_4 (ponto 140-unidade D)

Fig.32 - Domínios Estruturais da Área

V.3.5.1. Domínio I - Anticlinal do Ribeirão do Macaco

Neste domínio, a dobra anticlinal Ribeirão do Macaco, de 3ª geração, tem nos flancos rochas quartzíticas das unidades E e I, e no núcleo os metapelitos da Unidade H. A estrutura, que inflete S_0/S_1 e S_2 , tem caimento de eixo para NE e plano axial subvertical, pendente para NW e SE.

O estereograma da figura 33a mostra o arranjo geométrico dos polos da foliação S_1/S_0 , que indica um dobramento aberto de caráter cilíndrico. O eixo construído (πB_3) de orientação N51E/20NE é coincidente com as lineações L_3 e eixos E_3 , concentrados no quadrante NE. O plano axial médio S_3 (figura 33b) contém as lineações L_3 e os eixos E_3 , cujos caimentos para NE e SW sugerem que os mesmos foram implantados sobre superfícies previamente deformados. A dispersão em leque da S_3 dá-se em torno da direção N30-50W.

Na figura 33c, os polos de foliação S_2 alinham-se segundo uma guirlanda cônica com geratriz construída (πG) a N62E/56NE. A concentração das lineações L_2 e eixos E_2 no quadrante NE, sugere ainda um caráter homoaxial entre as dobras D_2 e D_3 e a ocorrência de flancos de mesma orientação, normais e longos, na fase F_2 .

Figura 33 - Estereogramas do Domínio I:

- contagem estatística de 231 polos de S_1/S_0 e polos S_3 , L_3 e E_3 ;
- polos de S_1/S_0 e eixo B_3 construído;
- polos de S_2 , L_2 , E_2 e geratriz G_3 construída.

V.3.5.2. Domínio II - Sinclinal antifórmico do Gramadinho

Neste domínio, delimitado pelas falhas Itapirapuã, Taquaruçu da Serra e Serra de Itapirapuã, os metapelitos da unidade H exibem relações geométricas entre as foliações S_2 e S_3 , e S_0 que juntamente com estruturas geopetálicas, indicam um flanco inverso de dobra D_2 afetado por estrutura D_3 . O comprimento de onda da dobra D_3 alcança cerca de 1000m enquanto a amplitude chega a 300m.

O estereograma da figura 34a apresenta a distribuição, dos polos das foliações S_0/S_1 e S_2 , que definem duas guirlandas cilíndricas. A primeira, definida pelo arranjo de dois máximos, tem eixo construído (πB_3) a N42E/10N, e a segunda, a partir de um máximo, possui eixo (πB_3) orientado a N10W/40SE. Esses eixos, além de coincidirem com outras estruturas medidas no campo (L_3 e E_3), estão contidos nos planos da foliação S_3 , com orientação N50E e NS e mergulhos subverticais. O arranjo sugere a superimposição de dobras D_3 sobre superfícies S_2 previamente inclinadas.

Ao norte desse domínio, nos arredores da Serra de Bom Sucesso (seção geológica AB), ocorre a anticlinal da Serra de Bom Sucesso, dobra de 2ª geração com flanco invertido mergulhando para SE. As lineações L_2 e os eixos E_2 indicam uma orientação axial, para N32E/25NE (eixo B_2). Nesse trecho, a foliação S_3 tem atitudes em torno de N36E/vertical. No alto da Serra de Bom Sucesso também foram observados dobras D_3 suas - ves, de padrão cilíndrico, com eixo subhorizontal direcionado

Figura 34 - Estereograma dos Domínios II e III:

- contagem estatística de 263 polos de S_1/S_0 e S_2 e eixos B_3 construídos (Domínio II)
- contagem estatística de 167 polos de S_b/S_1 e S_2 e eixo B_3 construído
- polos de S_b/S_1 , S_3 , L_3 , E_3 e eixo B_3 construído em mesodobra D_3

para N30E e clivagem espaçada plano-axial (S_3) com atitude N40E/vertical.

V.3.5.3. Domínio III - Sinclinal Bairro dos Campos

Com uma espessura calculada em 1000m, os meta-carbonatos da unidade G desenharam no domínio III, uma megado - bra aberta, com leve assimetria para NW. Tanto o bandamento dos metadolomitos, como o acamamento e a foliação S_4 dos metassiltitos da unidade F, acham-se visivelmente dobradas com plano axial médio S_3 a N45E/subvertical e eixo caindo para o quadrante NE.

No estereograma da figura 34b, o alinhamento dos polos de S_b/S_1 e S_2 , permite o traçado de guirlanda cilíndrica que contém os polos da foliação S_3 , em leque e pouco dispersas. Muito embora apresentem uma certa dispersão, os eixos E_3 e as lineações L_3 mostram-se correntes em relação ao eixo construído πB_3 , com orientação para N57E/20NE. Os polos de S_b/S_1 ainda admitem uma outra guirlanda de padrão cônico, com geratriz a N20W/52NW, possivelmente relacionada a uma fase posterior de dobramento (F_4).

As poucas lineações L_2 e eixos E_2 disponíveis nesse domínio, apresentaram-se muito dispersos com mergulhos baixos (menores que 20°) para o quadrante NE e moderados (entre 20 e 40°) na direção NW-SE. Tal dispersão também pode ser atribuída a dobramentos posteriores.

Nos arredores do Bairro Cruz do Penha (porção norte desse domínio - seção geológica AB) os metadolomitos (unidade G) exibem um bandamento sedimentar recristalizado e estão dispostos no flanco normal de uma megadobra D_3 . Nesse local, a polaridade sedimentar (colunas estromatolíticas) indica topo no sentido SE, sendo que a espessura mínima desse pacote alcança cerca de 1500m.

No ponto 468, observou-se uma dobra D_3 , fechada e normal em metadolomitos argilosos e bandados. A figura 34c mostra um arranjo cilíndrico para o bandamento Sb e indica um eixo πB_3 construído a N9E/12NE. O plano axial S_3 com atitude N9E/80NW contém esse eixo e as lineares L_3 e E_3 medidas no campo.

V.3.5.4. Domínio IV - Flanco SE do anticlinal do Bairro das Almas

São apresentadas as seções geológicas AB e EF que ilustram as relações estruturais desse domínio.

Ao norte do Bairro Sobradinho (seção AB) ocorrem dobras isoclinais a fechadas de 2ª geração com plano axiais inclinados para SE, localmente afetados por dobras abertas de 3ª geração com plano-axiais (S_3) a N32E/vertical.

No ponto 143, a análise geométrica de quatro dobras D_2 que exibem perfis cerrados a isoclinais em filitos

Figura 35 - Estereograma de mesodobras D_2 contendo a distribuição dos polos de S_0/S_1 , S_2 , L_2 , E_2 e eixo B_2 construído (Domínio IV)

sericíticos (unidade D) revelou um arranjo cilíndrico dos polos de S_0/S_1 (figura 35). Os planos axiais S_2 orientam-se a N28E com mergulhos em torno de 48° para SE. As lineações L_2 e os eixos E_2 têm atitudes média a N10W/30SE, coincidente com o eixo construído πB_2 .

De um modo geral, as dobras D_3 desse domínio têm amplitude variando de 200 a 500m, sendo que seu comprimento de onda atinge cerca de 2000m. No estereograma da figura 36a, o padrão de dispersão dos polos das foliações S_0/S_1 e S_2 sugere dois principais alinhamentos, um de natureza cilíndrica, direcionado para NE, e outro cônico, para SE. O primeiro tem eixo construído πB_3 orientado a N45E/10NE, coincidente com a disposição do máximo das lineações L_3 e eixos E_3 , e contido no plano axial médio das foliações S_3 (figura 36b). A guirlanda cônica que comporta geratriz empinada a N52W/86SE, evidencia um efeito de redobramento superimposto na direção NW-SE.

As lineações L_2 e eixos E_2 desse domínio apresentam um padrão de dispersão complexo (figura 36b) semelhante ao arranjo de estruturas lineares deformadas por flambagem, do tipo deformação tangencial ou de charneira (Ramsay, 1960). Neste caso, essa dispersão zonas do arco interno, superfície neutra e arco externo de dobras D_3 , deformadas ao longo de eixos subhorizontais com caimento para NE. Ainda nessa figura, observa-se uma concentração de polos de uma clivagem tardia (S_t) no quadrante NNW, que não pode ser relacionado às fases de dobramentos encontradas.

Figura 36 - Estereogramas do Domínio IV:

- a) contagem estatística de 311 polos de S_0/S_1 e S_2 eixo B_3 construído e Geratriz G_4 construída
- b) polos de L_2 , E_2 , L_3 ; E_3 , S_3 e S_T e Padrão de dispersão das Lineações L_2

V.3.5.5. Domínio V - Zona de charneira do anticlinal Bairro das Almas

Neste domínio, as rochas metabásicas da unidade C, configuram uma megadobra D_3 , de flancos normais, desenhados por S_0/S_1 e pela foliação S_2 . Seu comprimento de onda é de 700m e a amplitude não ultrapassa os 300m.

Ao longo da Seção EF, nos arredores do Bairro das Almas, observou-se uma estrutura redobrada, de dimensões métricas (figura 37a) com charneira isoclinal D_2 , cilíndrica e caimento para NW, e uma segunda charneira aberta de 3ª geração. O eixo construído πB_2 , de atitude N20E/20SW, corresponde às lineações L_2 medidas no campo. O plano axial S_2 tem atitude N25E/65°SE (figura 37b).

Esse padrão cilíndrico é observado também na dobra concêntrica D_3 (figura 37a), onde a foliação S_b/S_1 acha-se redobrada segundo um eixo construído πB_3 a N3W/37SE (figura 37c). do mesmo modo, as lineações L_3 correspondem ao eixo e estão contidas na foliação plano-axial S_3 com orientação N10W/82SW.

Embora em número reduzido, os dados de S_0/S_1 e S_2 , caracterizam um alinhamento cilíndrico com eixo a N58E/10SW contido em S_3 (figura 38a). Esta estrutura aberta e com leve assimetria para NW, destaca-se no mapa geológico, exibindo uma zona periclinal plunjeante para SW (anexo IV).

O estereograma da figura 38b, exhibe algumas lineações L_3 e eixos E_3 , alinhados segundo grande círculos (pla-

Figura 37 - Estereogramas de mesodobra redobrada (Domínio V)

a) Padrão de interferência tipo 3 (coaxial/laço) de D_3 sobre D_2

b) polos de S_b/S_1 , S_2 , E_2 e eixo B_2 construído em dobra D_2 isoclinal

c) polos de S_b/S_1 , S_3 , E_3 e eixo B_3 construído em dobra D_3 aberta

Figura 38 - Estereograma dos Domínios V e VI:

- contagem estatística de 97 polos de S_2 e eixo B_3 construído
- polos de L_2 , E_2 , L_3 e E_3 e padrão de dispersão das lineações L_3
- polos de S_3 , L_3 e E_3 (Domínio VI)

no de retomada) de eixos subhorizontais, com caimento para os quadrantes SSE e SE.

A orientação dos dobramentos posteriores é interpretada como perpendicular às dobras D_3 , ao longo da direção NW-SE (Ramsay, 1960).

V.3.5.6. Domínio VI - Palmeirinha de Cima

A seção geológica GH através do domínio VI mostra uma série de dobras normais, simétricas e de 3ª fase, que correspondem ao sinclinal Ribeirão São Domingos, sinclinório da Fazenda Montaria e anticlinal da Serra dos Cochós. Essas estruturas têm seus flancos afetados pelas falhas da Montaria, Palmeirinha de Cima e do Rio Itararé.

De modo similar aos domínios anteriores, observou-se a foliação S_2 subparalelo a S_0/S_1 , admitindo dobramentos da fase F_3 . Com amplitude em torno de 500m, e comprimento de onda de 1000 a 1500m, essas dobras têm eixos subhorizontais com caimentos tênues para SSE e NNW. A foliação S_3 , quando observada, exibiu dispersão em leque, altos mergulhos e direção em torno da linha NS (figura 38c).

V.3.6.

Zonas de Cisalhamentos

Foram identificadas na área várias zonas de falhas implantadas por eventos cisalhantes dúcteis e rúpteis, que se desenvolveram de maneira concomitante e/ou posterior às fases de dobramentos (figura 20).

A Falha de Itapirapuã, no limite oriental do Grupo Itaiacoca, dá origem a uma faixa de rochas cataclásticas e protomilomíticas a ultramilomíticas. Nas rochas graníticas, estas texturas são comumente representadas por minerais alongadas e estiradas (quartzo e feldspatos potássicos e cálcicos) dispersos em matriz foliada, fina a média, formada, principalmente por biotita (foto 7 e tabela 9).

Em vários setores da Falha de Itapirapuã também foram reconhecidas cataclasitas e brechas tectônicas em rochas granitóides de composição álcali-granítica a granodiorítica, quartzitos e metapelitos. Nas porções norte e sul dessa falha ocorrem lineações de estiramento mineral com indicações de rejeito vertical. Em sua porção central, essas lineações estão horizontalizadas, e isto, juntamente com a presença de feições de rotação de feldspatos, sugere deslocamentos transcorrentes sinistras, nesse setor.

A zona da falha de Itapirapuã possui um traçado suavemente curvilíneo, com orientação N30-50°E e espessura média de 1500m. A nível de afloramento, observa-se uma marcante foliação cataclástica (no sentido de Higgins, 1971) com altos mergulhos para NW e SE e afetada pela foliação S_4 . A simi-

laridade geométrica dos polos das foliações S_c e S_3 (figura 39) indica que os primeiros não foram deformados pela fase F_3 , o que situa a Falha de Itapirapuã como concomitante ou tardio em relação à terceira fase de dobramentos.

A Falha Serra de Itapirapuã constitui uma superfície de cisalhamento de caráter dúctil, situada ao longo do contato entre as unidades H e E. Nesse setor observaram-se quartzitos grossos a microconglomeráticos e filitos laminados de textura protomilonítica. A foliação cataclástica dessa falha mostra-se concordante ao acamamento e exibe mergulhos altos para NW. Localmente, esta foliação cruza obliquamente o acamamento S_0 . Também são comuns, nessa estrutura, lineações de estiramento subverticalizados com forte achatamento de grânulos subcentimétricos de quartzitos e filitos, ao lado de metabrechas tectônicas de matriz ferruginosas e clastos angulosos de quartzito fino (ponto 65).

A Falha de Taquaruçu da Serra, interligada à falha Serra de Itapirapuã na altura do Bairro Itapirapuã, é formada por xistos miloníticos orientados a NE-SW com mergulhos subverticais para SE (ponto 547 e arredores do ponto 224). Com traçado levemente sinuoso, essa estrutura corta as unidades H, K, I, F e G. Localmente ocorrem microdobras em bainha com eixo X verticalizado para SE, sugerindo movimentações de alto ângulo do tipo falha inversa.

A Falha do Córrego Bandeirantes, que tem continuidade ao longo do córrego José Vicente, separa as unidades D, E, e G e tem direção aproximada N50E e caráter normal. Observaram-se metadolomitos e metarenitos cataclásticos e muito fratu

Fotografia 7 - Protomilonitos em rocha granítica da Falha de Itapirapuã (ponto 89) exibindo textura porfiroclástica em feldspatos alcalinos

Figura 39 - Estereograma contendo a distribuição polar da foliação cataclástica (S_c) da Falha de Itapirapuã.

rados, além de microfalhas normais com atitudes em torno de N35E/vertical e N50E/65SE (pontos 92, 136 e 230).

A Falha do Bairro da Estiva, com traçado retilíneo e orientação N30E, apresenta localmente, veios escalonados de forma sigmóide e juntos com estrias horizontais, sugerindo uma componente transversal dextral. Em vários afloramentos predomina metarenitos cataclasados e falhamentos normais de rejeito centimétrico.

A Falha da Serra do Facão corresponde a uma reativação de caráter normal ao longo das unidades H e J, localizada na porção Sul da área.

Na porção NW da área mapeada, a Falha da Montaria constitui uma notável zona rúptil de transcorrência dextral que afeta as falhas mais antigas de Palmeirinha de Cima e do Rio Itararé, e ainda a zona periclinal do anticlinal da Serra dos Cochós. Megadobras de arrasto e um intenso fraturamento EW indicam a movimentação principal dessa estrutura (figura 20).

De um modo geral, na área mapeada foram reconhecidos vários corpos restritores de brechas tectônicas muito provavelmente relacionadas a falhamentos sin-cinemáticos às fases de dobramentos. Essas brechas geralmente são formadas por matriz quartzítica e/ou metassiltítica, foliada ou não e contendo clastos angulosos e mal selecionados de quartzito, quartzo e filito.

Em alguns locais, reconheceram-se superfícies de cisalhamento afetando o bandamento (Sb) de modo paralelo ao

plano axial de dobras D_2 (figuras 40 a,b). No ponto 236, observou-se superfícies semelhantes, desta feita, deslocando a foliação S_2 e o bandamento S_0 , com geometria correlacionável à foliação (figura 40 c).

Ressalta-se ainda a ocorrência esparsa de pequenas falhas tardias e transversais às principais estruturas da área.

V.3.7. Conclusões

O Grupo Itaiacoca foi afetado por quatro fases de dobramentos superimpostos, sendo duas sin-xistosas (F_1 e F_2), uma tardi-xistosa (F_3) e uma pós-xistosa (F_4).

A primeira fase caracteriza-se por apresentar clivagem ardósiana (S_1) de orientação predominantemente paralela ao acamamento (S_0), e localmente oblíqua a perpendicular ao mesmo. Arcos poligonais em anfibólitos e muscovitas de metabasitos e meta-"wackes" feldspáticos, também registram uma foliação pré- S_2 . As dobras D_1 , quando reconhecidas, são de pequena escala e caráter intrafolial e isoclinal. A superposição com as dobras D_2 produz padrões de interferência do tipo "cogumelo" e em "laço".

A segunda fase de dobramentos desenvolve uma clivagem de crenulação S_2 nas zonas de charneiras D_2 , e uma xistosidade fina diferenciada e subparalela a S_0/S , ao longo

FIGURA 40 - Superfícies de cisalhamentos:
 a,b) Paralelas ao plano axial de dobras D_2
 c) Gerada durante a fase F_3

dos flancos D_2 . As dobras desta fase variam desde isoclinais a abertas e, geralmente, têm flanco invertido, indicando vergência para NW. Amplas dobras recumbentes com flancos longos, muito provavelmente relacionadas a "fold nappe", ou mesmo "trust nappe" (McClay, 1981), são também atribuídas à fase F_2 .

A terceira fase de dobramentos se manifesta na forma de amplos dobramentos holomórficos e cilíndricos, abertos e normais e ligeiramente assimétricos. A foliação S_3 , plano-axial a essas dobras, apresenta-se como clivagem de crenulação e/ou espaçada, quase sempre subverticais. No setor SE da área a orientação dos eixos B_3 é NE, com mergulhos moderados para NE e SW, e no setor NW, a direção é NNW com mergulhos para NW e SSE. As relações geométricas entre as estruturas geotectônicas preservadas e a foliação S_3 indicam o caráter normal para as dobras D_3 . Figuras de interferência do tipo 3 (coaxial/laço) são produzidos na superposição com os dobramentos D_2 . A dispersão das lineações L_2 e eixos E_2 indicam mecanismos de flambagem e caráter homoaxial em relação às dobras D_2 .

A quarta fase de dobramentos resultou em amplas dobras suaves e localmente abertas, de plano axial subverticalizado ao longo da direção N30-60W e eixos subhorizontais. A superposição com as dobras D_3 produziu um padrão de interferência do tipo "domos e bacias". Na porção NW da área, essa fase tem direção próxima da EW.

Os falhamentos da área mapeada são de natureza dúctil e rúptil que segundo Sinbson (1977), indicam gerações em diferentes níveis crustais.

VI. METAMORFISMO, MAGMATISMO, IDADES E RECURSOS MINERAIS

VI.1. *Metamorfismo do Grupo Itaiacoca e da Área Mapeada*

As condições de metamorfismo regional do Grupo Itaiacoca, pertencem ao fácies xistos verdes (zona da clorita) de Turner (1981), alcançando às vezes, a zona da biotita (Fuck, 1967a; Marini et al., 1967; Melcher et al., 1973; e outros). Tal classificação foi baseada principalmente na abundância de minerais como muscovita, clorita e sericita. Evidências de metamorfismo de contato associado a intrusões graníticas, e de metamorfismo dinâmico relacionado à Falha de Itapirapuã, também já foram mencionadas na literatura (Fuck, op. cit.; CPRM, 1974; CPRM, 1977a; e outros).

Não obstante, trabalhos recentes reconheceram três principais episódios de cristalização metamórfica associados às fases de dobramentos do Grupo Itaiacoca (tabela 8).

IPT (1985a) baseando-se na recristalização/neoformação da muscovita/illita e na ausência de minerais Índices reconheceu dois eventos de metamorfismo regional que não ultrapassaram o grau incipiente. O primeiro evento (M_1), associado à geração de clivagem ardósiana (S_1), e o segundo (M_2), relativo à fase F_2 , caracterizou-se pela superposição de porfiroblastos sobre S_1 .

CPRM (1986) identificou três episódios metamór

ficos de baixo grau, utilizando como critérios a paragênese mineral, a textura ígnea reliquiar, o arranjo de grãos de quartzo, e a presença de matéria carbonosa, argilo-minerais, sericita e feldspatos reliquiais. Segundo esses autores, a fase M_1 estaria associada à cristalização da clorita + sericita + tremolita; a fase (M_2), à formação de sericita + clorita + quartzo nos planos de crenulação S_2 ; e a 3ª fase (M_3), à cristalização incipiente de clorita + sericita ao longo dos planos de S_3 .

Na área mapeada, as associações minerais, obtidas do estudo petrográfico dos diferentes litotipos, indicam que o metamorfismo regional nesta porção do Grupo Itaiacoca atingiu o grau fraco de Winkler (1977).

Nas rochas metapelíticas a mineralogia metamórfica típica é representada por sericita, clorita e quartzo, ocorrendo muscovita nos termos filíticos. De maneira esparsa, observou-se o desenvolvimento incipiente de cloritóide (pontos 140 e 474) indicando, segundo Winkler op.cit., pelitos com alta razão Fe/Mg e alto teor de Al sob condições metamórficas de grau fraco.

Os metabasitos da unidade C exibem uma associação mineralógica característica, formada por albita, clorita, actinolita-tremolita e epidoto. A textura geralmente é blasto-granular a blasto-ofítica (pontos 99 e 434).

Os metagabros (ponto 101) da unidade C apresentam uma alta proporção de piroxênio e clinopiroxênio (pigeonita e augita) zonados concentricamente e de hábito prismático

curto a granular. Esses minerais apresentam bordas substituídas e fraturas preenchidas por anfibólio fibroso (actinolita-tremolita) evidenciando efeitos de uralitização. Os plagioclásios albita (cerca de 40%) encontram-se saussuritizados e inclusos, total ou parcialmente nos piroxênios, caracterizando textura blasto-subofítica a blasto-ofítica. Epidotos apresentam-se bem desenvolvidos em agregados ou em cristais prismáticos isolados. A titanita (menor que 2%) ocorre em grãos escuros (leucóxênio) com inclusões de opacos (ilmenita), ou em grãos limpidos e idiomórficos.

Os metavulcanitos básicos correspondem a anfibólio-xistos a metabasaltos vesiculares xistificados finos. Estes últimos, têm vesículas elipsoidais centimétricas preenchidas por quartzo e microporfiroblastos de talco esverdeado e lamelar. Petrograficamente, os anfibólio-clorita-xistos, possuem matriz fina e entrelaçada composta por serpentina e/ou clorita muito fina, e ainda por microporfiroblastos prismáticos e tremolita-actinolita com terminações esfiapadas e hábito acicular fibroso (fotomicrografia 8).

Nos "meta-wackes" da unidade A a associação mineral metamórfica mais comum é quartzo, albita e muscovita e/ou sericita. Nessas rochas as feldspatos potássicos estão intimamente sericitizados. (fotomicrografia 1).

Nas rochas metacarbonáticas, a dolomita é inteiramente recristalizada e em bandas mais argilosas é comum a presença de sericita. A ocorrência de bancos talcificados e serpentinizados nos metadolomitos do Bairro das Almas (fi -

gura 10) indica muito provavelmente eventos metassomáticos com aporte de Mg (Augustithis, 1973), relacionado à intrusão do corpo metabásico.

Em relação às quatro fases de dobramentos descritas na área, caracterizou-se três episódios de cristalização metamórfica. O primeiro evento (M_1) ocorrido concomitantemente à fase F_1 , corresponde ao aparecimento das associações minerais sericita + clorita + quartzo e clorita + quartzo + muscovita em rochas metapelíticas. O segundo evento (M_2) associa-se à presença de arcos poligonais de muscovita e tremolita-actinolita (fotomicrografias 7 e 8), formadas tardiamente à fase F_2 (Bard, 1981) e que representa o pico do metamorfismo regional na área. Ocorrido em condições retrometamórficas, o terceiro evento (M_3) está associado ao crescimento e recuperação de sericita, clorita e muscovita ao longo dos planos axiais S_3 .

A possibilidade de existir actinolita-tremolita formada durante o episódio M_1 é atestada pela ocorrência dos arcos poligonais referidos anteriormente. Dessa forma, as condições metamórficas desse evento devem ter atingido o estágio fraco de Winkler (1977), pois em situações menos enérgicas (estágio incipiente) não se forma actinolita-tremolita em metabasitos (Winkler op.cit.). Cabe ainda lembrar que essa evolução metamórfica deve ter ocorrido continuamente através do tempo, variando apenas as condições de pressão e temperatura.

Quanto aos efeitos térmicos de metamorfismo de contato, observaram-se aqueles associados às intrusões do cor-

po metabásico da unidade C, das fácies granitóides do Complexo Cunhaporanga (Ouro Verde e São Domingos) e das intrusões Bairro do Itapirapuã, Córrego Feio e Bairro da Serrinha (ver item VI.2).

No ponto 5, próximo ao Complexo Cunhaporanga, a presença de porfiroblastos subcentimétricos de andaluzita (rôseos e de seção rômica) em quartzo-muscovita-biotita xistos e a ocorrência de cristais prismáticos de hornblenda em intercalações metabasíticas, também atestam o metamorfismo de contato. A biotita, crescida mimeticamente sofre a foliação S_2 (também no ponto 191), e a granulação ligeiramente mais grossa dessas rochas são devidas a evento termo-metamórfico em auréola de contato no fácies hornblenda-hornfels (Turner, 1981).

Os corpos graníticos Bairro do Itapirapuã e Córrego Feio apresentam-se circunscritos à unidade F sendo que ao redor do primeiro, reconheceu-se uma auréola de contato com cerca de 200m de largura. Essa auréola é formada por metapeliteos manchados com nódulos circulares e elipsoidais, de até 5mm de tamanho, incipientemente desenvolvidos segundo os planos da foliação S_2 . De modo similar, no ponto 218 (Fazenda Pirituba), próximo ao contato do Granito Bairro da Serrinha, ocorrem metassiltitos intensamente compactos e recristalizados contendo esparsos porfiroblastos de muscovita com até 7mm de tamanho. Ambas as ocorrências caracterizam a zona das ardósias mosqueadas, do fácies albita-epidoto hornfels (Turner, op.cit.).

O metamorfismo de contato associado a intrusão pré-tectônica das rochas metabásicas do Bairro das Almas, já

referida anteriormente, não deve ter ultrapassado a temperatura de 520°C a uma pressão de 1 kbar, uma vez que não ocorreu a formação de diopsídio (Winkler op.cit.).

No que diz respeito ao metamorfismo dinâmico, este aparece principalmente associado aos falhamentos dúcteis, como as falhas de Itapirapuã e Taquaruçu da Serra. Suas principais evidências, como saussuritização e sericitização de feldspatos, cloritização de biotitas e microclinização de ortoclásio, indicam reações metamórficas de caráter regressivo.

VI.2. *Magmatismo do Grupo Itaiacoca e da área mapeada*

Segundo a literatura, as manifestações magmáticas relacionadas ao Grupo Itaiacoca podem ser resumidas em três principais fases:

- . magmatismo pré-tectônico, de natureza vulcânica básica a ultrabásica e subvulcânica félsica, cujos dados químicos revelaram fontes magmáticas de origem toleítica (CPRM, 1986) e cálcio-alcalina shoshonítica (Trein et al., 1985), respectivamente nas regiões de Itapeva (SP) e Abapã (PR);

- . magmatismo pós-tectônico, ácido e plutônico, representado pelos maciços graníticos de Santa Blandina, Capote / Sguário, Bairro dos Antunes, Bairro da Sanbra, Córrego do Azedo, Córrego da Lavra, Bairro do Itapirapuã, Bairro da Serpinha, Vila Branca/Francisco Simas e Campina do Veado, descri-

tos na tabela 5.

Na área estudada o magmatismo pré-tectônico é representado pelo corpo metabásico do Bairro das Almas e, muito provavelmente, pelas rochas metavulcânicas da região de Palmeirinha de Cima, reconhecidas por Soares et al. (1987). As rochas desse corpo, descritas anteriormente na unidade C, foram afetadas por quatro fases de dobramentos e devem representar uma fase distensiva na evolução da bacia Itaiacoca.

Alguns afloramentos descritos no Complexo Três Córregos revelaram uma sequência de paragnaisses bandados com intercalações de mica-xistos e quartzitos, e um conjunto de corpos graníticos de estrutura foliada e isótropa. Nas proximidades do Bairro do Butiã (pontos 128 e 211) identificou-se um maciço de composição granítica e granodiorítica, com alto conteúdo de biotita e hornblenda, designado neste trabalho como Córrego do Butiã (foto 8). As texturas predominantes são equigranulares e porfiríticas, com megacristais centimétricos (até 5cm), de feldspato potássico (microclinio) e matriz de granulação média a grossa. Caracterizam o maciço uma alta razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} (maior que 0,715) e enclaves dioríticos decimétricos e angulosos. O corpo acha-se afetado por foliação tectônica conspícua, correlacionável à foliação principal da sequência paragnáissica bandada e pela Falha de Itapirapuã (F_3). Ocorrem, ainda, clivagem espaçadas e/ou juntas de direção NW-SE, atribuídas à fase tardia F_4 .

As atividades magmáticas de caráter "tardi" a

Fotografia 8 - Biotita Granodiorito foliado do maciço Córrego Butiã

Fotografia 9 - Biotita granito porfiróide isótropo do maciço Bairro do Itapirapuã

pós-tectônicas na área mapeada correspondem aos: Granitos Bairro do Itapirapuã (foto 9) e Córrego Feio, circunscrito ao Grupo Itaiacoca (pontos 123 e 525); Granito Bairro da Serrinha, situado na borda do Complexo Três Córregos (ponto 216); e as fácies Ouro Verde (pontos 1 e 194) e São Domingos (pontos 121 e 254), da borda do Complexo Cunhaporanga. As principais características desses corpos encontram-se listadas na tabela 9. Em relação a essas rochas, cabe ainda ressaltar que os Granitos Bairro do Itapirapuã e Córrego Feito foram afetados pela foliação S_4 , indicando um "emplacement" na pós-terceira fase de dobramentos (F_3). Ainda, apresentam brechas e cataclastos metapelíticos próximo aos seus contatos, sugerindo mecanismos do tipo intrusão forçada para a colocação dessas rochas.

VI.3. Idades da Faixa de Dobramentos Apiaí e da Área Mapeada

Até o momento, o Grupo Itaiacoca dispõe apenas de um dado de datação relativa, obtida a partir do estudo morfológico de estruturas estromatolíticas nos dolomitos da região de Itapeva (SP). Estes estudos indicaram o intervalo de 1.700 a 850 m.a. para o início da sedimentação dessas rochas (Fairchild, 1977).

No contexto da Faixa de Dobramentos Apiaí encontram-se disponíveis até o momento dados geocronológicos em rochas granitoides, metassedimentares e metabásicas, e também

TABELA 9 - Corpos Ígneos e Metamórficos da Área Mapeada

Nº de Campo	DENOMINAÇÃO	PRINCIPAIS LITOLOGIAS	TEXTURAS MACROSCÓPICAS	GRANULAÇÃO	ANÁLISE PETROGRÁFICA		MINERALOGIA		
					Classificação	Textura Predominante	Essencial	Máficos	Acessórios
75 282	Granito Bairro de Itapirapuã	Álcali-granitos, granodioritos e granitos	porfirítica	grossa	Granodiorito	granular hipid.	Plag, Qzo e Fk	10% - Ho e Bio	Epidoto e Alanita
					Granito	idem	Qzo, Fk e Plag	10% - Ho e Bio	Epidoto e opacos
525	Granito Córrego Feio	Álcali-granitos e quartzo-monzonitos	porfirítica	grossa	Granito 3a	granular hipid.	Fk, Qzo e Plag	10% - Ho e Bio	Epidoto
128	Granito Córrego do Butiá	Granitos e granodioritos	porfirítica e foliada	média a grossa	Biotita-Granito	ineq. hipid. seriada	Qzo, Fk e Plag	10% - Ho e Bio	Zircão, Titanita e opacos
217 216	Granito Bairro da Serrinha	Granitos, álcali-granitos e quartzo-monzonitos	porfirítica a fanerítica	grossa	Biotita-granodiorito	ineq. hipid a alotr. seriada	Plag, Fk e Qzo	10% - Bio e Ho	Opacos e Titanita
					Qzo-monzonito	idem	Plag, Fk e Qzo	10% - Ho e Bio	Zircão, apatita e opacos
89 e 257	Falha de Itapirapuã	Milonitos	foliações cataclástica	fin a média	Milonito	protomilonítica a ultramilonítica	Qzo, Fk e Plag	3% - Bio, Epi	Opacos e Alanita
173	Idem	Cataclasito granítico	cataclástica	média	Cataclasito	porfirítica	Qzo, Fk e Plag	Bio	Clorita e Muscovita
170	Idem	Idem	idem	idem	Cataclasito	idem	Qzo, Fk e Plag	Bio, Epi	idem
1	Fácies Ouro Verde (leucocrático)	Granitos e álcali-granitos	porfirítica a fanerítica	grossa	Granito 3a	ineq. hipid.	Fk, Plag e Qzo	5% - Bio e Ho	Titanita, Alanita e opacos
194					Granito 3b	idem	Qzo, Fk e Plag	5% - Bio	Titanita, Alanita e opacos
199					Granito 3b	granular hipid.	Qzo, Fk e Plag	7% - Bio, Ho	Zircão e opacos
121	Fácies São Domingos (rosado e cinzento)	Granitos e granodioritos	fanerítica a porfirítica	grossa	Granito 3a	granular hipid.	Qzo, Fk e Plag	2% - Bio	Opacos
180					Granito 3b	idem	Qzo, Fk e Plag	5% - Bio	Opacos
185					Granito 3b com biotita	ineq. hipid. a alotr.	Fk, Qzo e Plag	5% - Bio e Epi	Anatásio e opacos
187					Granito 3b	idem	Qzo, Fk e Plag	5% - Bio, Ho e Epi	Opacos
254					Álcali-granito	idem	Fk, Qzo e Plag	5% - Bio	Titanita e opacos
183	Enclave do Cx. Cunhaporanga	Quartzitos	sacaroidal	média	Quartzito Feldspático	granoblástica	Qzo e Fdp	-	-
184	Idem	Gnaisse	bandamento metamórfico	idem	Muscovita-biotita-gnaisse	grano e lepi	Qzo, Fdp, Bio e Muscovita	Traços de actinolita	Zircão e Apatita

OBS.: ineq.= inequigranular; hipid.= hipidiomórfica; alotr.= alotromórfica;
 qzo.= quartzo; Fk= feldspato potássico; Plag.= plagioclásio; Epi= epidoto; Bio= biotita; grano= granoblástica; lepi= lepidoblástica; Ho= hornblenda; Fdp= feldspato

para as mineralizações de Pb associadas. Esses resultados foram obtidos pelas metodologias Rb-Sr em rocha total, K-Ar em concentrados de minerais separados e Pb-Pb em galenas e estão publicados em Cordani & Bittencourt, 1967; Sallamuni & Bigarella, 1967; DAmasceno & Bettencourt, 1968; Melcher et al., 1973; Cordani, 1974; Batolla Jr. et al., 1977; CPRM, 1981c; JICA-MMJA, 1982 e 1983; Teixeira, 1982 e com.pes. e Tassinari et al., inédito.

A integração dos resultados obtidos permite sintetizar o seguinte quadro evolutivo para a Faixa Apiaí:

- . entre 1800 a 1500 m.a.: deposição e vulcanismos;
- . entre 1400 a 1200 m.a.: evento metamórfico regional;
- . por volta de 800 m.a.: magmatismo pré-brasiliano;
- . entre 650 e 600 m.a.: outro evento metamórfico regional e intrusões graníticas sin-tectônicas;
- . entre 590 e 540 m.a.: intrusões graníticas tardi-tectônicas;
- . por volta de 500 m.a.: soerguimento de cadeia orogênica e resfriamento regional.

A evolução do conhecimento propiciada por estes dados tornou irrefutável a ocorrência de sequências supracrustais pré-brasileiras na Faixa de Dobramentos Apiaí. Trabalhos posteriores confirmam este fato, ao revelar idades mínimas do Proterozóico Médio para rochas do Grupo São Roque (Van Schmus

et al., 1986), antes atribuídas ao Proterozóico Superior.

Na área estudada foram realizadas onze análises radiométricas, no Centro de Pesquisas Geocronológicas do IGc da USP, sendo 10 pelo método Rb-Sr em rocha total e uma pelo K-Ar em concentrado de biotitas.

Pelo método Rb-Sr foram datados o granito sintectônico Córrego do Butiã, o Complexo Três Córregos e o enclave Cunhaporanga. Para o primeiro, foi obtida uma isócrona que indicou a idade de 651 ± 60 m.a. com um valor de razão $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial de 0,71595 e para o enclave a idade isocrônica conseguida foi de 642 ± 78 m.a. com razão inicial de Sr de 0,7430 (Figura 41).

Esses dados indicam claramente que o granito Córrego do Butiã formou-se no proterozóico superior, próximo a 650m.a. a partir de processos de fusão parcial de rochas crustais pré-existentes.

Já para o enclave gnáissico, cujas principais características constam da Tabela 9, a idade obtida e aqui interpretada como época de rejuvenescimento do enclave, provocado pela intrusão do granito que o contém. Tal interpretação baseia-se na similaridade das idades obtidas para a intrusão e para esse enclave, e no elevado valor obtido para a razão inicial dos gnaisses.

Na figura 41c encontram-se representadas as curvas de evolução isotópica de Sr construídas tanto para os gnaisses como para o granitóide. A regressão destas linhas su-

FIGURA 41 - Diagramas isocrônicos em rocha total (a,b) e de evolução isotópica do Sr no tempo geológico (c)

gerem que os protolitos crustais dessas rochas possuíam uma idade mínima de 1500 m.a. A inclinação menor da curva evolutiva do granitóide, sugere que a evolução isotópica do Sr^{87} foi mais lenta, indicando que essa rocha evoluiu a partir de materiais crustais menos diferenciados do que os gnaisses.

A idade K-Ar em concentrados de biotitas obtidas para o granito Bairro do Itapirapuã, que é afetado pela foliação S_4 , indicou a idade de 514 ± 17 m.a., que sugere a época de resfriamento do corpo a granítico, a uma temperatura menor que 250°C e consequentemente a idade mínima para a terceira fase de dobramentos (F_3).

VI.4.1. Recursos Minerais do Grupo Itaiacoca e da Área Mapeada

O mapa de jazidas e ocorrências minerais do Estado de São Paulo (IPT, 1981c), os mapas geológicos do Projeto Leste do Paraná (CPRM, 1977c) e, mais recentemente, a Carta de Previsão de Recursos Minerais (DNPM, 1984), atestam que o Grupo Itaiacoca possui enorme riqueza mineral, traduzida na forma de várias jazidas em exploração, lavras esgotadas, minas desativadas e inúmeros indícios de mineralizações cadastrados. As recentes descobertas de novos tipos litológicos como rochas básica-ultrabásicas e metavulcanitos têm ampliado muito o potencial metalogenético dos metamorfitos Itaiacoca (Algarta & Hama, 1984). A tabela 10 resume os principais bens minerais encontrados no Grupo Itaiacoca.

Na área estudada ocorrem várias jazidas de metadolomitos da unidade G, uma mina de talco associada à metabasitos e metadolomitos da unidade C, indício de cobre (malachita) na unidade P e algumas ocorrências localizadas de metargilitos cauliníticos nas unidades D e F.

TABELA 10 - Principais Recursos Minerais do Grupo Itaiacoca

RECURSO MINERAL	ROCHA HOSPEDEIRA	SITUAÇÃO ATUAL	OCCORRÊNCIA	UTILIZAÇÃO
METADOLOMITOS	-	Várias jazidas em exploração e algumas desativadas	ao longo da faixa	Fabricação de cal, cimento, aço, vidro, etc.
TALCO	Metabasitos e metadolomitos silicosos.	idem	na porção sul e central da faixa.	Fabricação de cosméticos, tintas, vernizes, inseticidas, etc.
COBRE	a) Metassomatitos, carbonáticos. b) Metadolomitos	a) Mina Santa Blandina (Escarnitos) b) indícios na região da Palmeirinha de Cima	a) posição norte da faixa b) filetes e disseminações	Indústria metalúrgica
METACERT, QUARTZITO FINO	-	Jazidas em exploração e vários locais ainda não explorados	ampla (camadas)	Indústria metalúrgica e de refratários
METARGILITO, LEUCOFILITO (CAULIM)	-	idem	ampla (camadas)	Indústria de cerâmica
ARGILAS	-	idem	zonas aluvionares e zonas de alteração de diabásios.	material de construção, cerâmica, etc.

VII. *Evolução Geológica do Grupo Itaiacoca*

A evolução geológica do Grupo Itaiacoca é interpretada a partir de processos de abertura e fechamento de um mar com profundidades rasas (até plataforma continental externa). Essa evolução divide-se em uma primeira fase relacionada ao desenvolvimento paleogeográfico e uma segunda, associada aos eventos orogênicos superimpostos.

VII.1. *Evolução Paleogeográfica*

As correlações estratigráficas e os ambientes de sedimentação do Grupo Itaiacoca, sugerem o estabelecimento inicial de uma bacia do tipo "continental rift" que evoluiu para uma "rifted continental margin" (Dickinson, 1980). Foram reconhecidos quatro principais estágios de sedimentação, sendo o primeiro proveniente da fase de rifteamento com sedimentação continental, e os três seguintes, relacionados à sedimentação marinha resultante da superposição de eventos de oscilação relativa do nível do mar (figura 42).

FIGURA 42 - Coluna Litoestratigráfica do Grupo Itaiacoca na área de estudo, com a respectiva curva de variação relativa do nível do mar (T = transgressão ; R = regressão; E = estabilização) e estágios evolutivos associados (1º a 4º)

1º Estágio (figura 43a).

Este estágio é representado pela Fm. Bairro da Estiva. Caracteriza-se por uma espessa sequência (2.000m) de metarenitos e "meta-wackes" arcossianos, resultantes de erosão e deposição rápidas (fanglomerados leques aluviais) sob forte instabilidade tectônica (subsidência rápida). A presença de grãos de quartzo bem retrabalhados e maduros nessas rochas, sugere mistura com sedimentos arenosos pré-existentes provenientes de ciclo(s) sedimentar(es) anterior(es) em regime de quiescência tectônica (área cratônica).

Assim, a sedimentação espessa, imatura e grossa da Fm. Bairro da Estiva deve ter preenchido grandes calhas de um sistema tipo "grabens/horsts", com manifestações subvulcânicas de caráter básico associadas.

2º Estágio (figura 43b)

Este estágio corresponde à deposição da Fm. Água Nova, cuja sedimentação com fácies pelítica-carbonática e pelítica reflete uma grande transgressão marinha (T_1) sobre os depósitos da Fm. Bairro da Estiva (figura 42). Esta transgressão afogou rapidamente os depósitos continentais pré-existent e perdurou longo tempo, permitindo a deposição de espesso pacote pelítico (subsidência rápida e deposição lenta).

Configuram-se ainda, neste estágio, fácies diferenciadas de sedimentação, provavelmente determinadas por ca -

FIGURA 43 - Evolução Paleogeográfica da Bacia Itaiacoca na área mapeada

racterísticas paleogeográficas distintas; na porção NW da área, o pacote pelítico-carbonático (unidades M,P e B-D) sugere deposição em ambiente de "offshore" a plataforma continental interna; a SE, o pacote de rochas essencialmente pelíticas (unidade H) indica águas mais profundas, de plataforma continental externa superior.

Essas características sugerem sedimentação em margem continental passiva com mergulho para SE e, portanto, um continente localizado a NW da área (figura 43b).

Tectonicamente, o 2º estágio pode estar associado a uma intensa subsidência regional provocada pela continuidade do processo distensivo, com a abertura de um oceano em direção a SE.

3º estágio (figura 43c)

No topo dos depósitos da Formação Água Nova existem fortes indícios (intensificação da sedimentação arenosa) de uma gradativa interrupção do evento transgressivo e início de uma fase regressiva relativa (R_1) do nível do mar (figura 42).

Assim, o 3º estágio de evolução da bacia é marcado, inicialmente, por uma fase regressiva, seguida de uma estabilização relativa do nível do mar, que propiciaram a deposição das areias de linha de costa da Formação Serra do Macaco.

O início e a instalação do evento regressivo (R_1) provavelmente esteve associado ao soerguimento lento de um alto do embasamento do setor SE da área, isolando-a numa bacia menor e provocando o rebaixamento do nível do mar local, como mostra a figura 43c. Schuepbach & Vail (1980) ressaltam a importância e o caráter comum de ocorrência desses altos em bacias de margens divergentes, cujo soerguimento ocorre durante a fase tardia do "rift" ("late rift phase") e é devido a eventos termomecânicos não muito bem compreendidos.

Essa interpretação pode ser argumentada pelas várias características impressas no registro sedimentar da Formação Serra do Macaco, bem como no topo da Formação Água Nova:

a) o fornecimento de sedimentos terrígenos arenosos para o topo dos depósitos da Fm. Água Nova (início da regressão) parece ter ocorrido de maneira sincrônica em toda a área mapeada, mesmo levando-se em consideração o mergulho original da plataforma continental para SE;

b) metarenitos médios conglomeráticos (pontos 92 e 270 - unidade E) e quartzitos imaturos (unidade K), ocorrendo, respectivamente, nas porções central e SE da área, sugerem sedimentos imaturos e fonte próxima (erosão dos depôsitos de leques aluviais fanglomerados soerguidos);

c) em direção a NW da área, os depósitos arenosos gerados nessa fase evidenciam melhor retrabalhamento e maior maturidade (ortoquartzitos);

d) não foram encontrados depósitos continentais ou mistos progradantes (depósitos fluviais, deltâicos, laguna

res, paludais, etc) sobre as areias litorâneas do setor NW-central da área;

e) a espessura dos depósitos arenosos da Fm. Serra do Macaco é maior na porção centro-SE da área, podendo sugerir contribuição sedimentar bidirecional (de NW e SE).

Todas essas características apontam também para uma evolução diferenciada de uma simples progradação da linha de costa sobre a margem continental em direção a SE.

4º estágio (figura 43d)

O último estágio de sedimentação da Bacia Itaiaca, já individualizada, inicia-se com um novo evento transgressivo relativo do nível do mar (T_2). O mar afogou rapidamente os depósitos praias pré-existentes, impondo-lhes pouca erosão, com retrabalhamentos locais em porções mais elevadas da bacia. Os sedimentos terrígenos pelítico-arenosos da unidade F(topo da Fm. Serra do Macaco) foram depositados em ambiente de "nearshore" a "offshore", durante essa fase.

De acordo com Schuepbach & Vail (1980), posteriormente ao processo de instalação de altos do embasamento, ocorre subsidência das duas bacias separadas pelo mesmo. Portanto, pode-se atribuir a fase transgressiva a essa subsidência que, aliás, explica também a ocorrência de conglomerados na base da unidade F e topo de E.

Ainda segundo aqueles autores, em havendo condi -

ções ambientais (climáticas e fisiográficas) adequadas, com a subsidência da bacia, torna-se propício o desenvolvimento de espessos bancos e recifes carbonáticos progradantes. Isto parece ter ocorrido com a Bacia Itaiacoca, com a instalação de uma plataforma carbonática durante o 4º estágio.

Entretanto, o processo de subsidência não deve ter sido contínuo e homogêneo em toda a bacia e ao longo do tempo. Após a deposição dos sedimentos da unidade F, provavelmente ocorreu uma subsidência diferencial do bloco centro-SE em relação ao bloco NW da bacia, propiciando uma "elevação" do primeiro em relação ao segundo. Este fenômeno é argumentado pelas seguintes características:

a) a base da plataforma carbonática (unidade metacarbonática pura - G) é formada por rochas oolíticas e pisolíticas com intraclastos, evidenciando retrabalhamento por ondas e, portanto, águas mais rasas que na unidade F;

b) parte da unidade metacarbonática arenosa J, localizada do setor SE, provavelmente constituía uma fácies costeira da plataforma carbonática, associada ao alto estrutural;

c) a unidade metacarbonática pelítica N, localizada no setor NW da área, possivelmente depositou-se em fácies mais profunda da plataforma carbonática, com aporte de terrígenos pelíticos do continente a NW da área.

Essas características sugerem também a ocorrência de um pulso regressivo relativo do nível do mar (R_2) e posterior continuidade do evento transgressivo relativo T_2 (figura 42). O primeiro estaria relacionado ao desenvolvimento de parte da unidade J (porção inferior e mediana) e da base da

unidade G. O segundo estaria associado ao topo da unidade J (sedimentos terrígenos mais finos), a crescimento vertical da plataforma carbonática (unidade G) e à deposição dos metacarbonatos pelíticos da unidade N.

VII.2. *Evolução Tectônica*

O quadro tectônico da área mapeada insere-se na evolução da Faixa de Dobramentos Apiaí e do Grupo São Roque (Campos Neto & Basei, 1983).

A literatura geológica mais recente admite para a história tectônica destas faixas um caráter policíclico, com eventos entre o Proterozóico médio e superior (ver item III. 3.10).

Estudos morfológicos em estromatólitos (Fairchild, 1977) apontam um intervalo entre 850 e 1700 m.a. como idade mínima para a sedimentação do Grupo Itaiacoca. Para o Grupo São Roque, os trabalhos de Van Schmus et al. (1986), e Tassinari (1988 e et al., inédito) com base em datações radiométricas de rochas metavulcânicas contemporâneas à sedimentação, situam a sua idade em torno de 1500 a 1800 m.a.

Diversos autores (Damasceno & Bettencourt, 1968; Batolla Jr. et al., 1977; CPRM, 1981; Teixeira, 1982; Silva et al., 1982; Chiodi Filho, 1984, entre outros) obtiveram idades em torno de 1200 a 1400 m.a. para o metamorfismo regional da Faixa Apiaí.

Na Sequência Abapã, situada ao sul do Grupo I - taiacoca, Reis Neto (com. pessoal) tem realizado datações radiométricas em rochas metavulcânicas, cujas idades preliminarmente obtidas estão relacionadas ao Proterozóico médio.

Plutons graníticos da Faixa Apiaí apresentaram idades concentradas em 650 e 550 m.a. (Cordani & Bittencourt, 1967; Cordani & Kawashita, 1971; Melcher et al. 1973; Cordani 1974; CPRM, op. cit.; Teixeira, op. cit., entre outros. Idades de metamorfismo regional em torno de 650 m.a. foram também mencionadas nesses trabalhos.

Recentemente, diversos autores (Kaul, 1985; Issler & Freire, 1985; Trein et al., 1985; CPRM, 1986; Campanha et al., 1987; Soares, 1987 e Theodorovicz & Câmara, 1988) têm admitido a evolução tectônica da Faixa Apiaí a partir de eventos relacionados à Tectônica de Placas:

1º) Subducção do tipo andino/cordilheirano - caracterizado, principalmente, por magmatismo cálcio-alcálico presente nos Complexos Granitóides Três Córregos e Cunhaporanga, com desenvolvimento de arco magmático;

2º) Colisão Continental - marcada pela geração de granitos sin-colisionais, tardi-colisionais e por intrusões de caráter hiperaluminoso.

Não obstante, não há, entre esses autores, um consenso sobre a idade de desenvolvimento do arco magmático, proposta desde o Proterozóico inferior até o superior.

Entretanto, todos admitem a ocorrência de grande encurtamento crustal (colisão continental) durante Proterozóico superior - Cambriano inferior.

Na área mapeada a integração dos dados termo-tectônicos e geocronológicos permitiu, principalmente, a caracterização do evento colisional brasileiro, como sugerido abaixo.

O Granito Córrego do Butiã, intrusivo no Complexo Três Córregos, apresenta-se fortemente foliado (foliação metamórfica) e afetado pela Falha de Itapirapuã (gerada na 3ª fase de dobramentos do Grupo Itaiacoca) e, também, pela fase F_4 . Essas características somadas à idade (Rb/Sr), de 651 ± 60 m.a. obtida para esse granito, sugerem que sua geração ocorreu anteriormente ao evento de colisão continental. Neste caso, sua foliação tectônica (correlacionável ao bandamento metamórfico da sequência paragnáissica e xistosa encaixante) deve ter uma idade igual ou posterior a tal isócrona.

Por outro lado, não foi possível obter a correlação entre essa foliação tectônica e as foliações F_1 ou F_2 impressas nos metassedimentos Itaiacoca, o que exigiria estudos mais detalhados no Complexo Granitóide Três Córregos.

Durante a 3ª fase de dobramentos (F_3) foram gerados os Granitos Bairro do Itapirapuã e Córrego Feio que encontram-se encaixados nos metassedimentos Itaiacoca e afetados pela fase F_4 .

Esses dados, associados às suas características (ver tabela 9), permitem relacioná-los a um período tardi a pós-colisional.

São também representativos do período tardi a pós-colisional alguns granitos intrusivos no Complexo Cunhaporanga (fácies Ouro Verde e São Domingos) e o Granito Bairro

da Serrinha (tabela 9). Este último, alojou-se junto à Falha de Itapirapuã, truncando-a e gerando apófises de álcali-granitos ao longo da mesma.

O término do processo colisional brasileiro, na área, deu-se por volta de 514 ± 17 m.a., quando ocorreram o resfriamento e o soerguimento isostático da cadeia orogênica.

Considerando as deformações reconhecidas no Grupo Itaiacoca, pode-se afirmar que, pelo menos, as fases de dobramentos F_3 e F_4 , bem como o episódio metamórfico M_3 , ocorreram entre o final do Proterozóico superior e o Cambriano inferior. As fases F_1 e F_2 , embora não disponham de dados de datação absoluta, podem ser atribuídas a eventos tectônicos anteriores, provavelmente relacionadas ao Proterozóico médio.

VII.3. *Considerações Gerais*

O modelo proposto para a sedimentação do Grupo Itaiacoca, coloca sua origem como relacionada a um "rift" continental (estágio 1), com evolução para uma margem continental do tipo Atlântico (estágios 2, 3 e 4), comportando sedimentação de ambiente pouco profundo (linha de costa a plataforma continental externa superior). A presença de um continente no setor NW é comprovada pela forte polaridade da sedimentação.

O primeiro estágio de sedimentação marinha ocorreu sob condições de mar aberto, enquanto que durante os estágios 3 e 4 as características sugerem um mar restrito, individualizado pelo soerguimento de um alto estrutural no setor SE da área. Nessa época processar-se também a separação, pelo menos local, da bacia Itaiacoca do restante da bacia Açungui. Nota-se bem que as sequências Lageado e Ribeirão das Pedras constituem as porções mais profundas da Bacia Açungui na região (sedimentação turbidítica de plataforma continental externa inferior).

O alto estrutural que individualizou a Bacia Itaiacoca, na área mapeada, representava mais provavelmente, porções soerguidas do embasamento siálico da bacia, sendo que as evidências não sustentam que o mesmo pudesse constituir um arco magmático.

A idade mínima assumida para a sedimentação do Grupo Itaiacoca, remonta ao Proterozóico inferior a médio.

A evolução geológica do Grupo Itaiacoca tem caráter policíclico e ocorreu durante o Proterozóico médio e o superior. Na área, têm-se registros bem marcados e datados do evento ocorrido no Proterozóico superior, que gerou deformações (3ª e 4ª fases de dobramento) e diversos corpos graníticos pós-tectônicos. As fases F_1 e F_2 , muito provavelmente estão relacionadas a eventos tectônicos ocorridos no Proterozóico médio sugerido na literatura.

Finalmente, tendo em vista a caracterização litoestratigráfica do Grupo Itaiacoca, obtida neste trabalho, e considerando sua evolução intimamente associada à do Grupo Açungui, propõe-se uma revisão da nomenclatura estratigráfica formal deste último, para "Supergrupo".

Bibliografia

- AB'SABER, A.N. 1970. Províncias geológicas e domínios morfo - climáticos no Brasil. Geomorfologia, Instituto de Geografia/USP, (20):1-26.
- AB'SABER, A.N. & BIGARELLA, J.J. 1961. Superfícies aplainadas do primeiro planalto do Paraná. Boletim Paranaense de Geografia (4/5):116-125.
- AHMED, E. & ALMON, D.C. 1983. Field mapping for geology students. London, Allen & Unwin. 72p.
- ALGARTE, J.P. & HAMA, M. 1984. Projeto metalogenéticos e de previsão de recursos minerais. Folha SG. 22-X-8 (Itararé) escala 1:250.000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SBG. v.7 p. 3441-3457.
- ALMEIDA, F.F.M. 1944. *Collenia Itapevensis* sp.n. - um fóssil pré-cambriano do Estado de São Paulo. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, (45):89-106 (Geologia 1).
- _____. 1957. Novas ocorrências de fósseis no pré-cambriano brasileiro. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 29(1):63-72.
- _____. 1958. O Planalto Paulistano. In: A Cidade de São Paulo. São Paulo, Associação dos Geógrafos Brasileiros. p. 113-167.
- _____. 1964. Os fundamentos geológicos. In: AZEVEDO, A. (ed.) Brasil, a terra e o homem. São Paulo, Editora Nacional, v.1, p.55-120.

- ALMEIDA, F.F.M.; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. The precambrian evolution of the South American cratonic margin south of Amazon River. In: NAIRN, A. E. M.; STEHL, U.F.G. (eds) The ocean basin and margins. New York, Plenum. v.1, p.411-446.
- ALMEIDA, M.A. de 1990. Geologia da Formação Água clara, na região de Araçáiba - SP. São Paulo. 184 p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP).
- ALMEIDA, M.A.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P. 1986. A formação Água Clara na região de Araçáiba, Estado de São Paulo: litotipos, metamorfismo e deformação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. Anais. Goiânia, SBG. v.2, p.905-918.
- AUGUSTITHIS, S.S. 1979. Atlas of the Textural Patterns of Basic and Ultrabasic Rocks and Their Genetic Significance. Berlin. Walter de Gruyter. 393 p. ilustr.
- BARD, J.P. 1980. Microtexture des roches magmatiques et métamorphiques. Paris, Masson. 192p.
- BASEI, M.A.S. 1985. O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. São Paulo. 190p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências - USP).
- BATOLLA JR., F.; HAMA, M., LOPES JR., I. 1977. Idades radiométricas Rb/Sr e K/Ar em rochas cristalinas pré-brasiliianas da região Este do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. Atas, São Paulo, SBG. v.1, p. 324-337.
- BATOLLA JR., F.; SILVA, A.I.S.G.; ALGARTE, J.P. 1981. O Pré-cambriano da região sul-sudeste do Estado de São Paulo e este-nordeste do Estado do Paraná. In. SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas, Curitiba, SBG v.1, p.94-108.

- BETTENCOURT, J. & WERNICK, E. 1976. Contribuição à geoquímica do Sr das rochas calcárias dos grupos São Roque e Açungui (SP, PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. Anais. Ouro Preto, SBG, v.1, p.171-187.
- BIGARELLA, J.J. 1948. Estudos preliminares na Série Açungui II - Rochas Calcárias. Arquivos de Biologia e Tecnologia, 3, p. 201-354.
- BIGARELLA, J.J. & SALAMUNI, R. 1956a. Estudos preliminares na Série Açungui V - Estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capiru (Estado do Paraná). Dusenya, 8 (6): 317-323.
- _____. 1958. Estudos preliminares na Série Açungui VIII - A formação Votuverava. Boletim do Instituto de História Natural. Geologia (2):1-6.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R. e SILVA, J.X. da 1965. Pediplanos, pedimentos e depósitos correlativos no Brasil - Boletins Paranaense de Geografia, (16/17):117-151.
- CAMPANHA, G.A.; GIMENEZ FILHO, A.; CAETANO, S.L.V.; DANTAS, A. S.L.; TEIXEIRA, A.L.; DEHIRA, L.K. 1986. Geologia e estratigrafia da região das Folhas Iporanga e Gruta do Diabo, Vale do Ribeira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. Anais. Goiânia, SBG. v.2, p. 1058-1073.
- CAMPANHA, G.A.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. 1987. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da Faixa de Dobramentos Apiaí. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, v. 2, p. 725-742.
- CAMPOS NETO, M. da C. 1983. Contribuição à litoestratigrafia e estrutura do Grupo Açungui no sudeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo, 1983. Atas. São Paulo, SBG. p. 103-112.

- CARVALHO, P.I. & PINTO, E.A. 1937. Reconhecimento geológico da Série Assungui, Brasil. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia (71):p.1-29.
- CHIANG, L.C. 1984. Análise estrutural de lineamentos de imagens do sensoriamento remoto. Aplicação ao Estado do Rio de Janeiro. São Paulo. 157p. (Tese de doutorado - Instituto de Geociências/USP).
- CHIODI FILHO, C. 1984. Contribuição à geologia das regiões sul paulista e leste paranaense Grupos Açungui e Setuva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SBG. v.s, p.2394-2406.
- COLLINSON, J.D. & THOMPSON, D.B. 1982. Sedimentary structures. London, George Allen & UNWIN. 194 p.
- COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DO PARANÁ. 1967. Folhas geológicas na escala 1:70.000. Curitiba, CODEPAR.
- COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DO PARANÁ. 1970. Folhas geológicas na escala 1:70.000. Serra das Antas, Itaiacoca, Jaguariaíva Sul e Varzeão. Curitiba, Convênio UFPR/BADESPAR.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. 1972. Projeto Sudeste do Estado de São Paulo. Folha Geológica Itararé. SG.22-X-B. Escala 1:250.000. São Paulo.
- _____. 1974. Projeto Sudeste de São Paulo. Relatório Final de Geologia. São Paulo, Convênio DNPM/CPRM.
- _____. 1977c. Projeto Leste do Paraná. Relatório final de geologia. São Paulo, DNPM/BADEP/JGUEP/CPRM.
- _____. 1977a. Projeto Leste do Paraná. Relatório final de geologia folha Piraí do Sul (SG. 22-X-A-VI). São Paulo, Convênio DNPM/CPRM.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 1977b. Pro
jeto Leste do Paran. Relatrio Final de Geologia folha Car
ro Azul (SG. 22-X-B-IV). So Paulo, Convnio DNPM/CPRM.

_____. 1981a. Projeto integrao e detalhe geolgi-
co no Vale do Ribeira. Relatrio final, Folha Itarar (SG.
22-X-B-I). So Paulo, Convnio CPRM/DNPM.

_____. 1981b. Projeto integrao e detalhe geol -
gico no Vale do Ribeira. Relatrio final. So Paulo, Conv -
nio DNPM/CPRM.

_____. 1981c. Projeto integrao e detalhe geo -
lgico no Vale do Ribeira, rea Ribeiro do Perau. So Pau -
lo, Convnio DNPM/CPRM.

_____. 1983. Projeto Capo Bonito. Relatrio fi -
nal. So Paulo, PR-MINRIO/CPRM.

_____. 1984. Projeto Guapiara. Relatrio final.
So Paulo, PR-MINRIO/CPRM.

_____. 1986. Projeto Engenheiro Maia - Ribeiro
Branco. Relatrio final. So Paulo, PR-MINRIO/CPRM.

CORDANI, U.G. 1974. Comentrios sobre as determinaes geo -
cronolgicas disponveis nas folhas Asuncin e Curitiba. In:
SCHOBENHAUS F C. (coord.) Carta geolgica do Brasil, ao
milionsimo: Folha Asuncin (SG-21) Folha Curitiba (SG-22).
Braslia, DNPM, p.58-67.

CORNANI, U.G. & BITTENCOURT, I. 1967. Determinao de idades
potssio/argnio em rochas do Grupo Aungui. In: CONGRESSO
BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21, Curitiba, 1967. Anais. Curiti
ba, SBG. p.218-233.

- CORDANI, U.G. & BRITO NEVES, B.B. 1982. The geologic evolution of South America during the Archean and Early Proterozoic. *Rev. Bras. Geociências*, 12 (1-3):78-88.
- CORDANI, U. G. & KAWASHITA, K. 1971. Estudo geocronológico pelo método Rb-Sr, de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Anais. São Paulo, SBG. v.1, p.105-110.*
- CORDANI, U.G.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A.; PORTO, T.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F.M.B. 1984. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das Bacias Sedimentares Brasileiras. *Ciência Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo* (15):1-70.
- COUDRAY, J. & MONTAGGIONI, L. 1985. The diagenetic products of marine carbonates as sea-level indicators. In: PLASSCHE, O. (ed.) *Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data.* Geo Books. Norwich, p-311-360.
- COUTINHO, J.M.V. (coord.). 1985. Evolução do Pré-Cambriano paulista e regiões adjacentes. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo, 1985. *Atas. São Paulo, SBG. v.2, p.561-585.*
- DAMASCENO, E.C. & BETTENCOURT, J.S. 1968. Idades relativas de mineralização de chumbo de Panelas e de Itapirapuã. In: XXII Congresso Brasileiro de Geologia, *Resumo das Comunicações*, 37.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. 1974. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folhas Asuncion - SG. 21. Folha Curitiba - Sg.22. Carlos Schobbenhaus Filho (coord.) Escala 1:1.000.000. Brasília. 1974.
- _____. 1984. Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais - carta de previsão de recursos minerais. Folha Itararé - SG.22-X-B. Escala 1:250.000.

- DEWEY, J.F. & BURKE, K.C. 1973. Tibetan, Variscan and Precambrian basement reactivation: products of continental collision. *Journal of Geology*, 81(6):683-692.
- DICKINSON, W.R. 1974. Plate tectonics and sedimentation. In: _____ (ed.) *Tectonics and sedimentation*. Tulsa, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. p.1-27 (Special Publication, 22).
- _____. 1980. Plate Tectonics and Key Petrology Associations. In: Stangway, D.W. (ed.). *The Continental Crust and Its Mineral Deposits*. Geological Association of Canada Special Paper 20. p.341-60.
- DICKSON, J.A. 1965. A modified staining technique for carbonates in thin section. *Nature*, Feb. 6. p. 587.
- EBERT, H. 1971. Observações sobre a litologia e subdivisão do Grupo Setuva no Estado do Paraná com sugestões à tectônica geral do geossincline Assungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Anais*. São Paulo, SBG. v.1, p-131-146.
- EBERT, H. & MULLER, G. 1989. Dados petrológicos e litogeoquímicos dos metamorfitos da região da Mina do Perau, no Vale do Ribeira, Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1989. *Boletim de Resumos*. p.124-125.
- FAIRCHILD, T.R. 1977. Conophyton and other columnar stromatolites from the Upper Precambrian Açungui Group near Itapeva, São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. *Atas*. São Paulo, SBG. p.179-198.
- FIORI, A.P.; CAMARGO, E.C.; MONASTIER, M.S.; LIMA, R.E.; FUMAGALLI, C.E.; SALAMUNI, E.; FASSBINDER, E.; GOIS, J.R. 1984. Lineamentos tectônicos e possíveis mineralizações associadas ao pré-cambriano paranaense. Curitiba, UFPR-MINEROPAR. 261p.

- FIORI, A.P., FASSBINDER, E.; GOIS, J.R. de; FUMAGALLI, C. E. 1987a. Compartimentação tectônica do Grupo Açungui a norte de Curitiba. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3 , Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. v.1, p.183-196.
- FIORI, A.P.; FUMAGALLI, C.E.; GOIS, J.R.; SALAMUNI, E. 1987b. As principais estruturas dobradas do Grupo Açungui de Rio Branco do Sul - Bocaiúva do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3 , Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. v.1 p.183-196.
- FIORI, A.P.; SALAMUNI, E.; FASSBINDER, E. 1987c. Geologia da região de Bateias-Bocaiúva do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3 , Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. v.2, p. 773-788.
- FREY, M. (ed.) 1987. Low-temperature metamorphism. New York, Chapman and Hall. 351 p.
- FRITZONS Jr., O.; PIEKARZ, G.F.; FALCADE, D. 1982. Geologia e potencial econômico do Grupo Setuva (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32 , Salvador, 1982. Anais, Salvador, SBG. v.3, p.987-1001.
- FUCK, R.A. 1966. Nota explicativa da folha geológica de Quero-Quero. Bol. Geol., Inst. Geol. Univ. Fed. Paraná, 19.
- _____. 1967a. Geologia das folhas de Jaquaricatu e Socavão. Boletim Univ. Fed. paranã, Inst. Geol. (Inédito).
- _____. 1967b. Geologia da Folha de Abapã. Boletim Universidade Federal do Paraná/Geologia, (25):1-33.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E. 1967a. Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências (23/25):183-221.

- FUCK, R.A.; TREIN, E.R.; MARINI, O.J. 1967b. Geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências (23/25):5-41.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E.; MURATORI, A. 1971. Geologia do Leste paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais, São Paulo, SBG, v.1, 121 - 130.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - FIBGE 1977. Geografia do Brasil: região sudeste. Rio de Janeiro, IBGE. 667p.
- FYFE, W.S. & LEONARDOS Jr., O.H. 1974. Ancient metamorphic - migmatite belts of the Brazilian Atlantic coast: The African connection. Revista Brasileira de Geociências, 4.
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M.A.F. 1984. Província Mantiqueira - setor central. In: ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. (coord.). O pré-cambriano do Brasil. São Paulo, Edgard Blucher. p. 308-344.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; BRITO NEVES, B.B. 1978. As estruturas Brasilianas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais. Recife, SBG, v.6, p.2423-2437.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. 1975. The Ribeira Folded Belt. Revista Brasileiro de Geociências, 5(4):257 - 266.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICH, C. A. 1980. Estruturas e tectônica do pré-cambriano de São Paulo e Paraná. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 52:61-76.
- HASUI, Y.; CREMONINI, O.A.; BORN, H. 1984a. Granito "Três Córregos" revisado e o maciço Catas Altas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984, Anais. Rio de Janeiro, SBG, v.7. p.3023-3031.

- HASUI, Y.; CREMONINI, O.A.; BORN, H. 1984b. Considerações sobre o Grupo Açuncui em São Paulo e porção adjacente do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SBG. v.7, p.3297-3306.
- HASUI, Y.; EBERT, H.D.; QUADE, H. 1984c. Aspectos geológicos da mega-antiforma da Serra do Cadeado, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais Rio de Janeiro, SBG. v.7, p.2380-2393.
- HIGGINS, M.W. 1971. Cataclastic rocks. Geological Survey Professional Paper, (687):1-97.
- HOBBS, B.E.; MEANS, W.D.; WILLIAMS, P.F. 1981. Geologia estrutural. Barcelona, Omega. 518p.
- INSTITUTO DE BIOLOGIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IBPT. 1953. Mapa Geológico do Estado do Paraná. Curitiba, IBPT. Escala 1:750.000.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT 1981a. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. Escala 1:1.000.000.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT 1981b. Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. Escala 1:500.000 (Monografia, 6).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT 1981c. Mapa de Jazidas e Ocorrências Minerais do Estado de São Paulo. vol. III., PRÓ-MINÉRIO/PROMOCET. Escala 1:500.000
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT 1982a. Chumbo na faixa carbonatada Itapeva/Itararé (SP). São Paulo, IPT/SICCT/PRÓ-MINÉRIO. 39p. (Relatório 16527).

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT
1985a. Geologia das folhas Barra do Chapéu (SG-22-X-B-I-4)
e Araçuaia (SG-22-X-B-II-3), Estados de São Paulo e Paraná.
São Paulo, IPT (Relatório 22150).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT
1985b. Geologia das folhas Iporanga (SG-22-X-B-V-2) e Gruta
do Diabo (SG-X-B-VI-1), Estado de São Paulo. São Paulo, IPT.
(Relatório 22.352).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT
1986. Novo modelo geológico do Vale do Ribeira. São Paulo,
IPT/SICCT/PRÓ-MINÉRIO. 54p. (Relatório 23.742).
- ISSLER, R.S. & FREIRE, F.A. 1985. A diversidade dos granitos
da região sul do Brasil. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE
GEOLOGIA, 2, Florianópolis, 1985. Anais. Florianópolis, SBG
v.1, p.89-101.
- IUGS - Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. 1973.
Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks, Re -
commendations. Geotimes, v.18. nº 10. Oct. 1973.26-30.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY - JICA. 1982. Report
on geological survey of Anta Forda: Phase II. Convênio DNPM/
Metal Mining Agency of Japan.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY - JICA. 1983. Report
on geological survey of Anta Gorda: Phase III. Convênio
DNPM/Metal Mining Agency of Japan.
- KAUL, P.F.T. 1985. Magmatismo e evolução da crosta no sul-
sudeste do Brasil durante o Proterozóico superior - Eopaleo-
zóico. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2, Flória-
nópolis, 1985. Anais. Florianópolis, SBG. v.1, p.126-127.

- KUMP, L.R. & HINE, A.C. 1985. Ooids as sea-level indicators. In: PLASSCHE, O. (ed.) Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data. Geo Books. Norwich, p. 175-194.
- LEONARDOS, O.H. 1934. Nota sobre a geologia do distrito de Iporanga, SP- DNPM (relatório 564).
- LONGMAN, M.W. 1980. Carbonate diagenetic textures from near-surface diagenetic. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 64(4):461-487.
- MAACK, R. 1947. Breve notícia sobre a geologia dos estados do Paraná e Santa Catarina. Arq. Biol. Tecn. (2):139-142.
- _____. 1968. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, Badespan/UFPR/IBPT. 350p.
- McClay, K.E. and PRICE, N.I. (editors) 1981. Thrust and Nappe Tectonics. Special publication 9, Geological Society of London.
- MARINI, O.J. 1970. Geologia da Folha de Rio Branco do Sul (PR) Rio Claro, 190p. (Tese de doutorado - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro).
- MARINI, O.J. & BIGARELLA, J.J. 1967. Rochas calcárias do Grupo Açungui. Boletim. Paranaense de Geociências, (23/25): 105-181.
- MARINI, O.J. & BÓRIO, N.J. 1971. Estromatólitos em Dolomitos Grupo Açungui. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 43 (1):161-175.
- MARINI, O.J.; TREIN, E.; FUCK, R.A. 1967. O grupo Açungui no Estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências (23/25): 43-104.

- MARTIM, H. & PORADA, H. 1977. The intracratonic branch of the Damara orogen in South West Africa. I. Discussion of geodynamic models. *Precambrian Research*, 5:311-338.
- MELCHER, G.C.; GIRARDI, C.B.; CORDANI, U.G.; BETTENCOURT, J.; DAMASCENO, E.C.; GIRARDI, V.A.V.; MELFI, A.J. 1973. Geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do vale do rio Ribeira de Iguape, SP e PR. *Revista Brasileira de Geociências* 3(2):97-123.
- MELFI, A.J.; BITTENCOURT, I.; CORDANI, U.G. 1965. Reconhecimento fotogeológico de parte do Grupo Açungui. *Bragantia*, 24 (34):447-474.
- MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR. 1981. Reconhecimento geológico do Complexo Granítico Cunhaporanga (Relatório interno).
- _____. 1983. Mapa Geológico da área do Escudo do Estado do Paraná. Curitiba, MINEROPAR. Escala 1:250.000.
- _____. 1989. Mapa geológico do Estado do Paraná. Escala 1:650.000. Curitiba, Convênio DNPM/Secretaria Ciência, Tecnologia e Des. Econ. do Estado do Paraná.
- MURATORI, A. 1966. Nota explicativa da Folha Geológica de Campo Largo. *Boletim Universidade Federal do Paraná. Geologia*, 21:1-29.
- MURATORI, A.; TREIN, E.; HAUSEN, J.P.; BERTOLDO, A.; REBEREAU, J.C. 1970. Geologia do extremo norte do 1º planalto e parte do 2º planalto paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, Brasília, 1970. Resumo das Comunicações. *Boletim Especial*, 1. Brasília, SBG. p.201-205.
- OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. 1943. *Geologia do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 813p.

OLIVEIRA, E.P. 1916. Geologia do Estado do Paraná. Boletim do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 5(1): 77-143.

_____. 1927. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Monografia, 6:1-172.

PETRI, S. & SUGUIO, K. 1969. Sobre os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo, Convênio, USP/DAEE. 98p. (Publ. Esp.).

PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; OJEDA, H.; FULFARO, V. J.; PONÇANO, W.L. 1986. Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica. Revista Brasileira de Geociências, 16 (4) 372-376.

PETTIJOHN, F.J. 1975. Sedimentary rocks. 3.ed. New York, Harper & ROW. 628 p.

PIEKARZ, G.F. 1981. Reconhecimento de unidades correlacionáveis à sequência mineralizada do Perau. Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas. Curitiba, SBG. v.1, p.148-154.

_____. 1984. Geologia e resultados preliminares da pesquisa mineral no núcleo da Formação Perau (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SBG. v.8, p.3682-3696.

PIRES, F.A. 1988. Uma nova concepção para os ambientes do Grupo Açungui na região de Iporanga e Apiaí, sul de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais. Belém, SBG. v.2, p.606-616.

- PIRES, F.A. 1990. Análise paleoambiental e estratigráfica de sequências metassedimentares (Grupo Açungui), na região de Iporanga e Apiaí - São Paulo, São Paulo. 151p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP).
- PITCHER, W.S. 1983. Granite type and tectonic environment . In: HSU, K.J. (ed.). Mountain building process. London, Academic. 263 p. il. p.19-40.
- PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, M. A.; PIRES NETO, A.G. 1979. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2 , Rio Claro. Atas. Rio Claro, SBG. v.2 , p.253-262.
- PONTES, J.B. 1982. Geologia e potencialidades da formação Água Clara (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32 , Salvador, 1982. Anais. Salvador, SBG. v.3, p.1002-1016.
- PORADA, H. 1979. The Damara-Ribeira orogen of the Pan-African-Brasiliano cycle in Namibia (Southwest Africa) and Brazil as interpreted in terms of Continental collision . Tectonophysics, 57(2-4):237-265.
- _____. 1989. Pan-African rifting and orogenesis in Southern to equatorial Africa and Eastern Brazil. Precambrian Research, 44:103-136.
- POWELL, C.W. 1979. A morphological classification of rock cleavage. Tectonophysics, 58:21-34.
- PROJETOS TÉCNICOS E OBRAS DE ENGENHARIA LTDA - PROTEC. 1971. Mapa Geológico do Vale do Rio Ribeira de Iguape. Folha Geológica Itararé - 56.2. Escala 1:100.000. São Paulo.

- RAMSAY, J.G. 1960. The deformation of early linear structures in areas of repeated folding. *J.Geol.*, v.68,75-93.
- _____. 1967. Folding and fracturing of rocks. New York, McGraw-Hill. 568p.
- RAMSAY, J.G. & HUBERT, M.I. 1987a. The Techniques of modern structural geology. Orlando, Academic. v.1. Strain analysis.
- RAMSAY, J.G. & HUBERT, M. 1987b. The techniques of modern structural geology. Orlando, Academic. v.2. Folds and fractures.
- REINECK, H.E. & SING, I.B. 1980. Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics. 2.ed. Berlin Springer. 549p.
- REIS NETO, J.M. dos & SOARES, P.C. 1987. Um estudo de caracterização termo-dinâmico de micro-estruturas do Grupo Açungui e Setuva (PR). In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. v.1, p.147-165.
- ROBERTS, J.L. 1982. Introduction to geological maps and structures. 3 ed. New York, Pergamon Press. 332p.
- SADOWSKI, G.R. & MOTIDOME, M.J. 1987. Brazilian Megafaults. *Revista Geológica do Chile*, nº 31, p-61-75, 8 figs.
- SANTORO, E. & FRASCÁ, M.H.B.O. 1989. A formação Itaiacoca na região de Itapeva, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1989. Boletim de Resumos. Rio de Janeiro, SBG. p.99-100.
- SCANVIC, J.V. 1983. Utilisation de la Teledetection dans les sciences de la terre. Orleans, Cedex, BRGM. 165p. (Manuels an methodes, 7).

- SCHOLL, W.U. 1981. Geologia do Grupo Açungui na região a noroeste de Rio Branco do Sul, Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, São Paulo, 1981. Atas. São Paulo, SBG. v.1, p.170-184.
- SCHOLL, W.U.; ANDRADE E SILVA, A.C.G.; MONASTIER, M.S. 1982. A formação Setuva do pré-cambriano no estado do Paraná, uma revisão crítica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, 1982. Anais. Salvador, SBG. v.1, p.55-63.
- SCHOLL, W.U.; LOPES, O.F.; SILVA, A.C.G.A.; PROZZI, C.R. 1980. Geologia do Precambriano da região do Anticlinal do Setuva (municípios de Bocaiúva do sul e Rio Branco do Sul, Paraná). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, 1980. Anais. Camboriú, SBG. v.5, p.3003-3012.
- SEPLAN-SP. Coordenadoria de Ação Regional. 1973. Diagnóstico: 4ª Região Administrativa. São Paulo, SEPLAN.
- SIBSON, R.H. 1977. Fault rocks and fault mechanisms. Journal Geological Society London, 133:191-213.
- SILVA, A.T.S.F. da & ALGARTE, J.P. 1981a. Contribuição à Geologia da Sequência Turvo-Cajati entre o rio Pardo e Pariqueira-Açu, Estado de São Paulo. I. Litologia e petrografia. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, e. Atas. v.1, p.109-120.
- _____. 1981b. Contribuição à geologia da Sequência Turvo-Cajati entre o rio Pardo e Pariqueira-Açu, Estado de São Paulo. II. Estrutura, metamorfismo e evolução tectônica. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. Atas. v.1, p.121-132.

- SILVA, C.R.D.; TAKAHASHI, A.T.; CHIODI FILHO, C.; BATOLLA Jr., F. 1982. Geologia e mineralizações da região Perau - Água Clara, Vale do Ribeira, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, 1982. Anais. Salvador, SBG. v.3, p. 1024-1036.
- SILVA, R.B.; MAEYAMA, O.; PEROSA, P. de T.Y.; ALMEIDA, E.B.de; SARAGIOTTO, J.A.R. 1982. Considerações sobre as mineralizações de chumbo, zinco e prata do Grupo Açungui no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, 1982. Anais. Salvador, SBG. v.3, p. 972-986.
- SOARES, P.C. 1987. Sequências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do escudo Paranaense. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. v.2, p.743-771.
- SOARES, P.C.; STEVANATTO, R.; CAMARGO, C.R. 1987. Geologia do Noroeste da Faixa Itaiacoca Paraná. In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas. Curitiba, SBG. v.1, p.245-262.
- SUPPE, J. 1985. Principles of structural geology. Prentice Hall. 537p.
- TASSINARI, C.C.G. 1988. As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua evolução crustal. São Paulo. 236p. (Tese de doutoramento - Instituto de Geociências/USP).
- TEIXEIRA, W. 1982. Interpretações e evolução geocronológica. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folha SG-21. Assunção, SG-22. Curitiba e SG-23. Iguape. Considerações sobre os dados radiométricos. Rio de Janeiro, MME. (Relatório Interno).

- THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M.M. 1988. Ambiência tectônica da faixa Itaiacoca-Itapeva na região Sudeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais. Belém.SBG, v. , p.
- TREIN, E. 1966. Geologia da Folha de Itaiacoca. Boletim da Universidade Federal do Paraná. (Inédito).
- TREIN, E. & FUCK, R.A. 1967. O Grupo Castro. Boletim Paranaense de Geociências (23/25):257-305.
- TREIN, E.; REIS NETO, J.M.; BIONDI, J.C.; MONASTIER, M. 1985. Revisão da Formação Itaiacoca: identificação de uma sequência metavulcano-sedimentar em Abapã (PR). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo, 1985. Atas. São Paulo, SBG. v.1, p.169-185.
- TROUW, R.A.J. 1981. Curso de microtectônica. Apostila da disciplina microtectônica do curso de pós-graduação em geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 34p., ilust.
- TURNER, F.J. 1981. Metamorphic petrology. 2 ed. New York, McGraw Hill. 524 p.
- TURNER, F.J. & WEISS, L.E. 1963. Structural analysis of metamorphic tectonites. New York, McGraw Hill. 545p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ E MINERAIS DO ESTADO DO PARANÁ S/A. 1987. Aspectos Estruturais e Estratigráficos do Grupo Açungui e da Formação Itaiacoca no Estado do Paraná. Convênio URPR/MINEROPAR. FIORI, A.P. (coord.) texto Final. Curitiba, março de 1987, 191p.
- VAN SCHMUS, W.R.; TASSINARI, C.G.C.; CORDANI, U.G. 1986. Estudo geocronológico da parte inferior do Grupo São Roque. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1987. Anais. Goiânia, SBG. v.3, p.1399-1405.

- VASCONCELOS, A.C.B.C. 1988. O grupo Andrelândia a norte de Ouro Fino-MG. São Paulo, 199p. (Tese de mestrado - Instituto de Geociências/USP).
- VENEZIANI, P. & ANJOS, C.E. 1982. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. São José dos Campos, INPE. 61p. (INPE-2227-MD/014).
- WERNICK, E.; HASUI, Y.; NEVES, B.B. 1978. As regiões de dobramento Sudeste e Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais. Recife, SBG. v.6, p. 2493-2507.
- WERNICK, E.; MECHI, A.; LIMA, C.F.; ARTUR, A.C.; GALEMBECK, T.M.B. e PUPIN, J.P.G. 1989. Os Complexos Granitóides Cunha poranga e Três Córregos (PR): Zoneamento Magmático e Implicações Tectônicas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, I, Rio de Janeiro. 1989. Bol. de resumos. Rio de Janeiro, SBG, Núcleos Rio de Janeiro e São Paulo, p.173.
- WILLIAMS, H.; TURNER, F.J.; GILBERT, C.M. 1982. An introduction to the study of rocks in thin section. 2.ed. New York, W.J. Freeman. 626 p.
- WILSON, J.L. 1975. Carbonate facies in geologic history. Berlin, Springer. 471p.
- WINKLER, H.G.F. 1977. Petrogênese das rochas metamórficas. 4 ed. São Paulo, Edgar Blücher; Porto Alegre, UFRGS. 254p.

ERRATA

CAMPOS NETO, M.C. & BASEI, M.A.S. 1983. Evolução estrutural brasileira do Nordeste de São Paulo: dobramentos superpostos e esboço estratigráfico e tectônico. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, São Paulo. Atas São Paulo, SBG, p. 61-78.

MARTINET, B. & SOUGY, J. 1961. Utilisation pratique des classifications chimiques des roches carbonatées. Ann. Faculté Sciences, Univ. Dakar, 6: 81-92.

SCHUEPBACH, M.A. & VAIL, P.R. 1980. Evolution of outer highs on divergent continental margins. In: CONTINENTAL tectonics. Washington, National Academy of Sciences. 197 p. il. (Studies in Geophysics). p. 50-61.

STEPHENS, E.A. 1969/70. Structural analysis from air photographs in areas of regionally metamorphosed rocks. Photogrammetria, 25:5-26.

TASSINARI, C.C.G.; DAITX, E.C.; BARBOUR, A.P., SATO, K. (no prelo). Aplicação dos Isótopos de Pb e Sr na Determinação da Natureza das Fontes das Mineralizações de Chumbo do Vale do Ribeira - SP e PR. In: An. XXXVI Congr. Bras. Geol. Natal.

ANEXO 2 - LEGENDA DO MAPA MORFOLÓGICO

1. RELEVO DE AGRADEÇÃO

A1. PLANÍCIES ALUVIAIS : Terrenos plano-horizontalizados situados às margens dos rios

2. RELEVO DE DEGRADAÇÃO

- D1 = COLINAS AMPLAS (acima de 4 Km²) : Extensos interflúvios de topos aplainados e vertentes retilíneas a convexas. Drenagem subdendrítica, baixa densidade, vales amplos.
- D2 = COLINAS MÉDIAS (de 1 a 4 Km²) : Comportam interflúvios polidirecionais, topos arredondados com espigões locais e vertentes convexas. Drenagem de média densidade, subdendrítica a subretangular, vales abertos e planícies aluviais restritas.
- D3 = COLINAS PEQUENAS (abaixo de 1 Km²) : Predominam interflúvios polidirecionais, topos arredondados e vertentes convexas. Drenagem subdendrítica, média densidade, vales abertos.
- D4 = COLINAS PEQUENAS PARALELAS : Ocorrem interflúvios alongados e paralelos, topos arredondados a aplainados e vertentes convexas. Drenagem de média densidade, subdendrítica a subparalela, vales abertos.
- D5 = MORROTES BAIXOS (abaixo de 50 m) : Topos aplainados a arredondados e vertentes retilíneas a convexas. Drenagem de baixa densidade, subdendrítica, vales abertos.
- D6 = MORROTES PARALELOS : Predominam interflúvios paralelos com cristas angulosas locais, topos arredondados e vertentes convexas. Drenagem de alta densidade, treliça a subparalela, vales abertos.
- D7 = MORROTES ALONGADOS : Ocorrem interflúvios unidirecionais, alongados e estreitos, topos angulares e vertentes retilíneas. Drenagem paralela a subdendrítica, vales fechados.
- D8 = MORROTES ARREDONDADOS : Predominam interflúvios polidirecionais, topos arredondados e vertentes retilíneas a convexas. Drenagem dendrítica, média densidade, vales abertos.
- D9 = MORROS ISOLADOS : Comportam interflúvios extensos, topos arredondados a aplainados e vertentes convexas a retilíneas, localmente ravinadas. Drenagem de média densidade, subdendrítica
- D10 = MORROS PARALELOS : Predominam interflúvios amplos a paralelos e unidirecionais, topos arredondados e vertentes convexas. Drenagem de média densidade, treliça, vales fechados.
- D11 = MORROS ALONGADOS : Predominam interflúvios alongados localmente paralelos, topos angulosos e vertentes retilíneas e côncavas, ravinadas. Drenagem subdendrítica a subretangular, alta densidade, vales fechados.

3. RELEVOS RESIDUAIS

- R1 = MORROS E MORROTES ARREDONDADOS : Ocorrem como cristais de topos angulosos e arredondados com vertentes retilíneas a côncavas, localmente escarpadas e ravinadas.
- R2 = MORROS APLAINADOS : Comportam cristas de topos aplainados com vertentes retilíneas a côncavas localmente escarpadas e ravinadas.
- R3 = SERRAS LONGADAS : Predominam extensas cristas de topos angulosos a arredondados com vertentes retilíneas a côncavas, localmente escarpadas e ravinadas.

4. RELEVO CÁRSTICO

- C1 = MODELADO CÁRSTICO : Localmente comportam variadas feições de dissolução, tais como colinas, vales cegos, sumidouros e cones cársticos. Drenagem de baixa densidade, subretangular.

5. RELEVO DE TRANSIÇÃO

- T1 = ENCOSTAS INCLINADAS : Encostas sulcadas por vales subparalelos e vertentes côncavas a retilíneas com limite superior escarpado.

ANEXO 3

MAPA DE PONTOS DE PARTE DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS
BARRA DO CHAPÉU E OURO VERDE (escala 1:50.000)

LEGENDA

- Pontos descritos pelo autor
- Pontos descritos pelo IPT (1985)
- ▲ Pontos descritos pela CPRM (1974 e 1981)
- △ Pontos descritos por docentes e graduandos do IG-USP
- Pontos descritos por Soares et al. (1987)

Formação Furnas

Falha Itapirapuã

Granito Bairro da Serrinha

Metassiltitos bandados e laminados

Filitos sericíticos laminados c/ níveis grafitosos

Ardósias bandadas e laminadas

Metadolomitos finos cinza-escuros e maciços

Metabrecha dolomítica com matriz oolítica-pisolítica finamente cristalina

Metadolomito pisolítico cinza-claro com matriz fina/cristalina

Metadolomito impuro cinza/creme-escuro e xistoso

Mármore dolomítico cinza-claro, fina/cristalino, e maciço

Mármore dolomítico branco e cinza-escuro

Metadolomito fino cinza com laminação ondulada e colunas estromatolíticas

Metassiltitos quartzosos

Ortoquartzitos finos e brancos

Filitos sericíticos e metarritmitos arenosos

Metarritmitos pelíticos médios a finos

- Formação Furnas
- Metarenitos feldspáticos, médios a grossos, com passagens quartzosas
- Metassiltitos e ardósias laminadas.
- Filitos sericíticos bandados e laminados

- Metadolosiltitos cinza-escuros
- Ortoquartzitos brancos, finos a médios
- Metadolomitos cinza-escuros e estramatolíticos
- Metadolomitos argilos. e metacalcários dolomíticos cinza-escuros, finos, foliados e maciços

- Metavulcânica básica
- Metarenitos arcóseos e "wackes" feldspáticos
- Fácies granítica São Domingos

- Fácies granítica Ouro Verde
- Corpo metabasítico
- Veio granítico
- Quartzo-filitos avermelhados
- Metarenitos arcóseos e "wackes" feldspáticos
- Sericita-xistos finos esverdeados

- Metarenitos arcóseos c/ níveis de magnetita
- Filitos sericíticos
- Metassiltitos bandados e laminados
- Meta-argilitos laminados e bandados
- Metacalcários pretos e maciços
- Ardósias laminadas

- Mármore dol. rosado, finamente cristalino, maciço e silicificado
- Mármore dolomítico (cinza e branco) finamente cristalino e laminado
- Mármore dolomítico rosado e maciço com intraclastos centimétricos de mármore dolomítico oolítico
- Mármore dolomítico maciço cinza-claro e parcialmente silicificado
- Ortoquartzitos finos e brancos
- Filitos e metapelitos quartzosos

ESCALA
0 250 1250 m

ANEXO 5
(cont.)

Metarritmicos areno-siltosos bandados e laminados

Metadolomitos silicificados e maciços

Metassiltitos e metargilitos

Quartzitos finos e brancos

Metadolomitos impuros cinza-claros e bandados