

Jacupiranga

FOLHA SG.22-X-B-VI-2

e

Rio Guaraú

FOLHA SG.22-X-B-VI-4

Escala 1:50.000
Estado de São Paulo

PROJETO JACUPIRANGA-RIO GUARAÚ
CONVÊNIO SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA / CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SÃO PAULO
1999

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA-MME
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

Rodolpho Tourinho Neto **Ministro de Estado**
José Luiz Pérez Garrido **Secretário Executivo**
Luciano de Freitas Borges **Secretário de Minas e Metalurgia**

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

Geraldo Gonçalves Soares Quintas **Diretor Presidente**
Paulo Antônio Carneiro Dias **Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento-DRI**
Umberto Raimundo Costa **Diretoria de Geologia e Recursos Minerais-DGM**
Thales de Queiroz Sampaio **Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial-DHT**
José de Sampaio Portela Nunes **Diretoria de Administração e Finanças-DAF**

Sabino Orlando Conceição Loguércio **Departamento de Geologia-DEGEO**

PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL-PLGB

Inácio de Medeiros Delgado **Coordenador Nacional**

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO-SUREG/SP

José Carlos Garcia Ferreira **Superintendente**
Luiz Antonio Chierigati **Gerência de Recursos Minerais-GEREMI**
Armando Teruo Takahashi **Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial-GEHITE**
Sérgio Kleinfelder Rodrigues **Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento GERIDE**
Dirlene Grimaldi Santos **Gerência de Administração e Finanças-GERAFI**

Idio Lopes Jr. **Supervisor**

Claudemir Severiano de Vasconcelos **Chefe do Projeto**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO E POLÍTICA ENERGÉTICA

Jacupiranga

FOLHA SG.22-X-B-VI-2

e

Rio Guaraú

FOLHA SG.22-X-B-VI-4

Estado de São Paulo

Organizado por

Claudemir Severiano de Vasconcelos

Nolan Maia Dehler

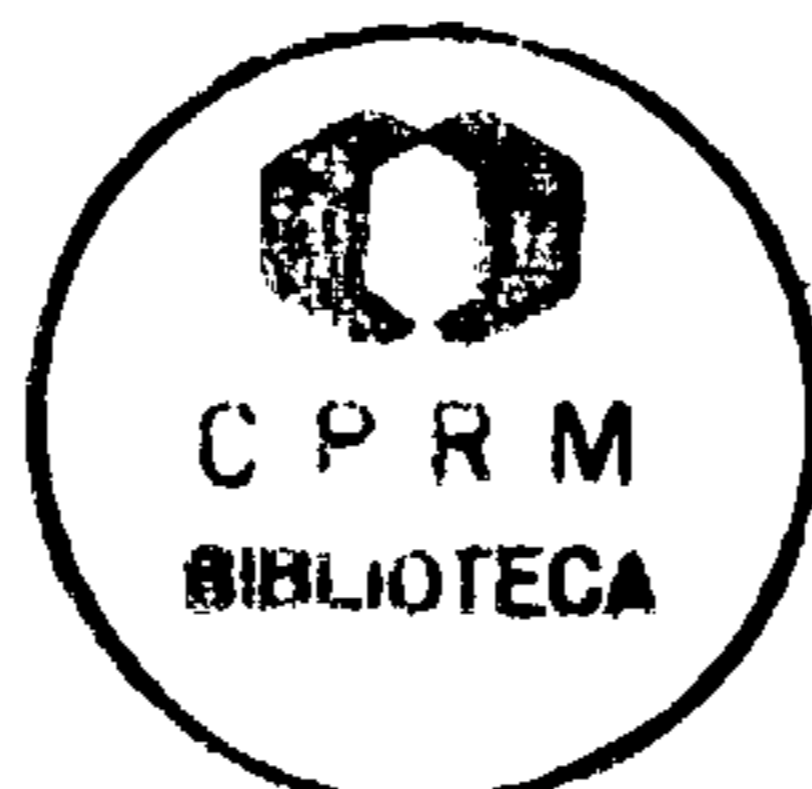
Arlindo Akio Yamato

Idio Lopes Júnior

phl 012165

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SECRETARIA DE ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO

SÃO PAULO 1999



CRÉDITOS DE AUTORIA

PARTE I

Capítulo 1 Claudemir Severiano de Vasconcelos

Capítulo 2 Claudemir Severiano de Vasconcelos

PARTE II

Capítulo 1 Nolan Maia Dehler, Claudemir Severiano de Vasconcelos e
Arlindo Akio Yamato

Capítulo 2 Claudemir Severiano de Vasconcelos

item 2.2.3.1 Nolan Maia Dehler e Claudemir Severiano de Vasconcelos

Capítulo 3 Nolan Maia Dehler

Capítulo 4 Claudemir Severiano de Vasconcelos

Capítulo 5 Idio Lopes Júnior

Capítulo 6 Mário José Metelo e Claudemir Severiano de Vasconcelos

Capítulo 7 Rubens Borges da Silva, Claudemir Severiano de Vasconcelos e
Idio Lopes Júnior

Capítulo 8 Claudemir Severiano de Vasconcelos

PARTE III

Capítulo 1 Claudemir Severiano de Vasconcelos e Idio Lopes Júnior

Capítulo 2 Claudemir Severiano de Vasconcelos

Capítulo 3 Claudemir Severiano de Vasconcelos

Consultoria

Prof. Dr. Yociteru Hasui
Dr. Rubens Borges da Silva

Editoração final

Lauro Gracindo Pizzato
Marina das Graças Perin
Claudemir Severiano de Vasconcelos
Elizete Domingues Salvador
Tiago da Rocha Karniol

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

SUMÁRIO

Resumo	i
Abstract	iii
Siglas e Abreviaturas Utilizadas	v
PARTE I – INTRODUÇÃO	1
Capítulo 1 – Aspectos Gerais da Área	3
1.1 Localização e Acesso	3
1.2 Aspectos Fisiográficos	5
1.2.1 Clima	5
1.2.2 Hidrografia	5
1.2.3 Vegetação	6
1.2.4 Solos	6
1.3 Aspectos Geomorfológicos	8
1.4 Aspectos Sócio-econômicos	12
1.5 Aspectos Ambientais	14
Capítulo 2 – Metodologia	15
2.1 Metodologia	15
2.2 Equipe Executora	19
PARTE II – GEOLOGIA	21
Capítulo 1 – Síntese Geológica Regional	23
1.1 Introdução	23
1.2 Compartimentação Tectônica Regional	23
1.3 Unidades Litoestratigráficas Regionais	27
1.3.1 Domínio Costeiro	27

1.3.1.1	Complexo Costeiro e Complexo Gnáissico-Migmatítico	27
1.3.1.2	Seqüência Turvo-Cajati / Formação Setuva / Formação Capiru . . .	29
1.3.2	Domínio da Faixa Ribeira	30
1.3.2.1	Complexo Embu / Seqüência (Formação) Perau / Formação Água Clara	30
1.3.2.2	Grupo Açungui	32
1.3.2.2.1	Formação Votuverava	34
1.3.2.2.2	Subgrupo Lageado / Formação Antinha	35
1.3.3	Suítes Intrusivas Granitóides	35
1.3.4	Magmatismo Mesozóico	36
1.3.5	Coberturas Fanerozóicas	37
1.4	Modelos de Evolução Tectônica	37
1.5	Trabalhos Anteriores de Mapeamento	37
Capítulo 2 - Estratigrafia		41
2.1	Coluna Litoestratigráfica	41
2.2	Domínio Costeiro	42
2.2.1	Complexo Serra Negra	42
2.2.1.1	Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo	46
2.2.1.1.1	Metagabros e Metanortositos	46
2.2.2	Seqüência Cachoeira	49
2.2.2.1	Filitos e Quartzitos	50
2.2.3	Complexo Gnáissico-Migmatítico	51
2.2.3.1	Ortognaisses Bandados	51
2.2.3.2	Ortognaisses Porfiroclásticos	55
2.2.3.2.1	Idade	56
2.2.3.3	Granitóides Foliados	57
2.2.4	Complexo Turvo-Cajati	59
2.2.4.1	Micaxistos	61
2.2.4.2	Mármore Dolomíticos	64
2.2.4.3	Quartzitos	65
2.2.4.4	Paragnaisses e Migmatitos	66
2.2.4.5	Rochas Cálcio-silicáticas	69
2.2.4.6	Gnaisse Itapeúna	69
2.2.4.6.1	Idade	73
2.3	Domínio Ribeira	73
2.3.1	Complexo Embu	74
2.3.1.1	Micaxistos	77
2.3.1.2	Quartzitos, Quartzos xistos e Quartzos filitos	78
2.3.1.3	Metamargas e Rochas Cálcio-silicáticas	79
2.3.1.4	Sericita Xistos Carbonosos	80
2.3.1.5	Metabasitos	81
2.3.2	Grupo Açungui	83
2.3.2.1	Formação Votuverava	85
2.3.2.1.1	Filitos	86
2.3.2.1.2	Metabasitos	87
2.4	Rochas Graníticas	89

2.4.1 Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha	89
2.4.1.1 Idade	92
2.4.2 Granitóides Pós-colisionais	93
2.4.2.1 Maciço Granítico Guarau	93
2.4.2.2 Maciço Granítico Mandira	96
2.4.2.3 Granito Barra do Braço	99
2.4.2.4 Granito Votupoca	101
2.4.2.5 Diques Ácidos	102
2.5 Magmatismo Mesozóico	103
2.5.1 Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga	103
2.5.1.1 Introdução	103
2.5.1.2 Geologia	104
2.5.1.2.1 Modo de Ocorrência e Petrografia	104
2.5.1.2.2 Rochas Ultramáficas e Portadoras de Nefelina	105
2.5.1.2.2.1 Dunitos e Wehrlitos	105
2.5.1.2.2.2 Piroxenitos e Melteigitos	106
2.5.1.2.2.2.1 Intrusão Barro Branco	106
2.5.1.2.2.3 Ijolitos e Melteigitos	108
2.5.1.2.2.4 Carbonatitos	108
2.5.1.2.2.5 Nefelina Sienitos	109
2.5.1.2.2.6 Fonólitos	109
2.5.1.2.3 Rochas Portadoras de Plagioclásio	109
2.5.1.2.3.1 Gabros e Dioritos	109
2.5.1.2.3.2 Monzonitos	112
2.5.1.2.3.3 Sienitos	112
2.5.1.2.4 Diques	112
2.5.1.2.5 Fenitos	112
2.5.1.3 Assinaturas Geofísicas	112
2.5.2 Magmatismo fissural	113
2.5.2.1 Diques Básicos e Ultramáficos	113
2.5.2.2 Diques de Lamprófiros	115
2.5.2.3 Diques Alcalinos	117
2.6 Depósitos Cenozóicos	118
2.6.1 Depósitos de Cascalhos Tércio-quadernários	118
2.6.2 Coberturas Quaternárias	121
2.6.2.1 Depósitos Marinhas	121
2.6.2.2 Depósitos Coluvionares de tálus	121
2.6.2.3 Depósitos Aluvionares	121
Capítulo 3 – Geologia Estrutural	123
3.1 Introdução	123
3.2 Análise Estrutural	124
3.2.1 Domínio Estrutural I	124
3.2.1.1 Geometria das Estruturas	124
3.2.1.2 Cinemática	126
3.2.2 Domínio Estrutural II	126
3.2.2.1 Geometria das Estruturas	126

3.2.2.2 Cinemática	128
3.2.3 Domínio Estrutural III	128
3.2.3.1 Geometria das Estruturas	128
3.2.3.2 Cinemática	131
3.2.4 Conclusões e Recomendações	132
Capítulo 4 – Evolução Geológica	133
Capítulo 5 – Geoquímica	139
5.1 Sistemática Adotada	139
5.1.1 Planejamento de Amostragem	139
5.2 Metodologia de Amostragem	139
5.3 Preparação e Análises Químicas	142
5.4 Resultados Analíticos / Tratamento Estatístico / Paisagem Geoquímica	142
5.5 Interpretação dos Resultados	145
Capítulo 6 – Geofísica	159
6.1 Considerações Iniciais	159
6.1.1 Magnetometria	159
6.1.2 Gamaespectrometria	159
6.2 Dados Utilizados	160
6.3 Interpretação Geofísica	161
6.3.1 Magnetometria	161
6.3.2 Gamaespectrometria	161
Capítulo 7 – Metalogenia	167
7.1 Mérito Geológico	167
7.2 Qualidade Econômica das Mineralizações	168
7.3 Avaliação dos Índícios de Mineralização de Au, W e Sn Detectados por Concentrados de Batéia	170
7.3.1 Grupo Açungui – Formação Votuverava	170
7.3.2 Complexo Embu	171
7.3.3 Complexo Turvo-Cajati	171
7.3.3.1 Gnaisse Itapeúna	171
7.3.3.2 Micaxistos Turvo-Cajati	172
7.3.4 Complexo Serra Negra	172
7.3.4.1 Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo	172
7.3.5 Seqüência Cachoeira	173
7.3.6 Complexo Gnáissico-Migmatítico	173
7.3.7 Granitóides Pós-Colisionais Tipo A	173
7.3.8 Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga	174
7.3.9 Depósitos Cenozóicos Relacionados à Formação Pariquera-Açu	174
7.4 Áreas de Maior Potencial para Depósitos com Qualidade Econômica	174
7.4.1 Mineralização de Ouro	175
7.4.2 Mineralização de Sn e W	175
7.4.3 Mineralizações de Fe, Ti, V e Platinóides	176

7.5 Aspectos Metalogenéticos dos Terrenos Abrangidos pelas Folhas Jacupiranga e Rio Guaraú	176
7.6 Comentários Finais	187
7.7 Áreas Mineralizadas/Previsionais	188
7.7.1 Folha Jacupiranga	188
7.7.1.1 Área I (apatita, carbonatito e ferro)	188
7.7.1.2 Áreas II (a, b, c, d, e) Os-Ir, Au	188
7.7.1.3 Área III (Au, Ag)	188
7.7.1.4 Área IV (N, Co, Cr, Fe, V e Zn)	188
7.7.1.5 Áreas Va e Vb (Sn, Mo, Nb)	188
7.7.1.6 Áreas VIa e VIb (argila)	189
7.7.1.7 Área VII	189
7.7.2 Folha Rio Guaraú	189
7.7.2.1 Área I (granito)	189
7.7.2.2 Área II (mármore dolomítico)	189
7.7.2.3 Área III (talco)	189
7.7.2.4 Área IV (Cu, Pb, Zn, Sn, Mo)	189
7.7.2.5 Área V (ouro)	190
7.7.2.6 Área VI (Fe-Ti-V, Cr, Co, Ni, EGP)	190
7.7.2.7 Área VII (ouro)	190
Capítulo 8 – Geologia Econômica	191
8.1 Panorama Mineral	191
8.1.1 Apatita, Carbonatito e Ferro	191
8.1.2 Níquel	196
8.1.3 Ouro	196
8.1.4 Mármore Dolomítico	196
8.1.5 Talco	197
8.1.6 Granito Ornamental	197
8.1.7 Argila	197
8.1.8 Materiais de Uso na Construção Civil	197
8.2 Projeções e Perspectivas	198
PARTE III – CONSIDERAÇÕES FINAIS	199
Capítulo 1 – Conclusões	201
1.1 Geologia	201
1.2 Geoquímica	204
1.3 Geofísica	205
1.4 Metalogenia	205
1.5 Geologia Econômica	205
Capítulo 2 – Recomendações	207
2.1 Recomendações aos Órgãos Governamentais e às Universidades	207
2.2 Recomendações ao Setor Privado	208
Capítulo 3 – Informações Geradas	211

3.1 Texto Explicativo Ilustrado	211
3.2 Documentos Anexos ao Texto Explicativo	211
3.3 Documentos Disponíveis em Arquivo Eletrônico	211
3.3.1 Banco de Dados	211
3.3.2 Cartas temáticas – escala 1:50.000.	211
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	213

APÊNDICES

- 1 – Súmula dos Dados de Produção
- 2 – Ilustrações Fotográficas

ANEXOS

- Carta Geológica – Folha Jacupiranga
- Carta Geológica – Folha Rio Guaraú
- Carta Metalogenética/Previsional – Folha Jacupiranga
- Carta Metalogenética/Previsional – Folha Rio Guaraú

DOCUMENTOS DISPONÍVEIS EM ARQUIVOS ELETRÔNICOS (CD-ROM)

- Texto, ilustrações e anexos (cartas geológicas e metalogenética/previsionais).
- Banco de dados incluindo fichas de afloramentos descritos, análises petrográficas, amostragem geoquímica (sedimento de corrente e concentrado de batéia) e tabelas de resultados de análises químicas.
- Cartas temáticas (escala 1:50.000): afloramentos descritos, drenagem, diversas cartas geoquímicas e geofísicas com detalhamento dos títulos abordados na Parte III. Capítulo 3 (informações geradas) deste relatório.

Índice de Ilustrações

Figura I.1.1 - Mapa de localização.	4
Figura I.1.2 - Rede de drenagem da área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú	7
Figura I.1.3 - Divisão geomorfológica da área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.	9
Figura I.1.4 - Formas de relevo presentes na área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.	10
Figura I.1.5 - Imagem de radar da área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.	13

Figura I.2.1 - Caderneta de campo padrão utilizada na descrição de afloramentos	18
Figura II.1.1 - Localização da área no contexto geológico regional	24
Figura II.1.2 - Compartimentação tectônica da porção sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina	26
Figura II.1.3 - Principais eventos de subducções e colisões	28
Figura II.1.4 - Trabalhos anteriores de mapeamento efetuados na área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.	39
Figura II.2.1a - Coluna litoestratigráfica proposta para a área da Folha Jacupiranga	43
Figura II.2.1b - Coluna litoestratigráfica proposta para a área da Folha Rio Guaraú	44
Tabela II.2.1 - Resultados analíticos de metagabros e metanortositos do Complexo Serra Negra	49
Figura II.2.2 - Diagrama U-Pb em zircões – Ortognaisses Porfiroclásticos (Complexo Gnáissico-Migmatítico)	57
Figura II.2.3 - Diagrama U-Pb em zircões – Gnaisse Itapeúna – (Complexo Turvo-Cajati)	73
Tabela II.2.2 - Resultados analíticos de óxidos maiores e elementos-traço dos metabasitos do Complexo Embu e do Grupo Açungui, Formação Votuverava	83
Figura II.2.4 - Diagramas discriminantes para os anfibolitos do Complexo Embu e Grupo Açungui (Formação Votuverava)	84
Figura II.2.5 - Composição Modal do Granito Gnaisse Alto Jacupiranguinha.	89
Tabela II.2.3 - Resultados analíticos de óxidos maiores e elementos-traço do Granito Gnaisse Alto Jacupiranguinha	91
Figura II.2.6a - Diagrama discriminante	91
Figura II.2.6b - Diagrama discriminante	91
Figura II.2.7 - Diagrama U-Pb em zircões – Granito Gnaisse Alto Jacupiranguinha.	92

Figura II.2.8 - Unidades do Maciço Granítico Guaraú	95
Figura II.2.9 - Unidades do Maciço Granítico Mandira	98
Figura II.2.10 - Mapa geológico do corpo de carbonatito do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, em 1979.	110
Figura II.2.11 - Mapa geológico do corpo de carbonatito do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, em 1988.	111
Figura II.2.12 - Relações entre as principais estruturas e a sedimentação cenozóica no baixo vale do Ribeira de Iguape	116
Figura II.2.13 - Localização dos testemunhos de terraços fluviais no baixo vale do Ribeira de Iguape.	119
Figura II.2.14 - Esboço geológico do Gráben de Sete Barras	120
Figura II.3.1- Domínios estruturais na área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.	125
Figura II.3.2 - Estereogramas do domínio estrutural I	126
Figura II.3.3 - Estereogramas do domínio estrutural II	127
Figura II.3.4 - Estereogramas do domínio estrutural III	129
Figura II.3.5 - Estereogramas do domínio estrutural III	131
Figura II.4.1 - Modelo de evolução proposto.	138
Figura II.5.1 - Mapa de bacias de drenagens e suas respectivas estações de coleta – Folha Jacupiranga	140
Figura II.5.2 - Mapa de bacias de drenagens e suas respectivas estações de coleta – Folha Rio Guaraú	141
Figura II.5.3 - Ficha padrão para amostras de levantamentos geoquímicos.	143
Figura II.5.4 - Mapa de anomalias em sedimento de corrente e minerais econômicos em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga	146
Figura II.5.5 - Mapa de anomalias em sedimento de corrente e minerais econômicos em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú	147
Figura II.5.6 - Mapa de bacias anômalas em sedimento de corrente com minerais acessórios em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga	148

Figura II.5.7 - Mapa de bacias anômalas em sedimento de corrente com minerais hidrotermais em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga.	149
Figura II.5.8 - Mapa de bacias anômalas em sedimento de corrente com minerais metamórficos em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga.	150
Figura II.5.9 - Mapa de bacias anômalas em sedimento de corrente com minerais acessórios em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú.	151
Figura II.5.10 - Mapa de bacias anômalas em sedimento de corrente com minerais hidrotermais em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú	152
Figura II.5.11 - Mapa de bacias anômalas em sedimento de corrente com minerais metamórficos em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú	153
Figura II.5.12 - Análise por varredura via EDS no detector PET	156
Figura II.5.13 - Análise por varredura via EDS no detector LIF	156
Figura II.5.14 - Análise por varredura via EDS no detector TAP	157
Figura II.5.15 - Detalhamento da varredura sobre Os e Ir	157
Figura II.5.16 - Detalhamento da varredura sobre o Ru.	158
Figura II.6.1 - Interpretação magnetométrica do sinal analítico do campo magnético – Folha Jacupiranga	162
Figura II.6.2 - Interpretação magnetométrica do sinal analítico do campo magnético – Folha Rio Guaraú	163
Tabela II.6.1 - Zonas radiométricas mostradas nas figuras citadas	164
Tabela II.6.2 - Características radiométricas das principais unidades geológicas das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú	164
Figura II.6.3 - Interpretação radiométrica – Folha Jacupiranga.	165
Figura II.6.4 - Interpretação radiométrica – Folha Rio Guaraú	166
Figura II.7.1 - Profundidade de formação de depósitos hidrotermais	168
Figura II.7.2 - Distribuição dos minerais pesados hidrotermais.	169
Figura II.7.3 - Distribuição dos terrenos metamórficos e rochas plutônicas	177

Figura II.7.4 - Campos composicionais para rochas alcalinas subalcalinas	180
Figura II.7.5 - Composição das rochas das associações alcalinas que hospedam o depósito tipo "gold only"	181
Figura II.7.6 - Relação Nb x Ba para as três fácies do Granito Mandira	182
Figura II.7.7 - Representação diagramática da metalogênese do Granito Mandira	183
Quadro II.7.1 - Resultados analíticos de elementos selecionados no Granito Mandira	183
Quadro II.7.2 - Associação entre lamprófiros e mineralização de ouro	185
Figura II.7.8 - Modelo de mineralização aurífera epitermal/mesotermal, a partir de magma lamprofírico	186
Tabela II.8.1 - Relação dos jazimentos e ocorrências minerais da Folha Jacupiranga	192
Tabela II.8.2 - Relação dos jazimentos e ocorrências minerais da Folha Rio Guaraú	193
Figura II.8.1 - Áreas protocolizadas no DNPM – Folha Jacupiranga	194
Figura II.8.2 - Áreas protocolizadas no DNPM – Folha Rio Guaraú	195

RESUMO

O presente trabalho refere-se ao mapeamento geológico, levantamento geoquímico e processamento aerogeofísico das folhas SG.22-X-B-VI-2 (Jacupiranga) e SG.22-X-B-VI-4 (Rio Guaraú), na escala 1:50.000, ambas totalizando uma superfície com cerca de 1.400 Km², respectivamente delimitadas pelos paralelos 24°30' - 24°45' e 24°45' - 25°00' de latitude sul e pelos meridianos 48°00' - 48°15' de longitude oeste, situadas na região extremo sul do Estado de São Paulo.

Foi realizado pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, através da Superintendência Regional de São Paulo, em convênio com a Secretaria de Energia do Estado de São Paulo.

A integração dos levantamentos geológicos, geoquímicos e geofísicos resultaram na elaboração das cartas geológicas e metalogenéticas/previsionais, com densidade de informação compatível com a escala 1:50.000, na maior parte dos terrenos investigados.

Nas folhas estudadas, foram caracterizados dois grandes domínios tectonicamente balizados pela Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha, nos quais foram cartografadas as seguintes unidades geológicas: o Domínio Costeiro engloba as

unidades posicionadas a sul da referida zona de cisalhamento, compreendendo os complexos Serra Negra, Gnáissico-Migmatítico, Turvo-Cajati e a Seqüência Cachoeira; o Domínio Ribeira, posicionado a norte, inclui o Complexo Embu e o Grupo Açungui (Formação Votuverava). Afora as unidades geológicas presentes nos domínios citados, foram também caracterizadas e cartografadas unidades de Rochas Graníticas, rochas relacionadas ao Magmatismo Mesozóico, e Depósitos Cenozóicos.

No contexto das rochas mais antigas, provavelmente de idade arqueana, no âmbito do Complexo Serra Negra, foram identificados metagabros com metanortositos subordinados, incluídos na Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo; e as supracrustais da Seqüência Cachoeira, interpretada como provável remanescente de seqüência *greenstone belt*.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico reúne três subunidades principais, correspondendo a Ortognaisses Bandados, Ortognaisses Porfiroclásticos e Granitóides Foliados. Todo este conjunto é ortoderivado e apresenta complexos padrões deformacionais, desenvolvidos predominantemente no Paleoproterozóico. O Complexo Turvo-Cajati constitui uma seqüência metassedi-

no Paleoproterozóico. O Complexo Turvo-Cajati constitui uma seqüência metassedimentar com grau metamórfico bastante variável, com notáveis feições anatéticas. O Gnaiss Itapeúna foi caracterizado como granitóide do tipo S, sincolisional, com protólitos relacionados a esse complexo, correspondendo ao retrabalhamento Neoproterozóico, ligado a um evento de migmatização regional.

Em todas as unidades presentes no Domínio Costeiro, verifica-se o predomínio de estruturação compatível com padrões de movimentação sinistral.

O Complexo Embu e o Grupo Açungui (Formação Votuverava) representam seqüências metassedimentares com intercalação de rochas metabásicas (ortoanfíbolitos). O primeiro exhibe metamorfismo de grau xisto verde alto a anfíbolito enquanto que o segundo é de baixo grau, fácies xisto verde, zona da clorita. Ambas unidades estão afetadas por processos deformacionais transcorrentes/transpressivos de movimentação dextral, atuados no Neoproterozóico.

Quanto às Rochas Graníticas, foram caracterizados cinco corpos representados pelo Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha e pelos granitos Guaraú, Mandira, Barra do Braço e Votupoca. O primeiro é deformado e possui características cálcio-alcálicas enquanto que os demais são isotrópicos e constituem uma suíte intrusiva alcalina/peralcalina, do tipo A, relacionada a um regime pós-colisional atuante em fins do Neoproterozóico.

O Magmatismo Mesozóico inclui manifestações plutônicas, representadas pelas Intrusões das rochas do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga e Barro Branco; e fissurais subvulcânicas, que compreende enxames de diques máficos/ultramáficos e lamprófios que integram o Alinhamento de Guapiara. Esses

processos estão relacionados com a abertura da porção sul do Oceano Atlântico, no Cretáceo Inferior (Neocomiano).

Os Depósitos Cenozóicos incluem terraços de cascalhos terció-quaternários e coberturas quaternárias holocênicas, representadas por depósitos aluvionares fluviais, depósitos marinhos e depósitos coluvionares de tálus.

O levantamento geoquímico, através de sedimento de corrente e concentrado de batéia, revelou áreas anômalas para Au, nos domínios da Seqüência Cachoeira e Grupo Açungui (Formação Votuverava); Sn, Mo no Granito Votupoca, entre outras. Foi detectado em algumas amostras de concentrados de batéia, uma liga metálica rara de Os-Ir (*osmiridium*), possivelmente relacionada aos dunitos e/ou diques de lamprófios do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga.

O processamento aerogeofísico envolveu magnetometria e gamaespectrometria. Apontou anomalias magnéticas isoladas no âmbito do Complexo Serra Negra, que podem constituir indício indireto de mineralizações de Fe-Ti-V em anortositos. Também permitiu a identificação da Intrusão Barro Branco, como corpo satélite do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga. Os dados gamaespectrométricos auxiliaram na identificação e cartografia de diversas unidades geológicas.

Foram cadastradas ocorrências e indícios Au, P, Ni, Fe, sulfetos, talco, mármore dolomítico, granito ornamental, argila, materiais de uso na construção civil, entre outros.

A integração dos dados geológicos, geoquímicos e geofísicos possibilitou a elaboração das cartas metalogenéticas/previsionais, onde estão assinaladas as áreas potencialmente mais importantes para futuras ações tanto governamentais como do setor privado.

ABSTRACT

This work concerns to geological mapping, geochemical survey and airborne geophysical data processing performed in Jacupiranga (SG.22-X-B-VI-2) and Rio Guaraú (SG.22-X-B-VI-4) sheets, at 1:50,000 scale, which are located in southern São Paulo State, Brazil. Both sheets cover an area of 1,400 sq. km, and they are respectively limited by the 24°30' - 24°45'S and 24°45' - 25°00'S parallels and 48°00' - 48°15' WGr. meridians.

The project was carried out by with agreement between Secretariat of Energy of São Paulo State and CPRM – Geological Survey of Brazil.

The geological, geochemical and geophysical data integration produced the geologic and metallogenetic-potential maps, with information density compatible with 1:50,000 scale in the most part of outcropping terrains.

Two large Archean-Proterozoic domains limited by Cubatão-Lancinha Shear Zone were recognized. The Costeiro domain includes Serra Negra Complex, Gneiss-Migmatitic Complex, Turvo-Cajati Complex and Cachoeira Sequence. The Ribeira domain includes Embu Complex and Açungui Group (Votuverava Forma-

tion). Granitic rocks, Mesozoic magmatism related rocks and Cenozoic deposits also occur. Of possible Archean age, Serra Negra Complex includes metagabbros and metanorthosites, and Cachoeira Sequence is a probable remnant of a greenstone belt. Three units constitute the Gneiss-Migmatitic Complex: banded orthogneisses, porphyroclastic orthogneisses and foliated granitoids. They show complex deformational pattern, evolved mainly in the Paleoproterozoic. Turvo-Cajati Complex represents a metasedimentary sequence with variable metamorphic grade and frequently exhibits anatetic features. Itapeúna Gneiss was characterized as S-Type sincollisional granitoid gneiss related to this complex and formed in the Neoproterozoic regional anatetic event. The units in the Costeiro Domain show kinematic pattern compatible with sinistral movements.

Embu Complex and Açungui Group (Votuverava Formation) are metasedimentary sequences with basic rocks (orthoamphibolites). The first has metamorphism at high greenschist to amphibolite facies while the second exhibit weak metamorphic grade (low greenschist facies, chlorite zone). Transpressional dextral

shear zones. developed in the Neoproterozoic. overprint both units.

Granitic rocks comprise five bodies represented by Alto Jacupiranguinha Granite Gneiss and Guaraú, Mandira, Barra do Braço, Votupoca Granites. The first shows calc-alkaline affinities while the others are isotropic and comprise an alkaline/peralkaline A-type suite related to late Neoproterozoic post-collisional magmatism. Mesozoic magmatism includes a plutonic event represented by Ultramafic-Alkaline Jacupiranga Complex and Barro Branco Intrusion, and a fissural dyke swarm of mafic-ultramafic subvolcanics and lamprophyres. These events are related to south Atlantic Ocean opening, during early Cretaceous (Neocomian). Cenozoic deposits includes gravel flats (tertiary-quatarnary) and holocenic covers, represented by alluvionar deposits, marine deposits and colluvionar talus deposits.

Stream sediment and pan concentrated geochemical survey pointed out anomalous areas for gold (Cachoeira Sequence and Votuverava Formation); Sn and Mo (Votupoca Granite). Osmium-

iridium alloy (osmiridium) was detected in pan concentrated, probably related to dunites and olivine lamprophyre dykes of the Jacupiranga Complex. Airborne geophysical data modelling pointed out isolated magnetic anomaly in the Serra Negra Complex, interpreted as possible mineralization of Fe-Ti-V hosted by anorthosites. Also permitted to identify Barro Branco Intrusion that is a satellite body of the Jacupiranga Complex. Gamma-ray spectrometry maps (total count, eU, eTh, K and its ratios) were very important aid to geological mapping. Metallic minerals occurrences of Au, Ni, Fe and sulphides and non-metallic occurrences of apatite, talc, dolomitic marble and others were also recognized in the area.

The final integration of the geological, geochemical and geophysical data produced the metallogenetic/potential map that point out the most important areas for governmental and private further investments.

Siglas e Abreviaturas Utilizadas

APA	Área de Proteção Ambiental
AAGH	Absorção Atômica por Geração de Hidretos
BSE	<i>Backscattered Electron</i>
CAB	<i>Calc-Alkaline Basalts</i>
CC	Complexo Costeiro
CCA	Cinturão de Cisalhamento Atlântico
CE	Complexo Embu
CGAG	Complexo Granítico Agudos Grandes
CGC	Complexo Granítico Cunhaporanga
CGM	Complexo Gnáissico-Migmatítico
CGTC	Complexo Granítico Três Córregos
CO	Crosta Oceânica
CPGeo	Centro de Pesquisas Geocronológicas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CTC	Complexo Turvo-Cajati
DAF	Diretoria de Administração e Finanças
DC	Domínio Costeiro
DEGEO	Departamento de Geologia
DGM	Diretoria de Geologia e Recursos Minerais
DHT	Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial
DIGEOF/RJ	Divisão de Geofísica – Rio de Janeiro
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNPM	Departamento Nacional da Produção Mineral
DRI	Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento
DPM	Departamento de Petrologia e Metalogenia
EDS	<i>Electrons Dispersion System</i>
EGP	Elementos do Grupo da Platina
eTh	equivalente Tório
eU	equivalente Urânio
FAC	Formação Água Clara
FC	Formação Capiru
FEPASA	Ferrovias Paulista S.A.
FIT	Faixa Itaiacoca
FP	Formação/Seqüência Perau
FR	Faixa Ribeira
F-RX	Fluorescência de Raios X
FV	Formação Votuverava
GA	Gabro de Apiaí
GEHITE	Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial
GERAFI	Gerência de Administração e Finanças
GEREMI	Gerência de Recursos Minerais
GERIDE	Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento
GGAJ	Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha
GI	Gnaiss Itapeúna

GPS	<i>Global Positioning System</i>
HHP	<i>High Heat Production</i>
IAB	<i>Island Arc Basalts</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICP-AES	<i>Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometer</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IUGS	<i>International Union for Geological Sciences</i>
LAMIN/RJ	Laboratório de Análises Mineraias - Rio de Janeiro
LC	Linha de Controlole
LIF	<i>Lithium Fluoride</i>
LIL	<i>Large Ion Lithophile</i>
LKT	<i>Low Potassium Tholeiites</i>
LM	Linha de Medida
MEV	Microsonda Eletrônica de Varredura
MINEROPAR	Mineraias do Paraná S.A.
MMAJ/JICA	<i>METAL MINING AGENCY OF JAPAN/JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY</i>
MORB	<i>Mid Ocean Ridge Basalts</i>
MSWD	<i>Mean Square Weighted Deviate</i>
OFB	<i>Ocean Floor Basalts</i>
ORG	<i>Ocean Ridge Granites</i>
PET	<i>Pentaerythritol</i>
PLGB	Programa de Levantamentos Geológicos Básicos
SEPLAN	Secretaria de Economia e Planejamento
SGL	Subgrupo Lageado/Seqüência Antinha
SISM	Suíte Intrusiva Serra do Mar
SMA	Secretaria do Meio Ambiente
SUREG/GO	Superintendência Regional de Goiânia
SUREG/PA	Superintendência Regional de Porto Alegre
SUREG/RE	Superintendência Regional de Recife
SUREG/SP	Superintendência Regional de São Paulo
Syn-COLG	<i>Syn Collisional Granites</i>
TAP	<i>Thallium Acid Pthalate</i>
TCLA	Terreno Cratônico Luís Alves
TCP	Terreno Cratônico Paraná
TM	<i>Thematic Mapper</i>
TTG	Tonalito-Trondjemitó-Granodiorito
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo
VAG	<i>Volcanic Arc Granites</i>
WPG	<i>Within Plate Granites</i>
ZC	Zona de Cisalhamento
ZCT	Zona de Cisalhamento Transcorrente
ZCTCL	Zona de Cisalhamento Transcorrente Cubatão-Lancinha
ZCTFMA	Zona de Cisalhamento Transcorrente Figueira-Morro Agudo
ZCTR	Zona de Cisalhamento Transcorrente Ribeira

PARTE I

INTRODUÇÃO

1

Aspectos Gerais da Área

1.1 Localização e Acesso

A área objeto do presente levantamento geológico localiza-se na região do Vale do Ribeira, extremo sul do Estado de São Paulo, correspondendo às folhas SG.22-X-B-VI-2 (Jacupiranga) e SG.22-X-B-VI-4 (Rio Guaraú), escala 1:50.000, ambas totalizando uma superfície com cerca de 1.400 Km², respectivamente delimitadas pelos paralelos 24°30' - 24°45' e 24°45' - 25°00' de latitude sul e pelos meridianos 48°00' - 48°15' de longitude oeste (figura 1.1.1). Abrangem partes dos municípios paulistas de Eldorado, Jacupiranga, Cajati, Registro, Sete Barras, Barra do Turvo, Cananéia e pequena porção do município paranaense de Guaraqueçaba.

O principal acesso à área pode ser realizado, a partir da capital paulista, através da rodovia Régis Bittencourt (BR-116), que liga São Paulo à Curitiba, percorrendo-se cerca de 210 Km até a cidade de Jacupiranga onde se atinge a área em pauta. A partir de Jacupiranga, a BR-116 cruza a porção sudeste da Folha Jacupiranga, passando por Cajati, e porção ocidental da

Folha Rio Guaraú. A rodovia estadual pavimentada SP-193 liga os municípios de Jacupiranga e Eldorado, distanciados de 25 km, prosseguindo-se a partir deste último até a localidade de Itapeúna pela rodovia SP-165. No âmbito da área os demais acessos podem ser efetuados a partir de diversas estradas municipais, com razoáveis condições de trafegabilidade durante a maior parte do ano. Uma malha de estradas secundárias e caminhos permite acesso à propriedades rurais, com condições de tráfego razoáveis a precários, exceção feita a períodos que sucedem precipitações pluviométricas mais intensas. Vale ressaltar que o rio Ribeira cruza a porção norte da Folha Jacupiranga, possuindo boas condições de navegabilidade por meio de embarcações de pequeno porte. Um ramal de bitola estreita da Ferrovia Paulista S.A. (FEPASA), proveniente da região da baixada Santista, atinge o complexo minero-industrial da Serrana S.A. de Mineração, na sede municipal de Cajati embora atualmente seja utilizado apenas para eventuais transportes de carga. Na região, há aeroportos pavimentados nas cidades de Re-

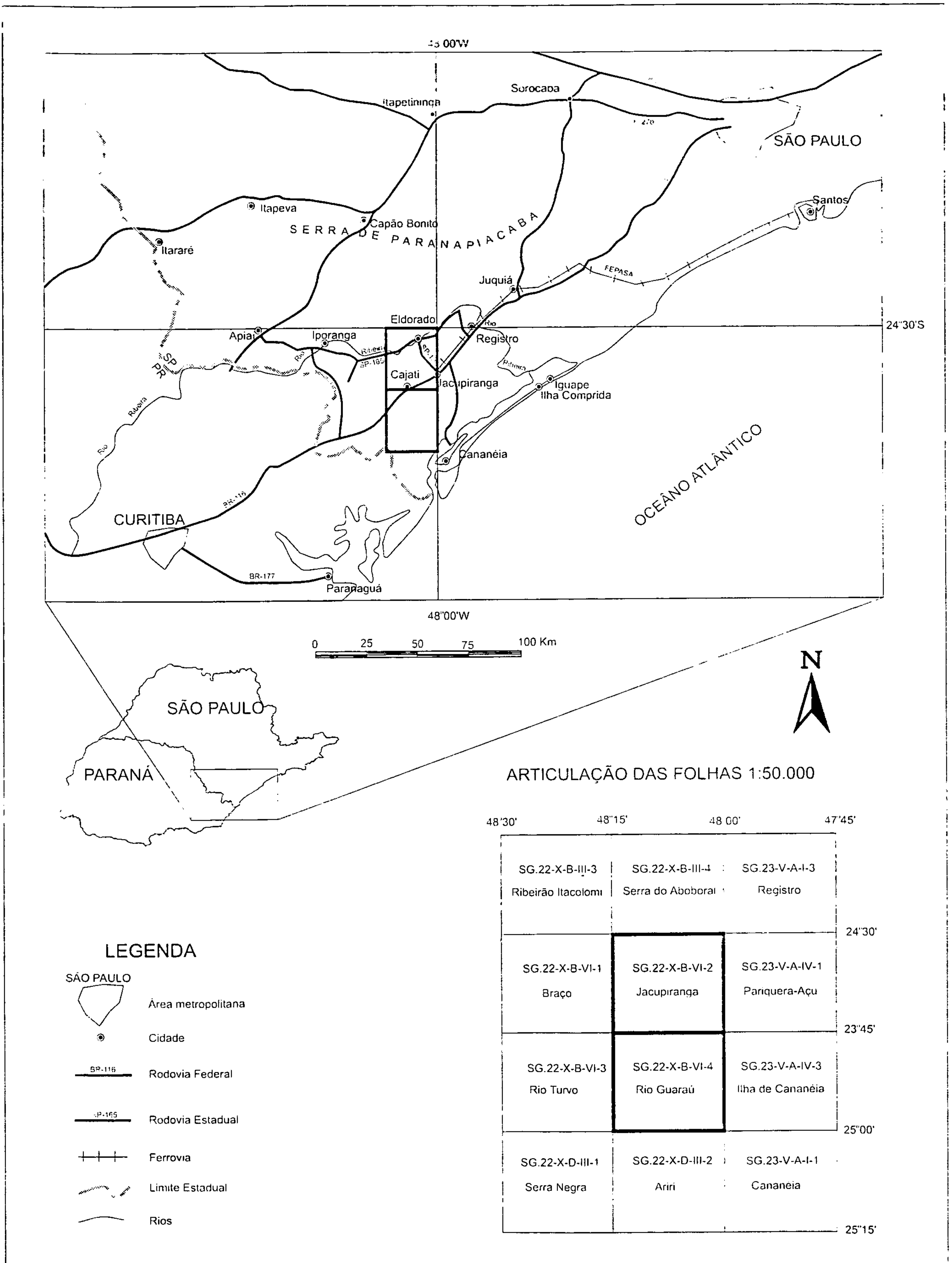


Figura I.1.1 - Mapa de Localização

gistro. Cajati e na localidade de Itapeúna, para aeronaves de pequeno porte, entre outros menores utilizados particularmente pela aviação agrícola. As áreas de difícil acesso correspondem a porção noroeste da Folha Jacupiranga, bacia do Rio Taquari, que pode ser atingida por meio de barco, enquanto que na Folha Rio Guaraú, em praticamente toda sua porção sul e nas regiões serranas, os acessos são extremamente precários, dadas as condições de relevos agrestes e densa cobertura vegetal de mata tropical atlântica, e realizados através de trilhas ou picadas, por meio de animais ou à pé.

1.2 Aspectos Fisiográficos

1.2.1 Clima

A região do Vale do Ribeira apresenta um clima do tipo subtropical úmido, sem estação seca. Segundo a classificação de Köppen, ocorrem três tipos de variações do clima tropical úmido: a baixada, com tipo Af (tropical super úmido sem estação seca); as encostas da serra e espigões medianos, com tipo Cfa (mesotérmico úmido sem estação seca, com verão quente) e as partes altas do planalto, com tipo Cfb (mesotérmico úmido sem estação seca com verão fresco).

As características climáticas são influenciadas pelas interações entre as massas de ar Tropical Atlântica, Equatorial Continental, Tropical Continental e Polar Atlântica, esta última com importante atuação durante o ano todo e quase absoluta durante o inverno (SEPLAN, 1973).

A temperatura média anual está em torno de 21,5° C, com mínima de 3° C durante o inverno (julho) e máxima de 39° C, no período do verão (dezembro). A umidade relativa do ar é sempre superior a 80%.

A região exhibe alta pluviosidade e umidade elevada, com precipitação anual bastante variável (1500 a 2000 mm), regis-

trando-se com freqüência valores superiores a 100 mm de chuvas caídas em um mesmo dia. A precipitação diminui a medida em que se afasta do litoral. Verifica-se que a concentração da pluviosidade nos meses de verão acarreta, como mais grave problema, a inundação dos terraços do Rio Ribeira e seus afluentes maiores, que às vezes trazem conseqüências desastrosas, provocando prejuízos à população e à agricultura, sobretudo para as culturas de banana, cultivada preferencialmente nesses terraços.

1.2.2 Hidrografia

A rede de drenagem que corta a área integra a Bacia do Rio Ribeira, cujos rios são tipicamente tropicais, isto é, não têm grandes alterações anuais do volume de escoamento. Os principais cursos estão representados pelos Rio Ribeira, que cruza a porção norte da Folha Jacupiranga, com seus tributários (Taquari e Xiririca). O Rio Jacupiranga cruza a região sudeste da folha homônima, tendo como principais afluentes os rios Guaraú e Turvo.

O Rio Ribeira exhibe curso encaixado, constituindo um típico rio de planalto até a localidade de Itapeúna, condicionado por relevos relativamente jovens. Entre Itapeúna e Eldorado há uma faixa de transição, com progressivo alargamento das planícies aluvionares, além de condicionamento estrutural muito provavelmente causado por interação de sistemas de falhas/fraturas relacionadas com a ZCT Cubatão (NE-SW) e a tectônica mesozóica (NW-SE). A partir de Eldorado, ocorre substancial queda da energia e, conseqüentemente, há desenvolvimento de regime meandrante, em ampla planície aluvionar que evolui em direção a Sete Barras e Registro.

O Rio Jacupiranga constitui importante sub-bacia do Rio Ribeira. Em seu alto curso recebe a denominação de Rio Jacupiranguinha, até a foz do Rio Guaraú, cru-

zando grande parte do flanco ocidental da Folha Rio Guaraú. Os principais afluentes são os rios Guaraú e Azeite. Até Cajati, o Jacupiranguinha exibe curso encaixado e a partir desta há desenvolvimento de pequenos meandros além do estabelecimento de expressiva planície aluvionar, sobretudo na região da foz do Rio Guaraú. São também expressivos na porção oriental da Folha Rio Guaraú os rios Pindaúva, Pindaúva do Meio e Pindaúva Grande. O Rio Turvo (afluente do Jacupiranga) cruza toda a extensão da faixa centro-sul da Folha Jacupiranga constituindo também um de seus principais tributários.

Uma pequena porção a sudoeste da Folha Rio Guaraú é ocupada pela sub-bacia do Rio Turvo (afluente do Rio Pardo) que se desenvolve para oeste, a partir das cabeceiras dos rios Barreiro e Erval, enquanto que na faixa a sul e a leste, as drenagens têm curso direcionado para a região litorânea da Bacia de Cananéia, com principais cursos respectivamente representados pelos rios das Minas, Mandira e Itapitangui. Numa pequena porção da baixada litorânea, a extremo sudoeste desta folha, há incursão de marés (Mar do Itapitangui) com vegetação litorânea de mangues.

Os padrões de drenagem presentes na área são diversificados, sendo condicionados pelas formas de relevo, estas sobretudo decorrentes da integração dos aspectos lito-estruturais, do clima e da vegetação (ver figuras 1.1.2 e 1.1.4).

1.2.3 Vegetação

De acordo com IBGE (1977), as formações vegetais naturais presentes na área em estudo estão representadas predominantemente pela Floresta Perenifólia Higrófila Costeira e uma restrita área de vegetação litorânea (mangues).

A Floresta Ombrófila Densa (popularmente conhecida como Mata Atlântica ou Mata de Encosta) tem ocorrência ligada ao

relevo, à pluviosidade e a umidade, que condicionam uma fisionomia exuberante. Desenvolve-se das partes altas da serra até as encostas e parte da baixada, alcançando o litoral. A mata é do tipo *rain forest*, pois seu desenvolvimento está ligado ao clima, isto é, relacionada à intensa umidade da área. É constituída predominantemente por espécies arbóreas, formando uma mata densa, sempre verde, com altura média de 15 metros, possuindo árvores emergentes de até 40 metros de altura. Apresenta uma grande riqueza de espécies e abundância de samambaias, palmeiras e epífitas (plantas que desenvolvem-se sobre outras, como por exemplo, bromélias, orquídeas e outras), que juntamente com as lianas, arbustivas e herbáceas, dá a esta floresta latifoliada um caráter tipicamente tropical.

A pequena área de ocorrência de manguezal, situa-se na extremidade sudeste da Folha Rio Guaraú. Está subordinada aos solos pantanosos existentes nos fundos das baías e nos estuários sob a influência de água doce e salgada. Constituem-se de plantas halófitas, em geral de porte arbustivo, com raízes adventícias, que servem de fixadores ao solo lodoso.

A região possui grandes áreas ocupadas pelo cultivo, sobretudo a banana. Embora nas planícies aluvionares do Rio Ribeira, em Eldorado e do Rio Jacupiranga, entre Cajati e Jacupiranga, ocorram culturas mais expressivas, verificou-se também que a ocupação por esse tipo de cultura ocorre de forma praticamente generalizada, nas mais diversificadas situações topográficas, incluindo encostas e altos das serras. Nas poucas áreas reflorestadas predomina o plantio de *pinus* e *eucalyptus*.

1.2.4 Solos

Na área em estudo verifica-se que na Folha Rio Guaraú os solos são normalmente rasos, predominando as associações litólico-cambissolo e litólico-paredão

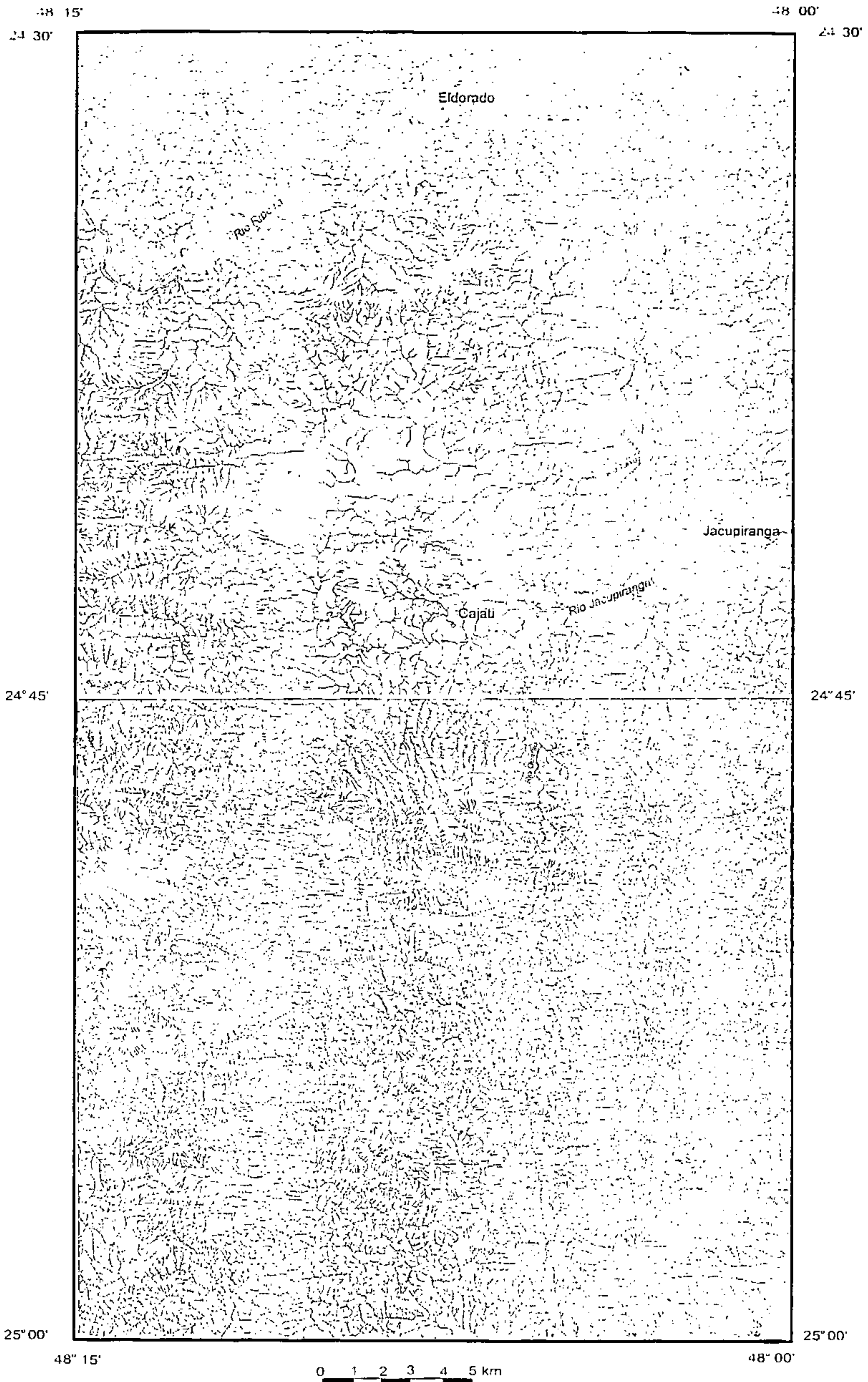


Figura I.1.2 - Rede de drenagem da área das folhas Jacupiranga e Rio Guarau

rochoso, sobretudo nos domínios dos maciços granitóides. Localmente, ocorrem latossolos vermelho-amarelo de textura média-argilosa nas superfícies cimeiras das serras, associados a cambissolos e litólicos nas encostas. Na Folha Jacupiranga os solos são pouco mais evoluídos em virtude dos relevos mais arrasados desenvolvidos sobre predomínio de um substrato de rochas xistosas. A área de exposição do Complexo Alcalino-Ultramáfico de Jacupiranga compreende solos característicos, de coloração castanha, bastante ferrosos, devido a abundante presença de magnetita. Na porção norte deste complexo, nos domínios dos dunitos ocorrem latossolos avermelhados, profundos, localmente havendo formação de crostas lateríticas ferruginosas.

Solos hidromórficos ocorrem associados às principais planícies aluvionares e na área de exposição do Complexo Serra Negra, sobretudo na região drenada pelo Rio Turvo, onde predominam solos escuros, espessos, ricos em matéria orgânica, oriundos de rochas básicas.

1.3 Aspectos Geomorfológicos

A área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú encontra-se inserida, quase na sua totalidade, na Província Costeira (Almeida, 1964, *apud* Ponçano *et al.*, 1981), definida como: "a área do Estado drenada diretamente para o mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico. É, em maior parte, uma região serrana contínua, que à beira-mar cede lugar a uma seqüência de planícies de variadas origens."

Apenas uma pequena porção da Província do Planalto Atlântico é abrangida na região sudoeste da Folha Rio Guaraú, integrada pela subzona do Planalto do Alto Turvo.

A Província Costeira foi redefinida por Ponçano *op. cit.* e encontra-se subdividida nas seguintes zonas: Serrania Costeira,

Morraria Costeira e Baixadas Litorâneas. A área em estudo (figura 1.1.3) ocupa maior parte dos domínios da Serrania Costeira e sua Subzona Serrania do Ribeira, abrangendo ainda parte da Subzona de Planaltos Interiores, representado pelo Planalto da Serra da Mandira, que é drenado pelas bacias do Rio Açungui (Rio das Minas) e Pindaúva Grande, englobando domínios da Seqüência Cachoeira e parte do Complexo Gnáissico-Migmatítico. É mais rebaixado em relação ao Planalto do Alto Turvo e situado na porção meridional da Folha Rio Guaraú. As serras marginais são a da Mandira, Cadeado e Espia.

A Serrania do Ribeira compreende a grande área de relevo serrano a oeste e a sudoeste de Eldorado, entre as serras de Paranapiacaba e do Mar, esta última já dentro do Estado do Paraná. Constitui um relevo profundamente dissecado, devido ao nível de base regional dado pelo mar. Abrange a maior porção da área da Folha Rio Guaraú e a parte ocidental da Folha Jacupiranga, destacando-se relevos de Serras Alongadas, na maior parte sustentadas por rochas graníticas (Cadeado, Espia, Guaraú, Braço Feio, Mandira, Boacica, Aleixo, Porto do Meio, Boa Vista, Taquari) e Morros com Serras Restritas (domínios do Complexo Gnáissico-Migmatítico e parte do Complexo Turvo-Cajati).

Os domínios da Morraria Costeira compreendem áreas de relevos arrasados, constituídos de morrotes e colinas que se destacam das planícies aluviais do trecho inferior do Rio Ribeira. Compreende a maior parte área da Folha Jacupiranga englobando predominantemente as litologias dos Complexos Embu e Turvo-Cajati, com formas de relevo de Mar De Morros, Morros Paralelos, Morros Com Serras Restritas (serras do Lageado, Cruzeiro, Lençol, Votupoca) e localmente Morrotes Em Meia Laranja. As elevações raramente ultrapassam altitudes de 100-120 metros.

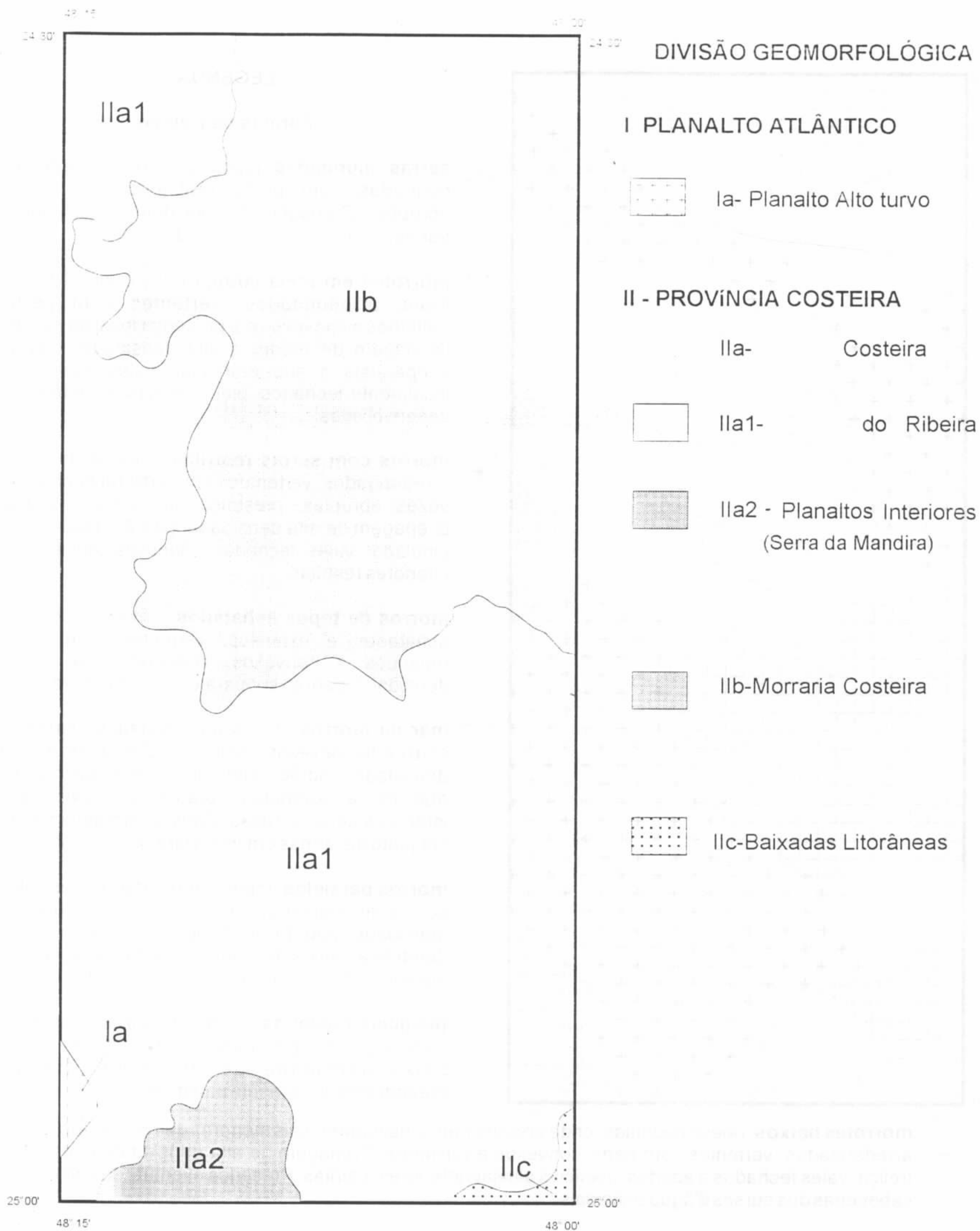
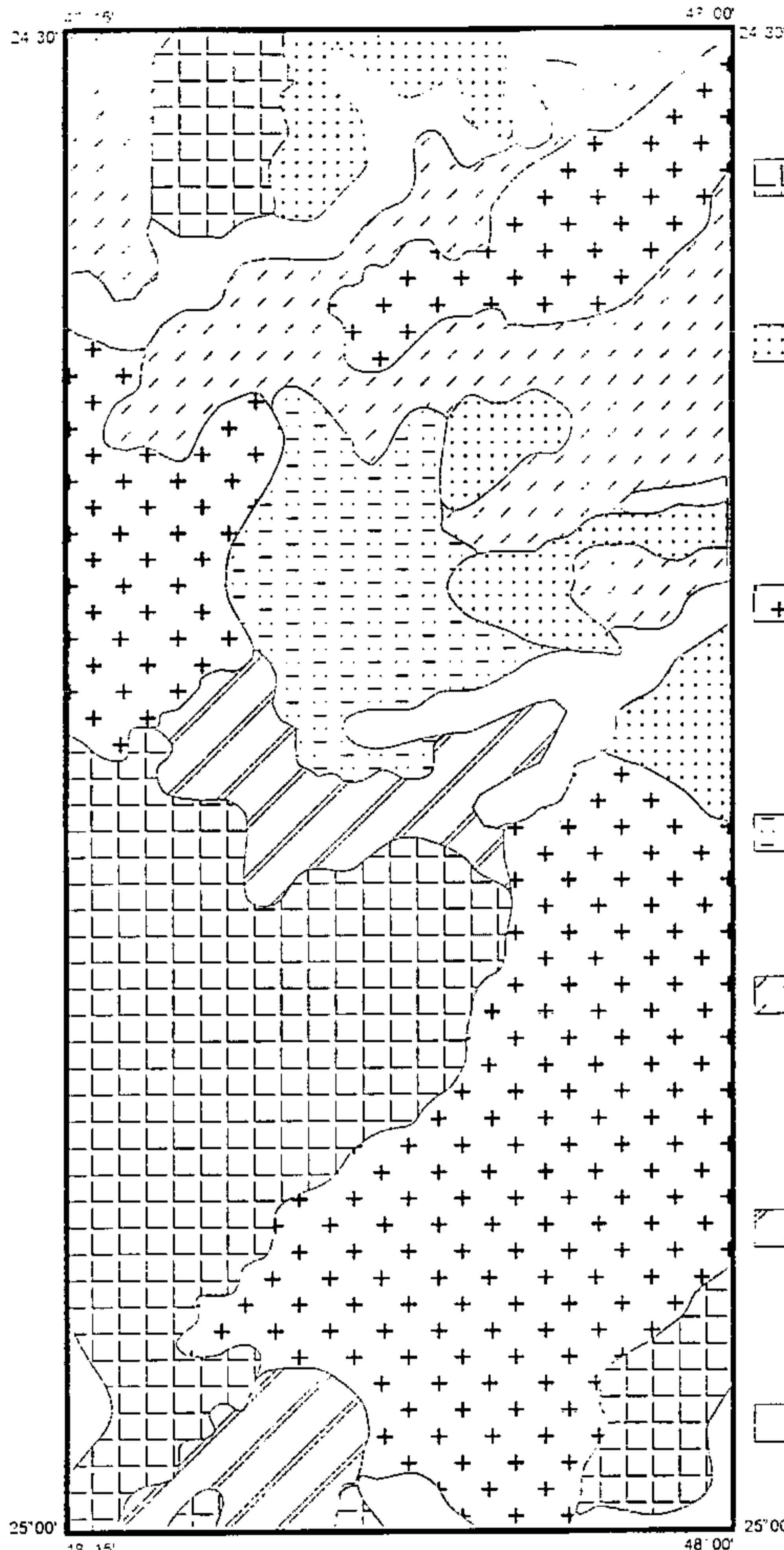


Figura I.1.3 - Divisão Geomorfológica da Área das Folhas Jacupiranga e Rio Guaraú (modificado de Ponçano et al., 1981).



LEGENDA

Formas de Relevo

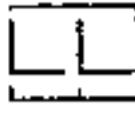

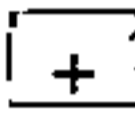

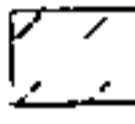
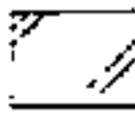
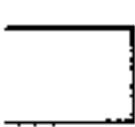
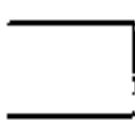
-  **serras alongadas** topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptas. Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado, vales fechados.
-  **morrotes em meia laranja** relevo ondulado, de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos e a presença local de serras. Drenagem de média a alta densidade, padrão subparalelo a sub-retangular, vales abertos a localmente fechados, planícies aluviais interiores desenvolvidas.
-  **morros com serras restritas** morros de topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, por vezes abruptas, presença de serras restritas. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares interiores restritas.
-  **morros de topos achatados** morros de topos achatados e extensos, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de média densidade, padrão subparalelo, vales fechados.
-  **mar de morros** topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados, planícies aluvionares interiores desenvolvidas. Constitui geralmente um conjunto de formas em "meia laranja".
-  **morros paralelos** topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de alta densidade, padrão em treliça a localmente sub-dendrítico, vales fechados a abertos, planícies aluvionares interiores restritas.
-  **morrotes baixos** relevo ondulado, onde predominam amplitudes locais menores que 50 metros. Topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de alta densidade, padrão em treliça, vales fechados a abertos, planícies aluviais interiores restritas. Presença eventual de colinas nas cabeceiras dos cursos d'água principais.
-  **planícies aluviais** terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações.

Figura 1.1.4 - Formas de Relevo Presentes na Área das Folhas Jacupiranga e Rio Guaraú (modificado de Ponçano et al., 1981).

A Zona Baixadas Litorâneas ocupa pequena faixa situada no canto sudeste da Folha Rio Guaraú, ligada ao Complexo Estuarino de Cananéia, onde localmente verifica-se a ocorrência de sedimentos flúvio-marinhos com local vegetação de mangues.

O Planalto do Alto Turvo acha-se nivelado a 700-800 metros, constituindo uma espécie de apêndice do Planalto Atlântico e é drenado pela bacia do Rio Turvo. Predomina a forma de relevo de Morrotes Baixos. A cota máxima se encontra às cabeceiras do Rio Jacupiranguinha. Engloba sobretudo as litologias do Complexo Serra Negra, que são extremamente vulneráveis ao intemperismo. As serras do Cadeado e Espia constituem, na área, seus limites.

Uma restrita área de relevo cárstico ocorre no extremo leste da Folha Rio Guaraú, junto ao Rio Capelinha, abrangendo a unidade de mármore dolomíticos do Complexo Turvo-Cajati.

Como já visto, na área, são expressivas as planícies aluviais dos rios Ribeira e Jacupiranga, constituindo terrenos baixos e mais ou menos planos, sujeitos à periódicas inundações.

De acordo com Morgental *et al.* (1975), a Folha Jacupiranga apresenta parte do contato entre os espigões da região pré-serrana e as cristas metassedimentares do Grupo Açungui, que estão rebaixadas, não ultrapassando os 250 m de altitude. A sudoeste da folha, a vertente do rebordo sul do vale do Ribeira começa a se pronunciar, através das serras do Jaguari e Hilário (Serra da Boa Vista). O Rio Ribeira atravessa a porção setentrional da folha, iniciando aí a planície aluvial contínua, na qual alternam os baixos terraços arenosos com altos terraços da Formação Pariquera-Açu.

Na porção sudeste da folha, nota-se a expressiva planície aluvial do Rio Jacupiranga, que logo após a foz do Rio Guaraú, chega a ser mais larga que a do próprio

Ribeira. O Rio Turvo, afluente do Jacupiranga, também apresenta planície de notável largura. O Jacupiranga tal qual o Ribeira, possui nos seus altos terraços sedimentos relacionados à Formação Pariquera-Açu.

Os domínios do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga funciona como um divisor de águas entre o Jacupiranga e o Turvo, cujo relevo modela uma zona de morros abobadados, classificada por Ponçano *et al.* (1981) como Morros de Topos Achatados.

As serras do Lageado, Cruzeiro e da Boa Vista estão sujeitas a erosão por escoamento concentrado, sendo que na Serra do Lageado, além de ravinamentos, há traços de escorregamento por solifluxão. Na porção nordeste da folha, a Pedra do Lençol, com altitude de 398 metros e situada na serra homônima, constitui notável forma de relevo formando amplo paredão vertical (cornija).

Na Folha Jacupiranga, as altitudes variam desde a cota 20 m, ao longo do vale dos rios Ribeira e Jacupiranga, até 596 m nos domínios do morro sustentado pelo Granito Braço situado à sudoeste da localidade de Itapeúna.

Na Folha Rio Guaraú, um extenso falhamento de direção N-S separa a região pré-serrana das vertentes da Serra do Mar. Este nível intermediário ocupa o terço leste da folha. A vertente da Serra do Mar apresenta relevo bastante movimentado, individualizando espigões graníticos que recebem nomes particulares de Serra do Cadeado, da Anta Gorda, e do Guaraú.

Parte da superfície de cimeira de 700 a 800 metros penetra no canto sudoeste. A superfície de 300-400 metros aparece no centro sul da folha, estando tectonicamente condicionada.

A Serra do Guaraú possui extensos afloramentos e forma vertentes com espessa cobertura coluvionar. Suas vertentes

mais íngremes são instáveis e apresentam nítidos traços de movimentos de massa.

Nesta folha, as altitudes variam desde a cota 8 m, na baixada litorânea, até 1340 m no topo da Serra do Cadeado. A planície aluvial de importância é a do Rio Guaraú. No canto sudeste, o maciço granítico Mandira é rodeado de extensos depósitos coluviais, constituídos sobretudo de blocos e matacões.

Aspectos do relevo da área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú podem ser observados em imagem de radar, na figura 1.1.5.

1.4 Aspectos Sócio-econômicos

A região do Vale do Ribeira e Litoral Sul, embora inicialmente tenha despertado a atenção dos primeiros colonizadores atraídos pela potencialidade dos seus recursos minerais, permaneceu em completo abandono por muito tempo. Condições topográficas adversas somadas a fatores políticos, econômicos e sociológicos teriam sido responsáveis pela marginalização que bloqueou seu processo natural de desenvolvimento, implicando em um nível sócio-econômico dos mais baixos do Estado.

De acordo com dados do IBGE (Censo de 1996), a população dos municípios com sede situada no âmbito da área em estudo é a seguinte: Cajati, com 26.743 habitantes, seguido de Jacupiranga, com 15.562 e Eldorado, com 13.872 habitantes, este último com *status* de estância turística. Na região, Registro é o município mais populoso, com 49.200 habitantes, figurando também como sede de sub-região. Os demais são Cananéia (9.591), Sete Barras (13.193), Pariquera-Açu (15.810) e Barra do Turvo (7.219).

A principal atividade econômica desta região está relacionada com cultivo da banana. O chá é produzido principalmente em Registro, enquanto que arroz, milho, feijão, entre outros produtos agríco-

las, servem normalmente como fonte de renda e sobrevivência para a maioria dos habitantes que possuem pequenas propriedades. A região de Cananéia destaca-se pelas atividades pesqueiras e mariculturas, absorvendo grande parte de sua população. A pecuária na região é incipiente.

Pequenas pastagens concentram-se principalmente nas planícies aluviais dos rios.

Na região encontra-se grande parte das matas naturais do Estado de São Paulo. Esforços para a proteção e preservação desses recursos têm sido efetuados pelos órgãos de conservação ambiental estaduais, sobretudo no que tange ao desmatamento. Todavia, o extrativismo do palmito nativo ainda ocorre em alguns locais, e se dá de forma clandestina, principalmente nas reservas florestais, onde normalmente é depredado. No entanto, pouco até agora se fez visando seu replantio. As atividades de reflorestamento, ainda que modestas, desenvolvem-se principalmente nos municípios de Jacupiranga, Eldorado e Pariquera-Açu, consistindo no plantio de *pinus*.

O setor industrial ainda é pouco desenvolvido, destacando-se o complexo minero-industrial de Cajati, onde se produz fosfato e cimento.

Ainda que pouco explorado, nos últimos anos tem se intensificado as atividades ligadas ao turismo, incrementado com a implantação definitiva de parques e reservas florestais e com a melhoria dos serviços rodoviários. Cabe ressaltar que a região é possuidora de belezas naturais e com localidades de importante valor histórico que poderiam ser melhor exploradas.

O grau de escolaridade da população de um modo geral ainda é baixo, notando-se elevado índice de analfabetismo no meio rural.

No tocante à infra-estrutura tem-se notado melhorias nos setores de energia, saneamento básico, comunicações e

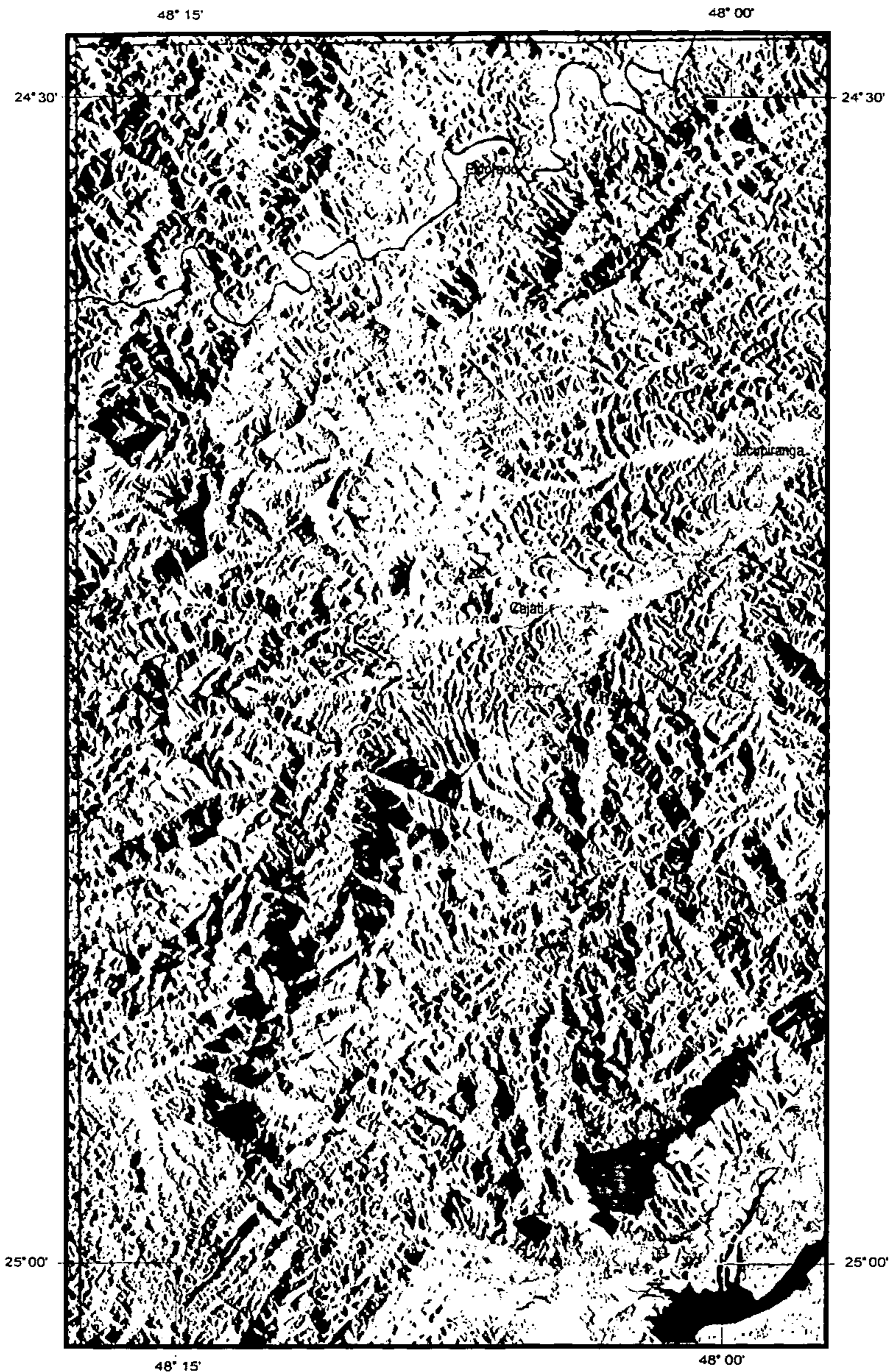


Figura I.1.5 - Imagem de Radar da Área das Folhas Jacupiranga e Rio Guaraú

transportes, este último incrementado com as obras de duplicação da rodovia Régis Bittencourt (BR-116).

1.5 Aspectos Ambientais

O Estado de São Paulo, originalmente, possuía 81,8% de sua área coberta por florestas (20.450.000 ha). Estudos sobre a evolução da cobertura florestal demonstram que em 1990 restavam apenas 1.731.472 ha (7,16% do território do Estado). Deste total, 45,77% (792.448,57 ha) constituem Unidades de Conservação sob responsabilidade da Secretaria de Estado de Meio Ambiente: 69% das Unidades de Conservação possuem remanescentes do Domínio da Mata Atlântica em seu interior.

Quanto à vocação do Domínio da Mata Atlântica para atividades científicas, educacionais e de lazer, as diferentes formações florestais e ecossistemas associados representam para a sociedade uma fonte riquíssima de possibilidades, proporcionando a expansão do conhecimento e da consciência ambiental.

Entre as Unidades de Conservação Ambiental presentes na área deste trabalho encontra-se o Parque Estadual de Jacupiranga (Decreto de Criação nº 145/69), ocupando uma área de 150.000 ha, abrangendo partes dos municípios de Barra do Turvo, Cananéia, Cajati, Jacupiranga, Eldorado e Iporanga. O bioma é compreendido pela Mata Atlântica, com ecossistemas dos tipos: Restinga, Campo Altitude, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa. É administrado pelo Instituto Florestal - Divisão de Reservas e Parques Estaduais. A área do Parque Estadual de Jacupiranga abrange cerca de 33% dos terrenos da Folha Rio Guaraú e seus limites estão assinalados na Carta Metaiogênica/Previsional e na Figura II.8.2 Parte da porção leste da Folha Rio Guaraú encontra-se abrangida pela APA Cananéia, Iguape, Peruíbe (Federal), e numa pequena área a extremo sudoeste, já no Estado do Paraná, está presente a APA de Guaraqueçaba. Na Folha Jacupiranga, parte do quadrante noroeste é ocupada pela APA da Serra do Mar.

2

Metodologia

2.1 Metodologia

Os procedimentos que nortearam o planejamento e execução deste trabalho seguiram, em parte, os padrões adotados pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, preconizados pelo Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB, adaptados sempre que necessários às condições locais, com a utilização simultânea e integrada de ferramentas multidisciplinares de pesquisa (cartografia geológica, geoquímica, geofísica e metalogenia), apoiadas em diversos tipos de análises laboratoriais (petrográficas, mineralógicas, químicas, litogeoquímicas, geocronológicas, entre outras).

Todas as atividades realizadas foram desenvolvidas no âmbito do Projeto Jacupiranga-Rio Guarau, executado pela Superintendência Regional de São Paulo-SUREG/SP, através de convênio firmado entre a Secretaria de Estado de Energia do Governo do Estado de São Paulo e a CPRM-Serviço Geológico do Brasil. O planejamento das atividades do projeto constou de três fases listadas a seguir:

Fase I (pré-operacional)

- Aquisição de documentação básica
- Fotointerpretação geológica
- Preparação da etapa de campo
- Reconhecimento geológico preliminar

Fase II (operacional)

- Mapeamento geológico
- Levantamento geoquímico
- Processamento geofísico
- Análises laboratoriais
- Integração e consolidação dos dados

Fase III

- Elaboração do relatório final
- Editoração

A fase pré-operacional foi iniciada com a aquisição da documentação básica relacionada com a área em estudo, constando de levantamento de dados bibliográficos, cartas topográficas na escala 1:50.000 das folhas SG.22-X-B-VI-2 (Jacupiranga) e SG.22-X-B-VI-4 (Rio Guarau), publicadas pelo IBGE (1987), fotografias aéreas (escala 1:60.000, USAF-1967).

imagens de radar (escalas 1:250.000 e 1:100.000), imagem de satélite Landsat 5, sensor TM (composição falsacor das bandas 3, 4 e 5, escala 1:100.000), obtida em 1986.

Na fotointerpretação preliminar (escala 1:60.000) foram traçadas toda a rede de drenagem bem como os principais traços estruturais que juntamente com a análise do relevo permitiram a elaboração dos mapas de fotointerpretação preliminar para ambas as folhas, cujos dados foram transferidos para a escala 1:50.000. Foram então definidos domínios fotolitológicos, apoiados pela interpretação das imagens de radar e satélite utilizadas na identificação de estruturas maiores.

Com base na bibliografia reunida, foi efetuada uma revisão crítica do conhecimento geológico da região, e avaliados os problemas geológicos a serem resolvidos. Concomitantemente, foram elaborados, manualmente, mapas geológicos preliminares das folhas na escala 1:50.000, obtidos a partir da compilação geológica do mapa da Folha Eldorado (1:100.000) de Silva *et al.* (1981) e elaborada uma coluna estratigráfica preliminar para referência. Foram também plotadas as ocorrências minerais presentes na área em estudo, obtidas a partir da base de dados da CPRM, Base META. Realizou-se ainda processamento e interpretação preliminar dos dados aerogeofísicos, com a elaboração dos mapas do canal da contagem total e magnético para dar suporte ao mapeamento geológico.

A execução dessas atividades foi complementada pela realização de uma etapa de reconhecimento geológico preliminar, com duração de um mês, visando a discussão das unidades estratigráficas maiores, sobretudo no tocante aos seus aspectos litológicos e estruturais, e a homogeneização quanto a descrição dos afloramentos pelas equipes de geologia das diferentes unidades presentes na área. Foram ainda mantidos contatos com a co-

munidade e autoridades locais (governamentais e privadas) e solicitada autorização de realização de atividades na área do Parque Estadual de Jacupiranga, junto a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA. Elaborou-se então a programação para a fase operacional (atividades de campo), definindo objetivos, métodos de execução, equipes, viaturas e equipamentos necessários, estimativas orçamentárias e prazos.

Na fase operacional, a atividade de mapeamento geológico foi realizada em quatro etapas durante quatro meses, intercalados com períodos de atividades de escritório, nas quais foram efetuadas a integração progressiva e interpretação dos dados obtidos. Foram constituídas duas equipes de mapeamento, cada qual constando de um geólogo e um auxiliar operacional. Procedeu-se o levantamento geológico com caminhamento apoiado por mapas de serviço e baseado em perfis previamente programados, realizados em sua maior parte através de veículos simples. Nas áreas de difícil acesso, foi necessário efetuar caminhamentos através de veículos utilitários 4X4, ou ainda à barco ou à pé, eventualmente com infra-estrutura baseada em acampamentos. Nos afloramentos examinados foram descritas as características mega e mesoscópicas das unidades litológicas aflorantes, priorizando-se sempre que possível a identificação de seus protólitos, e tomada das medidas de atitudes dos elementos estruturais, sobretudo na identificação da lineação de estiramento e indicadores cinemáticos, além da coleta de amostras de rocha para análises petrográficas e químicas.

O posicionamento dos afloramentos foi obtido através de receptor GPS, modelo (GARMIN-45). Os dados georeferenciados de todas as estações geológicas foram plotados nas respectivas cartas de pontos de afloramentos descritos, e as informações desses afloramentos foram descritas

em caderneta de campo padrão (figura I.2.1), posteriormente arquivadas na base de dados do projeto.

Análises petrográficas foram efetuadas em grande número de amostras para apoio e complemento às descrições mesoscópicas, permitindo interpretações petrológicas e petroestruturais. As investigações litogeoquímicas foram executadas num restrito número de amostras, com a finalidade apenas de fornecer subsídios preliminares para interpretação de ambientes genéticos e tectônicos das diferentes associações de rochas metabásicas e granitóides de algumas unidades cartografadas. As análises litogeoquímicas foram efetuadas no Laboratório de Geoquímica do Departamento de Petrologia e Metalogenia-DPM, da Universidade Estadual Paulista-UNESP, em Rio Claro, SP, com análises de óxidos maiores e elementos-traço, através de fluorescência de raios-X. Com o propósito de contribuição para caracterização estratigráfica, em termos de idade, foram realizadas três datações geocronológicas em diferentes unidades que são pouco conhecidas, através do método U-Pb em zircões. Os zircões foram concentrados no Laboratório de Tipologia de Zircão da UNESP e as análises efetuadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas – CPGeo do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo-USP.

Os trabalhos de levantamento geoquímico sistemático foram planejados ainda na fase pré-operacional, programando-se a coleta de amostras de sedimentos de corrente e concentrados de batéia na área abrangida pelas folhas. A densidade de amostragem e as análises estipuladas, foram avaliadas a partir das características litológicas e o potencial metalogenético esperado para os domínios investigados, considerando ainda as características fisiográficas das bacias de drenagem e as condições de acesso. Foram constituídas duas equipes de coleta geoquímica, cada

uma formada por um técnico prospector e três auxiliares operacionais. Maiores detalhes sobre os procedimentos que nortearam esta atividade estão descritos no capítulo correspondente deste relatório.

Os trabalhos de geofísica consistiram exclusivamente no processamento dos dados aeromagnéticos e aeroradiométricos, confeccionando-se cartas na escala 1:50.000, a partir dos dados do Projeto Aerogeofísico São Paulo-Rio de Janeiro DNPM/ CPRM, onde foram processados nove temas para cada folha correspondente, e geradas as cartas aeroradiométricas dos canais da contagem total, urânio, tório e potássio, com valores expressos em concentração e razões U/Th, U/K e Th/K, além das cartas aeromagnéticas de intensidade magnética (campo total) e sinal analítico. Os produtos gerados pelo processamento geofísico encontram-se listados na Parte III, Capítulo 3 deste relatório.

De posse de grande parte das informações obtidas nas atividades anteriormente descritas, foram realizadas etapas de consultoria visando a discussão de alguns problemas estruturais, estratigráficos, e os aspectos da granitogênese e metalogenia. Posteriormente a este trabalho, uma última etapa de mapeamento geológico foi reservada para a tentativa de resolução de problemas geológicos pendentes, selecionando-se nos mapas geológicos preliminares, setores onde existiam carência de informações ou problemas de “fechamento de contatos” entre as unidades.

Após o término da integração e consolidação dos dados procedeu-se a Fase III, com a elaboração das Cartas Geológicas e Metalogenéticas/Previsionais finais e, sobre este acervo de dados e informações multidisciplinares foram elaborados os textos e editoração deste Relatório Final, bem como todas as informações geradas, disponibilizadas em arquivos eletrônicos (ver Parte III, capítulo 3).

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
 DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

PLANILHA DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTO

IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL

ESTADO	C. U.
MUNICÍPIO	CELSO
BRAS. (Km)	ALTIMETRIA
MAPA	INSTRUMENTAL
COORDENADAS	PROJEÇÃO

PROPOSTAS DE APLICAÇÃO

PROPOSTA	PROJEÇÃO
PROPOSTA	PROJEÇÃO

ANÁLISES

TIPO	ANÁLISE	TIPO	ANÁLISE	TIPO	ANÁLISE

ELEMENTOS LINEARES E PLANARES

TIPO	CCD	DIR	INCL	DIR	CCD	DIR	INCL

DADOS RECOLETOS

DESCRIÇÃO DO AFLORAMENTO

DESCRIÇÃO DO AFLORAMENTO (CONTINUAÇÃO)

DESCRIÇÃO DO AFLORAMENTO (CONTINUAÇÃO)

DESCRIÇÃO DO AFLORAMENTO (CONTINUAÇÃO)

DESCRIÇÃO DO AFLORAMENTO (CONTINUAÇÃO)

DESCRIÇÃO DO AFLORAMENTO (CONTINUAÇÃO)

Figura 1.2.1 - Caderneta de campo padrão utilizada na descrição de afloramentos

2.2 Equipe Executora

A equipe técnica de geologia deste projeto foi constituída pelos geólogos Claudemir Severiano de Vasconcelos, que coordenou e participou, em tempo integral, de todas as atividades envolvidas, e Arlindo Akio Yamato que participou das atividades da fase pré-operacional, e das primeiras etapas do mapeamento geológico. Neste último período houve ainda eventual participação do geólogo Vilmário Antunes da Silva. As últimas etapas de campo, incluindo as atividades de consultoria, contaram com a participação do geólogo Nolan Maia Dehler que redigiu o capítulo de geologia estrutural.

Todos os trabalhos de planejamento e execução, pertinentes ao levantamento geoquímico, bem como a redação do capítulo correspondente, foram coordenados e supervisionados pelo geólogo Idio Lopes Jr. Na fase operacional, a equipe do projeto contou com a participação dos seguintes técnicos e auxiliares: Seiji Oki (técnico prospector), Roilane Barbosa (técnico de mineração); dos auxiliares operacionais João Batista Gonçalves, Laurindo Conceição de Andrade, Tito da Motta, Vitorino Carlos de Oliveira, Eduardo de Freitas Melo, Luiz Gonzaga de Lima e Edson Biazjone; e do auxiliar técnico Antônio Carmo de Rosa.

As descrições petrográficas estiveram a cargo dos geólogos Maria Abadia Camargo (SUREG/GO) e Benício Montenegro (SUREG/RE). Uma parte das descrições petrográficas foi efetuada com a colaboração dos Drs. Vanderlei Maniesi e Antenor Zanardo (UNESP, Rio Claro). As análises químicas de sedimento de corrente foram efetuadas pelo LAMIN/RJ onde também foi realizada parte das análises

mineralógicas de concentrados de bateia, sendo que a parte restante foi descrita pelos geólogos Wilson Wildner e Luiz Alberto Costa e Silva (SUREG/PA) que também efetuaram análises de Microsonda Eletrônica de Varredura-MEV, nos laboratórios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Os trabalhos de interpretação dos dados aerogeofísicos foram coordenados pela DIGEOF/RJ, através geólogo Mário José Metello e o processamento dos dados e elaboração das cartas efetuados por Ivan Espíndola dos Anjos.

A nível de consultoria, participaram como consultores externos, os Drs. Yociteru Hasui (geologia estrutural/tectônica) e Rubens Borges da Silva (geoquímica / metalogenia / granitogênese), este último com participação destacada na redação do capítulo de metalogenia.

Em diferentes fases do trabalho houve colaboração do geólogo Paulo César Santarém da Silva, que sobretudo orientou as atividades de edição inicial das diversas cartas e bases de dados produzidas, estas últimas digitadas pelo auxiliar técnico Antônio Rodrigues de Oliveira. Os trabalhos finais de editoração digital de mapas, textos e figuras contaram ainda com a participação do geólogo Lauro Graçindo Pizzatto, Marina das Graças Perin, da geóloga Elizete Domingues Salvador e do estagiário de geologia Tiago da Rocha Karniol. A elaboração do item Referências Bibliográficas contou com o apoio da biblioteca Fátima Aparecida Franzé.

A nível gerencial, todas as atividades foram coordenadas através da Gerência de Recursos Minerais-GEREMI, pelo geólogo Luiz Antônio Chierigati, que também colaborou na revisão final dos textos.

PARTE II

GEOLOGIA

1

Síntese Geológica Regional

1.1 Introdução

A região sul do Estado de São Paulo e extremo leste do Estado do Paraná, tem sido há décadas objeto de estudos sistemáticos. Este fato foi responsável pela geração de uma vasta bibliografia sobre a geologia da região, tanto referente a trabalhos acadêmicos, realizados por universidades de São Paulo e Paraná, quanto a projetos de mapeamento, integração geológica, e pesquisa mineral, desenvolvidos por instituições como a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, o IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e a MINEROPAR – Minerais do Paraná S.A.

Uma revisão detalhada e completa da bibliografia disponível foge do escopo deste relatório. Objetiva-se, neste capítulo, situar o leitor no contexto geológico regional no qual insere-se a área estudada, utilizando-se, para isso, os principais trabalhos desenvolvidos na região.

Uma consequência natural da abundância de artigos e relatórios sobre a geologia da região, feitos por autores e instituições que trabalharam em diferentes

épocas e locais, é a proliferação de denominações, definições e correlações distintas entre as unidades geológicas. O leitor interessado numa familiarização mais profunda sobre a geologia do Grupo Açungui e das associações litológicas aflorantes no Domínio Costeiro, pode consultar diversos trabalhos de síntese, como Algarte *et al.* (1974), Morgental *et al.* (1975), Batolla Jr. *et al.* (1981), Biondi (1983), Stein *et al.* (1984), Chiodi Filho (1984), Takahashi *et al.* (1984, 1986), Daitx (1985), Campanha (1991), Bistrichi *et al.* (1981), Hasui (1986), Siga Jr. (1995), Silva (1995), Fassbinder (1996) e Kaul (1997), dentre outros.

1.2 Compartimentação Tectônica Regional

Regionalmente, na porção sul do Estado de São Paulo e leste do Paraná, pode-se distinguir dois grandes domínios tectônicos: o domínio do Cinturão Ribeira (Almeida *et al.*, 1973), e o Domínio Costeiro (*sensu* Bistrichi *et al.*, 1981), limitados entre si pela zona de cisalhamento de Lancinha-Itapeúna-Cubatão, de movimentação direcional dextral (figura II.1.1).

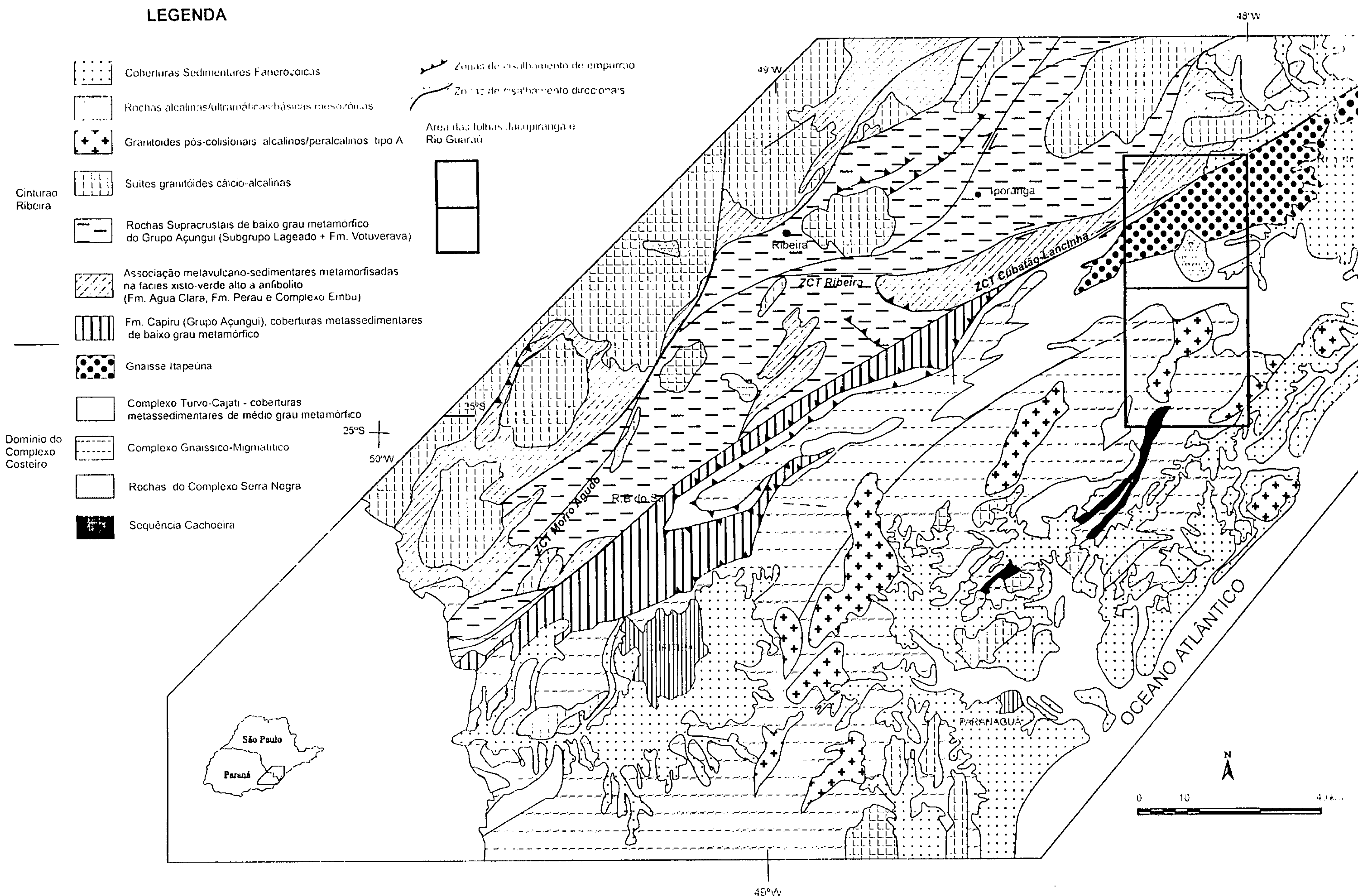


Figura II.1.1 - Localização da Área no Contexto Geológico Regional (modificado de Campanha, 1991).

O Cinturão Ribeira, localizado a norte da referida estrutura, compreende uma complexa associação entre rochas metavulcano-sedimentares de baixo grau metamórfico, classicamente denominada de Grupo Açungui (Marini *et al.*, 1967), e rochas de mesma natureza metamorfisadas na fácies xisto-verde a anfibolito alto, localmente anatéticas, denominadas de Seqüência Perau (Piekarz, 1981), Formação Água Clara (Marini *et al.*, 1967; Silva *et al.*, 1998) e Complexo Embu (Hasui, 1975; Hasui & Sadowski, 1976) (figura II.1.1). Estas associações, cujas relações mútuas são ainda discutíveis, são cortadas por batólitos graníticos de composição cálcio-alkalina. Estruturalmente, este domínio é caracterizado por um complexo arranjo de zonas de cisalhamento anastomosadas, de movimentação direcional dextral e caráter transpressivo (Ebert *et al.*, 1993 a e b, Machado & Endo, 1993 a e b, Fassbinder, 1996, Ebert & Hasui, 1998). A dimensão regional desta estruturação confere uma marcante orientação nordeste ao Cinturão. Segundo Machado *et al.* (1996) e Tassinari (1988) esta estruturação seria de idade Brasileira/Pan-Africana. Hasui *et al.* (1975) denominaram este domínio de Faixa de Dobramento Apiaí.

O Domínio Costeiro, localizado a sul da zona de cisalhamento da Lancinha-Cubatão, é composto por diversas associações litológicas distintas cujas relações são ainda mal estudadas. Neste domínio afloram rochas supracrustais de baixo grau metamórfico, denominadas de Formação Capiçu (Bigarella & Salamuni, 1956 a e b), correlacionadas pelos mesmos autores ao Grupo Açungui, e rochas supracrustais metamorfisadas em maior grau, localmente migmatizadas, que compõem a Seqüência Turvo-Cajati (Silva & Algarte, 1981 a e b), e a Formação Setuva (Bigarella & Salamuni 1956 a e b). Hasui & Oliveira (1984) englobaram estas associações supracrustais de maior grau metamórfico no Comple-

xo Setuva. Silva *et al.* (1981) e Batolla Jr. *et al.* (1981) descrevem a Seqüência Cachoeira, formada por rochas supracrustais de baixo grau metamórfico interpretadas por Silva (1981) como rochas de idade arqueana, provavelmente *greenstone belts*. Ocorrem ainda corpôs de rochas charnoenderbíticas isolados, por vezes associados a gnaisses kinzigíticos e ortognaisses, como o Maciço de Itatins (Sadowski, 1974) e o Complexo Serra Negra (Silva *et al.* 1981). Estes núcleos granulíticos, a Seqüência Cachoeira e o Complexo Máfico-Ultramáfico de Piên, compõem o Complexo Costeiro (Dantas *et al.*, 1987). Neste domínio ocorrem ainda associações de rochas gnáissicas indiferenciadas, que compreendem o complexo Gnáissico-Migmatítico, sobreposto estratigraficamente ao Complexo Costeiro (Dantas *et al.* 1987), o complexo Atuba (Siga Jr., 1995; Silva *et al.* 1998) e o Complexo Pré-Setuva (Biondi, 1983). Hasui *et al.* (1975) denominaram este domínio de Maciço Mediano de Joinville.

Hasui (1986) propôs uma compartimentação com denominações distintas, utilizando-se, entretanto, dos mesmos limites tectônicos regionais. Para este autor, as rochas que afloram no domínio do Cinturão Ribeira compõem o Bloco São Paulo. Este bloco faz contato, através da zona de cisalhamento Itapeúna-Cubatão, com o Bloco Vitória, que corresponde ao Domínio Costeiro (*sensu* Bistrichi *et al.* 1981) e ao Maciço Mediano de Joinville (Hasui *et al.* 1975). Ainda para Hasui (1986), o Bloco São Paulo é cavalgado pelo Bloco Vitória.

Recentemente, Basei *et al.* (1992) propuseram uma compartimentação tectônica do Complexo Costeiro que, segundo os autores, seria originada por colagens de SE para NW de microplacas no Neoproterozóico (figura II.1.2). Para estes autores, a microplaca Curitiba, onde afloram rochas do Complexo Atuba (Siga Jr. *et al.*, 1996), Formação Setuva, Formação Capiçu e Seqüência Turvo-Cajati, teria colidido com

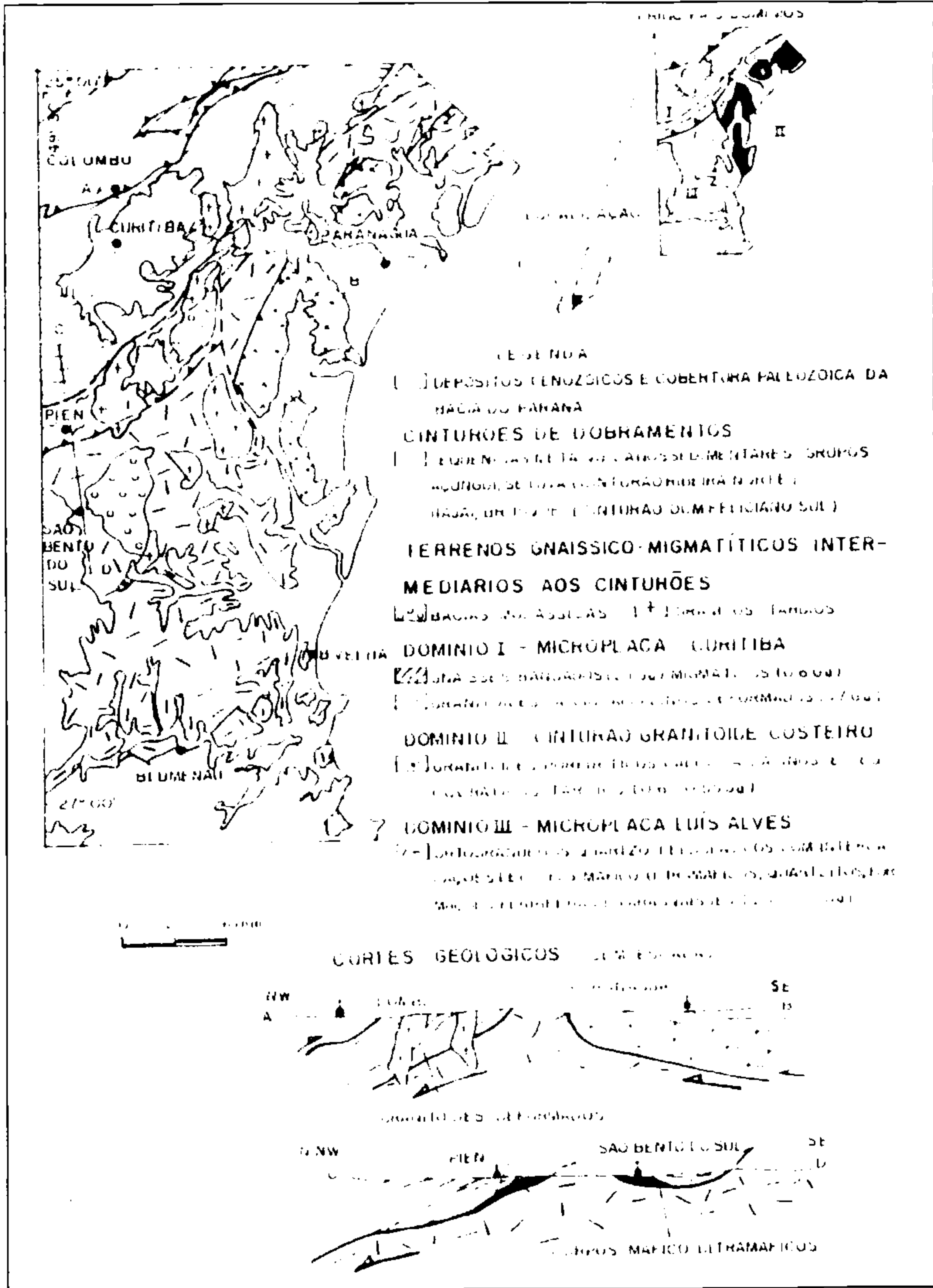


Figura II.1.2 – Compartimentação tectônica da porção sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina (segundo Basei et al., 1992).

uma área cratônica mais a norte a aproximadamente 700 ± 50 Ma. Posteriormente, os terrenos granulíticos que compõem a microplaca Luís Alves (Basei *et al.* op. cit.), ou Cráton Luís Alves (Kaul, 1984) colidiram com a microplaca Curitiba (a aproximadamente 650 a 600 Ma). Os granitóides da Suíte Rio Piên (Machiavelli *et al.*, 1993), assim como as rochas ultramáficas que afloram na mesma região, seriam resultado do processo de subducção de crosta oceânica e posterior colisão. Posteriormente, finalizando a evolução tectônica deste segmento crustal, teria se dado a colagem do terreno Paranaguá, composto principalmente por rochas granitóides cálcio-alcalinas. A figura Il.1.3 mostra a concepção de Basei *et al.* (1992), para a evolução tectônica do Domínio Costeiro. Esta evolução tectônica não é consensual. Para Siga Jr. (1995), a colisão com a área cratônica a norte teria se dado em condições cinemáticas semelhantes, entretanto, para este autor, a Microplaca Curitiba representaria, na verdade, a borda retrabalhada no Neoproterozóico de uma placa maior, que englobaria os terrenos granulíticos do Cráton Luís Alves.

1.3 Unidades Litoestratigráficas Regionais

1.3.1 Domínio Costeiro

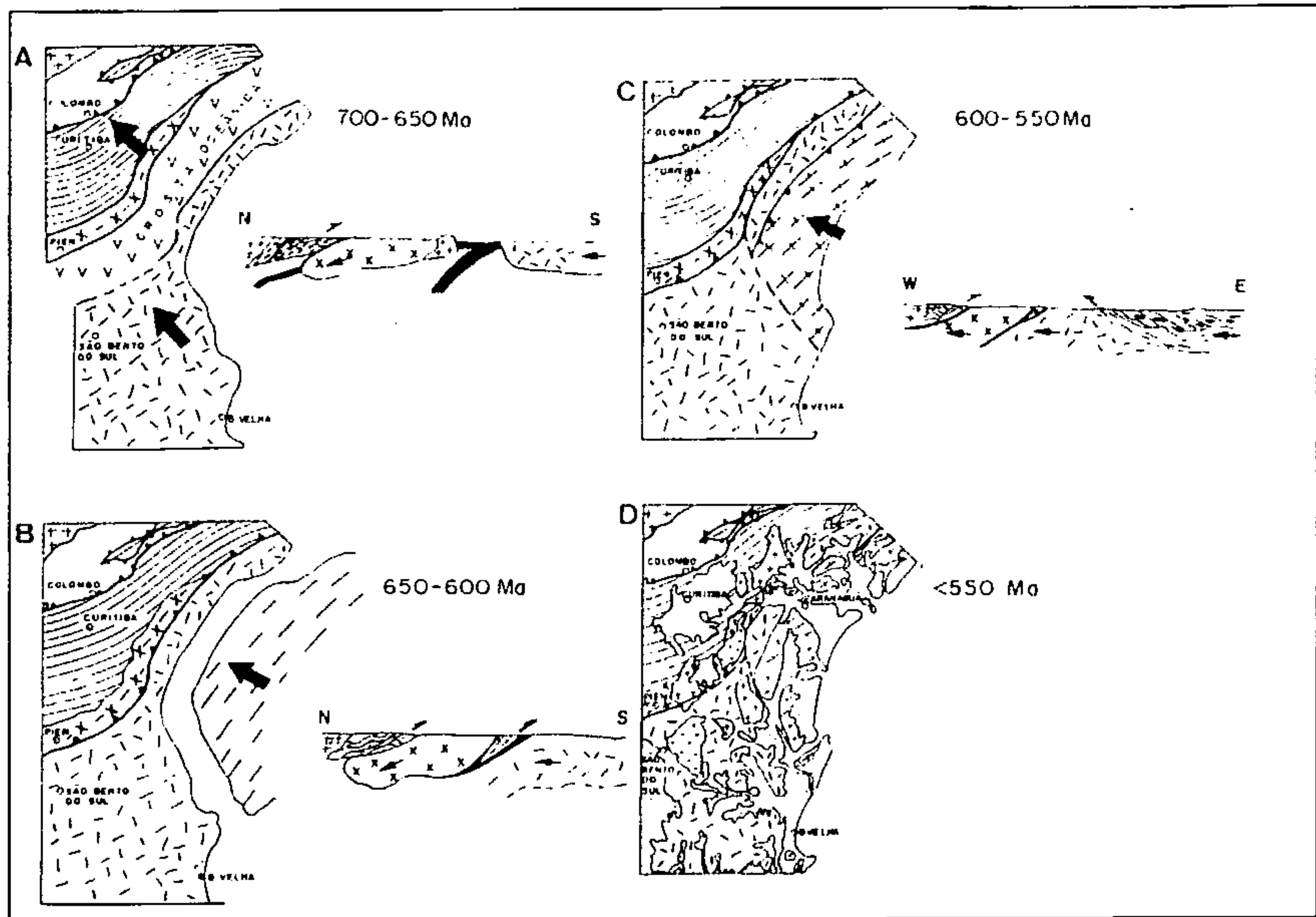
1.3.1.1 Complexo Costeiro e Complexo Gnáissico-Migmatítico

O Complexo Costeiro (*sensu* Bistri-chi *et al.*, 1981), na porção sul do estado de São Paulo, compreende associações de rochas orto e paraderivadas, por vezes migmatíticas, aflorantes a sul da zona de cisalhamento de Cubatão, recobertas pelos metassedimentos da Seqüência Turvo-Cajati. Engloba, segundo estes autores, a parte mais antiga de unidades que foram genericamente descritas como Complexo

Cristalino (Algarte *et al.*, 1974), Complexo Migmatítico (Melcher *et al.*, 1971 e Cordani *et al.*, 1971) e Complexo Gnáissico-Migmatítico (Silva *et al.*, 1977). Melcher *et al.* (1971, 1973) descreve uma passagem gradacional entre as rochas ectiníticas, por eles denominadas de Grupo Açungui, e os gnaisses migmatíticos.

Posteriormente, Dantas *et al.* (1987) redefiniram o Complexo Costeiro, subdividindo-o em dois grandes complexos, que compõem as rochas do embasamento gnáissico, a sul da faixa metassedimentar materializada pelo Grupo Açungui: o Complexo Costeiro (CC) e o Complexo Gnáissico-Migmatítico (CGM), sotopostos à Formação Setuva. O CC, segundo Dantas *et al.* (op. cit.), envolveria as rochas tidas como mais antigas, como os núcleos charno-enderbíticos isolados, a Seqüência Cachoeira e o Complexo Básico-Ultrabásico de Piên. O CGM, sobreposto ao CC, seria formado por associações de rochas gnáissicas orto e paraderivadas, contendo intercalações de mármore, rochas cálcio-silicatadas, quartzitos e anfibolitos.

O CC (*sensu* Dantas *et al.*, 1987), na região sul do estado de São Paulo e leste do Paraná, é formado pelos núcleos granulíticos de Serra Negra (Batolla Jr., 1981; Silva *et al.*, 1981) e Itatins (Sadowski, 1974), formados por rochas enderbíticas a charnoquíticas migmatíticas, por vezes associadas à gnaisses kinzigíticos e ortognaisses, e pela Seqüência Cachoeira, de natureza metavulcano-sedimentar, formada por micaxistos, magnetita xistos, xistos magnesianos, quartzitos, metacalcários e filitos. Silva (1981) interpretou esta associação como prováveis *greenstone belts*, de idade arqueana. O CGM (*sensu* Dantas *et al.*, 1987) engloba ortognaisses granodioríticos a tonalíticos migmatíticos, com intercalações de rochas supracrustais, notadamente paragnaisses e xistos aluminosos, mármore, quartzitos e anfibolitos. Esta associação,



A. Colisão da microplaca Curitiba com as áreas cratônicas à norte, subducção e geração do arco magmático na borda sul da microplaca Curitiba; B. colisão das microplacas Luís Alves e Curitiba, na porção "E" início da Orogênese Rio Doce; C. colisão entre o cinturão granitóide costeiro (batólito de Paranaguá) e a microplaca Luís Alves, Orogênese Rio Doce; D. Atual configuração da porção SE do Paraná e NE de Santa Catarina, no intervalo entre 550 e 500 Ma. Houve a colocação dos granitóides anorogênicos e das bacias molássicas (legenda na figura II.1.2).

Figura II.1.3 – Principais eventos de subducções e colisões, (segundo Basei et al., 1992).

no estado do Paraná. foi denominada de Complexo Atuba (Siga Jr., 1996; Silva *et al.*, 1998), onde ortognaisses e paragnaisses associam-se a rochas granulíticas, de composição charno-enderbítica a mangerítica (Perrota & Moraes, 1992), e Complexo Pré-Setuva (Biondi, 1983). Denominações informais também foram propostas para rochas deste complexo, como Associação Alto Jacupiranguinha (Campos Neto, 1983; Campagnoli, 1996), Gnaisses Barra do Queimado; e Gnaisses da Barra do Azeite (Silva & Algarte, 1981 a e b).

Estudos isotópicos recentes, envolvendo datações radiométricas utilizando-se de vários métodos, sugerem que as rochas granulíticas e ortognaissicas do Complexo Atuba foram formadas no Ciclo Transamazônico, com idades U/Pb concentrando-se em torno de 2.100 Ma, com importante retrabalhamento no Ciclo Brasileiro (Siga Jr., 1995). Picanço *et al.* (1998) obteve idades do Arqueano ao Neoproterozóico estudando rochas do Maciço de Itatins. Esta evolução policíclica já havia sido aventada por diversos autores, utilizando-se de métodos geocronológicos de menor valor interpretativo (Cordani & Bettencourt, 1967; Batolla Jr. *et al.*, 1977, 1981; Campagnoli, 1996).

1.3.1.2 Seqüência Turvo-Cajati / Formação Setuva / Formação Capiru

A Seqüência Turvo-Cajati, denominação informal atribuída a Silva *et al.* (1981) e Silva & Algarte (1981 a e b), constitui-se numa seqüência de rochas paraderivadas aflorantes na porção meridional do estado de São Paulo, a sul da zona de cisalhamento de Itapeúna-Cubatão e a leste da cidade de Pariquera-Açu. Esta unidade foi informalmente subdividida, por estes mesmos autores, em três subseqüências: subseqüências Cajati, Turvo-Areado e Capela do Cedro.

A "Subseqüência" Cajati, de natureza pelítica, seria constituída por (granada)

micaxistos, metassiltitos, ardósias, marmores e filitos. Associam-se ainda intercalações de rochas quartzíticas, metabásicas e metaultrabásicas. A "Subseqüência" Turvo-Areado, de característica predominantemente psamítica, seria constituída por quartzitos, metarcóseos e quartzo xistos. A "Subseqüência" Capela do Cedro, de característica clasto-química, seria formada por mármores dolomíticos e calcíticos, com intercalações de rochas cálcio-silicáticas, xistos e quartzitos.

Esta unidade, originalmente atribuída ao Grupo Açungui (Cordani *et al.* 1971; Melcher *et al.* 1971 e 1973), foi considerada de idade mais antiga, pré-brasiliana, por Silva (1978), Silva & Algarte (1981 a e b), Bistrichi *et al.* (1981), dentre outros. O metamorfismo desta seqüência varia da fácies xisto-verde a anfíbolito, localmente causando a anatexia das rochas metassedimentares (Silva & Algarte, 1981 a).

No Paraná, Bigarella & Salamuni (1956), definiram a formação Setuva, composta por paragnaisses, micaxistos aluminosos, quartzitos e quartzo xistos que afloram na Anticlinal do Setuva (Campanha, 1991). Considerada inicialmente como basal ao Grupo Açungui (Marini *et al.* 1967), foi posteriormente desmembrada deste, tendo sido considerada como embasamento do Grupo Açungui (Fuck *et al.* 1971). Ebert (1971) subdividiu a Formação Setuva em uma porção inferior, gnáissica, que considerou de idade pré-Açungui, e outra superior, ectinítica, hierarquizada como grupo. Schöll *et al.* (1980) restringiram a denominação de Formação Setuva apenas à porção ectinítica, e consideraram-na de idade pré-Açungui.

Hasui & Oliveira (1984) consideram que a Formação Setuva e a Seqüência Turvo-Cajati, formadas essencialmente por rochas metassedimentares metamorfasadas num grau mais elevado que as rochas do Grupo Açungui, compõem o denominado Complexo Setuva, pois as relações entre

estas unidades são ainda insuficientemente entendidas para proporcionar uma separação segura entre ambas. Campanha (1991) engloba a seqüência Turvo-Cajati no que denominou de Formação Setuva.

A Formação Capiru (Bigarella & Salamuni, 1956a,b, 1958a,b) corresponde a uma seqüência plataformal de águas rasas e litorâneas, com alternância de pacotes carbonáticos, psamíticos e pelíticos. Os metacalcários são predominantemente dolomíticos, maciços e silicosos, destacando-se pela presença de estromatólitos.

Fairchild (1982) descreve os estromatólitos da Formação Capiru ressaltando que as diferenças entre estes estromatólitos, e aqueles presentes na Formação Itaiacoca, favorecem a manutenção dessas unidades como distintas.

Nos diversos trabalhos que incluem estudos da Formação Capiru, os autores são praticamente unânimes quanto ao seu posicionamento restrito a sul da Falha da Lancinha. A diferenciação entre Setuva e Capiru se dá em função do grau metamórfico mais baixo para o Capiru.

Hasui *et al.* (1984a) consideram que a Formação Capiru possui estilo estrutural simples, com uma estratigrafia interna ainda em parte preservada. Posteriormente, os trabalhos de Fiori *et al.* (1987a,b,c) demonstraram que esta unidade exhibe relações de aloctonia com o embasamento, com suas unidades basais fortemente afetadas por zonas de cisalhamento de baixo ângulo (empurrões). De acordo com Fiori (1987) as denominações Setuva e Capiru são sugestivas de corresponderem mais a unidades litotectônicas do que unidades litoestratigráficas.

Yamato (1999), estudando a área tipo onde foi definida a Formação Setuva, concluiu que, na realidade, os metassedimentos são restritos e não apresentam diferenças estruturais e metamórficas substanciais dos metassedimentos da Formação Capiru. Este fato levou o autor a concluir que a Formação Setuva, em sua se-

ção tipo, representaria uma tectonofácies da Formação Capiru.

1.3.2 Domínio da Faixa Ribeira

1.3.2.1 Complexo Embu / Seqüência (Formação Perau) / Formação Água Clara

O termo Complexo Embu foi utilizado originalmente por Hasui & Sadowski (1976), correspondendo a rochas gnáissico-migmatíticas, juntamente com as rochas de grau metamórfico mais baixo (Complexo Pilar), ao qual foi atribuído uma evolução ensialica do Proterozóico Superior (Hasui *et al.* 1978a, Hasui *et al.*, 1980). Admitem esses complexos como subunidades do Grupo Açungui. Interpretam ainda as rochas migmatíticas e granitóides a sul da Falha de Cubatão como pertencentes ao Complexo Piaçaguera, possivelmente do Pré-Cambriano Médio.

Hasui *et al.* (1984d) e Bistrichi *et al.* (1981) estendem o Complexo Embu até a região do Vale do Ribeira, sendo constituído essencialmente por xistos aluminosos, xistos feldspáticos e migmatitos de paleosoma xistoso.

Coutinho (1972) descreve xistos e gnaisses da região da Grande São Paulo, denominados de Complexo Cristalino, correspondendo aos Complexo Pilar e Embu, respectivamente. Rideg (1974), em área adjacente a de Coutinho (*op. cit.*), distinguiu os complexos Suzano e Itatinga, separados pela Falha de Cubatão.

Hasui (1973) compartimentou a área entre os conjuntos São Roque e Paranapiacaba, separados pela Falha de Taxaquara, com o Grupo São Roque aparecendo a norte e o Açungui a sul. O Conjunto Paranapiacaba foi subdividido nos blocos Cotia, a norte e Juquitiba, a sul, limitados entre si pela Falha de Caucaia.

Sadowski (1974a,b) refere-se à estruturação da região da Serra de Cubatão,

definindo três conjuntos de características litológicas, estruturais e metamórficas distintas, representadas nos blocos Juquitiba, Litorâneo e Itatins.

Segundo Hasui *et al.* (1978e), o Complexo Embu estender-se-ia até o litoral. No entanto, Bistrichi *et al.* (1981) passam a atribuir às rochas que ocorrem a sul da Falha de Cubatão ao Complexo Costeiro, embora Chiodi Filho *et al.* (1983) tenham reconhecido o Complexo Paraibuna, a sul desta mesma falha e aflorando a sul do Granito Natividade.

Os xistos identificados por Sadowski (1974), a norte da Falha de Cubatão, estendem-se na região do alto curso do Rio São Lourençinho (Carneiro *et al.* 1980) e mais para sul até Juquiá (Silva & Trompette, 1982, Silva *et al.* 1979).

Dantas *et al.* (1987a,b), Teixeira *et al.* (1987) e Gimenez Filho *et al.* (1987), nas folhas Juquiá e Miracatu, denominam de Complexo Embu rochas situadas a norte dos xistos da Seqüência Miracatu

Vieira (1989) desenvolve um estudo lito-estrutural das rochas do Complexo Embu na região de Embu-Guaçu-Parelheiros, onde reconhece uma unidade de xistos rítmicos (Santa Rita), com alternância de estratos de micaxistos e quartzoxistos e também domínios de rochas cálcio-silicáticas, anfibolitos, quartzitos e mais restritamente metaultramafitos, além de uma Unidade de sericita xistos e filitos.

Theodorovicz *et al.* (1991) mapearam ampla área onde afloram os termos do Complexo Embu, no âmbito das folhas 1:50.000 Mogi das Cruzes, Mauá e Santa Isabel. Reconhecem unidades com características vulcano-sedimentares e plataformais.

Fernandes (1991), em estudos no leste do Estado de São Paulo, define para o Complexo Embu três unidades metassupracrustais denominadas de Redenção da Serra, Rio Paraibuna e Rio Una. Também reconhece o Complexo Rio Capivari, com-

posto por gnaisses e migmatitos, aflorando em núcleos, e que corresponderia ao embasamento do Complexo Embu.

Piekarz (1981) define a Seqüência Perau, considerando-a basal ao Grupo Açungui, em área constituída por rochas anteriormente atribuídas às formações Votuverava e Setuva. Considera a Seqüência Perau como do Proterozóico Médio a Superior e a formação Setuva como seu embasamento, restrita a xistos e gnaisses.

Schöll (1981) consideram a Formação Água Clara como basal no Grupo Açungui, o que é endossado por Pontes (1982), quando este redefine essa formação salientando a possibilidade do seu desenvolvimento geotectônico ter ocorrido em ciclo anterior ao do grupo, provavelmente no Proterozóico Médio. Este último autor ainda reconhece uma fácies carbonática superior e uma fácies vulcano-sedimentar basal para a referida formação.

Silva *et al.* (1982) definem a Seqüência Perau na região do Ribeirão do Perau e das minas do Perau e Água Clara, considerando-a como a porção basal do Grupo Açungui. Consideram este último indiviso, admitindo sua evolução do Proterozóico Médio a Superior, com a Seqüência Perau correspondendo aos estágios precoces do grande período deposicional subsequente, e sugerem, também, a possibilidade de terem havido sub-bacias isoladas.

Fritzsens Jr. *et al.* (1982) propõem uma nova organização para as unidades no nordeste do Estado do Paraná, onde o Grupo Setuva (Proterozóico Médio) é formado pelas formações Água Clara e Perau e o Grupo Açungui (Proterozóico Superior) pelas formações Votuverava e Capiru.

Campanha *et al.* (1985) denominam de Seqüência Serra das Andorinhas, a faixa de rochas que ocorre entre os Lineamentos Ribeira e Itapeúna, i.e. ZCT Ribeira e Cubatão. Esta unidade constitui-se basi-

camente por xistos finos, filitos, quartzo-xistos, quartzitos, anfíbolitos e mármore, destacando-se o Mármore da Serra da Bandeira (Mármore da Tapagem).

Soares (1987) atribui feições de interdigitação entre as unidades Água Clara e Perau, constituindo o que chamou de Complexo Água Clara-Perau.

As idades Pb-Pb em mineralizações singenéticas de Pb e Zn da unidade Perau evidenciaram valores entre 1,3 e 1,4 Ga. (JICA, 1982, 1983), enquanto Tassinari *et al.* (1990) atribuem para as mesmas, valores entre 1,7 e 1,5 Ga.

Fassbinder (1996) elabora estudos sobre a Formação Água Clara no contexto do Grupo Açungui, considerando-a como basal a este último e apresenta metamorfismo e deformação progressiva mais intensa que as demais unidades, concluindo também que todo o conjunto foi posteriormente seccionado por estrutura-em-flor, com base em modelo transpressivo de colisão oblíqua. Também indica, com base em isótopos de ^{18}O , que a sedimentação da Formação Água Clara é mais jovem que 1.3 Ga, e salienta que as datações Pb-Pb obtidas nas mineralizações estratiformes (tipo Perau) e veios hidrotermais (tipo Panelas ou Furnas-Lageado), podem corresponder a idade de sedimentação das seqüências as quais estão associadas, e não necessariamente a um evento de remobilização metamórfica como sugerido por Campanha *et al.* (1994) e Tassinari *et al.* (1990).

1.3.2.2 Grupo Açungui

O início do desbravamento no Vale do Ribeira, estados de São Paulo e Paraná, está ligado, segundo vários historiadores, à procura de metais, principalmente ouro e prata. As primeiras descobertas ocorreram entre 1560 e 1580 (Derby, 1878).

No final do século XIX, com as descobertas de mineralizações de chumbo e

conseqüente exploração, que ocorreu pioneiramente na mina de Furnas, despertou o interesse por empreendimentos na região e implementaram-se as atividades de lavra e pesquisa, através de entidades públicas ou particulares.

O primeiro trabalho de reconhecimento regional foi realizado por Derby (1878), que em seu relato de excursão à província do Paraná reconheceu duas séries *metamórficas*, denominando-as de *crystallina* e não *crystallina*, compostas respectivamente de *gneiss* e outras rochas semelhantes (*gneiss* graníticos, *porphyriticos* e xistosos), e por rochas *feldspáticas choríticas-griistone* envolta com *gneiss schistosos*.

Em 1916, Oliveira apresenta um quadro sinótico da geologia do Estado do Paraná, denominando de Complexo Pré-Devoniano compostos pelos *Schistos crystallinos* (*gneiss* e outros *schistos crystallinos*) e Série Assunguy (*schistos* argilosos, *calcareos* e quartzitos). Os *schistos crystallinos* aflorariam na Serra do Mar e as rochas da Série Assunguy ocorreriam principalmente a norte de Curitiba.

Oliveira (1927) apresenta um novo quadro sinótico, atribuindo idade ordoviciana à Série Assunguy e renomeando os chamados *schistos crystallinos* de Complexo *Crystallino*. Ao texto o autor anexa o "Mapa Geológico do Estado do Paraná", em escala 1:1.000.000, e datado de 1925, o primeiro documento gráfico a exibir a área de exposição do Complexo *Crystallino* e da Série Assunguy.

Nos anos subseqüentes, com a incorporação de dados e informações produzidas por diversos pesquisadores (Paiva, 1929; Moraes Rego, 1933; Leonardos, 1934; Barbosa, 1941; Barbosa & Guimarães, 1946; e Bastian, 1946) a área de exposição das rochas da Série Assunguy foi ampliada, estendendo-se para além das fronteiras paranaense rumo a São Paulo, contudo criou-se um outro problema, visto

que muito dos citados autores preferiam denominá-la de Série São Roque, seja como equivalente às rochas da região de Curitiba, ou como denominação distinta. Destacam-se os trabalhos de Carvalho & Pinto (1937), Moraes Rego & Almeida (1946) que comprovam a continuidade física entre a Série São Roque e Assungui.

Bigarella (1948) apresenta mapa simplificado com a distribuição dos xistos e das rochas calcárias da Série Assungui no Estado do Paraná, segundo faixas com orientação NE.

Maack (1953) apresenta o Mapa Geológico do Estado do Paraná, na escala 1:750.000, onde as rochas da Série Assungui (calcários e dolomitos, quartzitos, filitos e rochas gnáissicas recentes) estão com orientação nordeste, posicionados cronologicamente no *Eo-Algonquiano*, recobrando o embasamento da Era Azóica composta por granitos antigos, rochas do Complexo Brasileiro e do Complexo Cristalino.

Bigarella & Salamuni (1956a), em Estudos Preliminares da Série Açungui, trabalham em área situada entre as cidades de Rio Branco do Sul, Colombo e Bocaiúva do Sul, reconhecendo duas formações separadas por uma discordância. À mais antiga propuseram a denominação Setuva, composta por sericita quartzito, quartzitos e filitos. A Formação Setuva constituiria o núcleo de uma anticlinal com um granito pórfiro intrudido no seu núcleo com desenvolvimento de metamorfismo de contato, gerando anfibolitos, biotita xistos e rochas de textura gnáissica. Para a formação sobreposta discordantemente à Formação Setuva foi proposto o nome Capiu, composta predominantemente por camadas de quartzitos e dolomitos, e subordinadamente filitos, e restritamente por itabiritos.

Bigarella & Salamuni (1958) reconhecem uma terceira formação, além das duas já descritas (formações Setuva e Capiu) para a porção centro-leste da Série

Açungui no Estado do Paraná. Denominada de Formação Votuverava seria composta por dolomitos, filitos rítmicos, quartzitos e anfibolitos, distribuídos a noroeste da cidade de Rio Branco do Sul. Distinguiram da Formação Capiu pela qualidade das rochas calcárias (baixo teor de MgO), pela baixa ocorrência de quartzitos e pela ausência de estruturas orgânicas fósseis (algas do gênero *collenia s.p.*). Em um resumo da estratigrafia da Série Açungui, colocam em ordem cronológica da base para o topo, separadas por discordâncias as formações Setuva, Capiu e Votuverava. A Série Açungui repousaria em discordância também sobre o Complexo Cristalino.

Bigarella & Salamuni (1959) apresentam Planta geológica (provisória) de parte dos municípios de Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré e Colombo, na escala 1:50.000, com esboço das distribuições das formações Setuva, Capiu e Votuverava, e proposta estratigráfica semelhante àquela apresentada pelos pesquisadores em 1958.

Os geólogos da Comissão da Carta Geológica do Paraná, realizaram uma série de levantamentos geológicos, com produção de mapas provisórios nas escalas 1:50.000 e 1:70.000, contribuindo para o aprimoramento do conhecimento do Grupo Açungui. Estes levantamentos foram sintetizados em publicação apresentada por Marini *et al.* (1967) na qual foi apresentado um mapa com a distribuição das formações; neste trabalho o Grupo Açungui é subdividido em 4 formações dispostos da base para o topo por: 1) Formação Setuva; 2) Formação Capiu; 3) Formação Votuverava; 4) Formação Água Clara (proposição pioneira); conquanto a cartografia das formações não tenha sido apresentada individualmente nos mapas da Comissão da Carta Geológica do Paraná.

Bigarella & Salamuni (1967) propuseram a mudança da denominação Série para Grupo Açungui, por julgar mais ade-

quado, mantendo as três unidades (formações Setuva, Capiru e Votuverava) apresentadas no trabalho destes mesmos autores em 1958.

O consenso quanto a elevação a categoria de Série para Grupo propiciou a proliferação de trabalhos estratigráficos envolvendo as diferentes unidades reconhecidas na região. Diversos trabalhos efetuados no Pré-Cambriano paulista e paranaense apontam para a grande proliferação de denominações informais, muitas vezes desrespeitando o Código de Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (Petri *et al.*, 1986), onde alguns autores como Fiori (1990) reconhece 21 propostas e Fassbinder (1996) reconhece 31 propostas de colunas estratigráficas.

Fassbinder levantou alguns problemas em relação a trabalhos anteriores regionais:

- 1) constante mudança de hierarquia das unidades ou conjuntos litológicos, agrupados em torno das denominações Açungui e Setuva;
- 2) Aspecto da contemporaneidade ou sucessão sedimentar do Grupo Açungui.

A proliferação exagerada de colunas estratigráficas do Pré-Cambriano paranaense ensejou a moldura de quadro caótico, onde as mesmas unidades associadas ao evento de sedimentação do Grupo Açungui apresentam diferentes denominações e/ou posições na coluna, quando se confrontam os distintos esquemas estratigráficos, além de incongruências relativas à categoria formal de certas unidades.

Bastante complexo é estudo do ambiente de formação de rochas sedimentares que foram afetadas por metamorfismo regional, com recristalização parcial ou total dos minerais originais e obliteração de estruturas primárias. O estudo das litologias, focalizando especialmente a composição mineralógica, estruturas sedimentares preservadas, distribuição espacial dos litótipos, o ciclo tectônico correspondente

de deposição, permitem uma tentativa de interpretação das condições de sedimentação à época em que se depositaram.

Diversos autores, ao discutirem o ambiente de sedimentação do Grupo Açungui, são unânimes em admitir condições marinhas para a deposição dos estratos, embora os argumentos de que se utilizam para suas assertivas tenham essencialmente caráter sedimentológico/deposicional/paleontológico. Em outras palavras: embora sejam categóricos quanto à origem marinha desses sedimentos, são, entretanto, omissos na abordagem e descrição dos estágios de evolução que se processaram no ambiente tectônico, desde o início da abertura até o momento da efetiva sedimentação Açungui.

1.3.2.2.1 Formação Votuverava

Esta unidade, definida por Bigarella & Salamuni (1958), apresentaria como litologias típicas filitos rítmicos, quartzitos mármores e metabásicas. Apresenta área de exposição entre a Zona de Cisalhamento Lancinha-Cubatão e a Zona de Cisalhamento Morro Agudo, sendo portanto excluídos da definição original a área de exposição da seqüência Antinha (Dias e Salazar, 1987).

Fiori *et al.* (1987) e Fiori (1990) apresentam uma compartimentação estrutural para o Grupo Açungui identificando para a Formação Votuverava as seqüências litológicas, da base para o topo, Bromado, Coloninha e Saivá. A Seqüência Bromado compõem-se predominantemente de filitos quartzitos, metaconglomerados polimíticos e por filonitos. Esta seqüência foi correlacionado por Campanha (1991) à Formação Iporanga (Leonardos, 1934).

A seqüência Coloninha apresenta um conjunto litológico composto essencialmente por metarenitos, metassiltitos e metarritmitos tendo como característica marcante deposição por processos de cor-

rente de turbidez. A seqüência Saivá apresenta como litótipos principais filitos maciços a grafitosos com intercalações de mármore cinza escuro e pelitos avermelhados.

As rochas carbonáticas da Seqüência Saivá representam metacalcarenitos turbidíticos, depositados em ambiente de águas profundas. Apresentam ainda corpos de metabasitos intercalados (Silva *et al.*, 1998).

Campanha (1991) denomina de Formação Perau, a área dos conjuntos de rochas que corresponde a Formação Votuverava clássica, estendendo-a acima da Zona de Cisalhamento Ribeira, correspondendo também a Seqüência Rio das Pedras (Campos Neto 1983, Campanha *et al.*, 1985)

1.3.2.2.2 Subgrupo Lajeado/Formação Antinha

O Subgrupo Lajeado foi definido por Campanha *et al.* (1985, 1986) em proposta de subdivisão para o Grupo Açungui na região das folhas Iporanga (SG.22-X-B-V-2) e Braço (SG.22-22-X-B-VI-1), no Estado de São Paulo, tendo ainda como unidades litológicas pertencentes ao Grupo a Seqüência Rio das Pedras (Campos Neto, 1983) e Formação Iporanga (Leonardos, 1934).

O Subgrupo Lajeado é também referido como Formação Açungui III (MMAJ/JICA, 1981, 1982, 1983; Daitx *et al.*, 1983), sendo correlacionado por Campanha (1991) à Seqüência Antinha (Dias e Salazar, 1983; 1987) aflorante no Estado do Paraná. A coluna estratigráfica é composta da base para o topo pelas formações Betari, Bairro da Serra, Água Suja, Mina de Furnas, Serra da Boa Vista, Gabro de Apiaí e Formação Gortuba. Estas sete formações são alternadamente de natureza terrígena e carbonática com um corpo de intrusivas básicas no topo da seqüência, em

ambiente de plataforma rasa, porém não litorâneas (Petri & Suguio, 1969).

O padrão estrutural foi considerado por Campanha *et al.* (1985, 1986) como sendo relativamente simples, constituído por grandes dobras abertas com evidências de topo e base sempre indicando posição normal de camadas. O metamorfismo identificado é de baixo grau, zona da clorita.

As mineralizações filoneanas de chumbo do Subgrupo Lajeado apresentaram idades Pb-Pb variando de 0,8 a 1,2 Ga. (MMAJ/JICA 1982, 1983). Tassinari *et al.* (1990) atribuem pelo mesmo método idade entre 1,1 e 1,4 Ga. (com predominância entre 1,1 e 1,2 Ga.)

1.3.3 Suítes Intrusivas Granitóides

Uma proposição formal de sistematização dos granitóides paulistas foi feita por Hasui *et al.* (1978), também adotada por Bistrichi *et al.* (1981). Essa classificação divide os corpos granitóides em dois grandes conjuntos: os sintectônicos que englobam as fácies Migmatítica e Cantareira e os pós-tectônicos que incluem as fácies Graciosa, Itu e Granofírica.

Kaul (1984), nos terrenos pré-cambrianos pertinentes ao sul de São Paulo, Paraná e parte de Santa Catarina, agrupa *stocks* e pequenos batólitos de granitóides anorogênicos sob a denominação de Suíte Intrusiva Serra do Mar. Utiliza critérios petrográficos, litogeoquímicos e geocronológicos para a caracterização do magmatismo e conclui que este apresenta várias características dos granitos do tipo A de Loiselle & Wones (1979). No entanto, Kaul (1997), estudando esta mesma região, propõe a designação de granitos pós-collisionais para os corpos que integram esta suíte, cujas idades estariam concentradas em torno de 580 ± 20 Ma. Neste último trabalho, este autor também integra as informações obtidas por Oliveira *et al.*

(1987) e Oliveira (1989) para os maciços graníticos Guaraú e Mandira, presentes na área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.

Três grandes complexos granitóides posicionados segundo a direção NE-SW afloram nos terrenos pré-cambrianos a oeste da Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha, constituídos predominantemente por granitos híbridos, cálcio- alcalinos: Cunhaporanga, Três Córregos e Agudos Grandes. Diversos autores como (Trein *et al.*, 1985; Theodorovicz *et al.*, 1986,1988; Wernick *et al.* 1990; Gimenez Filho, 1993; Soares, 1987; Chiodi Filho *et al.*, 1989; entre outros) atribuem para os complexos graníticos Três Córregos (Maciço Catas Altas de Hasui *et al.* 1984b) e Cunhaporanga características de arco magmático. Os dois primeiros autores ainda salientam que este arco magmático teria evoluído sobre crosta siálica. Gimenez Filho (*op. cit*) apresenta idades Rb-Sr entre 665 e 750 Ma. para granitóides cálcio- alcalinos do Complexo Três Córregos e idades K-Ar da ordem de 560 a 590 para os corpos pós-tectônicos associados.

Campanha *et al.* (1985) identificam o Granito Barra do Braço, situado na localidade homônima, no limite oriental da Folha Braço, considerando-o como pós-tectônico.

Chiodi Filho *et al.* (1989) propuseram uma classificação genética, enquadramento geotectônico e metalogenético dos corpos granitóides do Estado do Paraná e regiões contíguas de São Paulo e Santa Catarina.

Wernick *et al.* (1990) elaboram um estudo de zoneamento magmático para os complexos granitóides Cunhaporanga e Três Córregos, baseando-se em dados litogeoquímicos e de Tipologia do Zircão, cujos resultados favorecem a interpretação tectônica elaborada por Soares (1987).

Janasi & Ulbrich (1991) agrupam os principais corpos granitóides do Proterozóico Superior, distribuídos pelos terrenos pré-cambrianos do Estado de São Paulo,

em seis conjuntos maiores de acordo com os dados disponíveis de petrografia, geoquímica, associação litológica e idades geocronológicas. Esses grupos estão representados por: associação mangerito- charnockito, batólitos cálcio- alcalinos alongados, granitóides migmatíticos, granitóides brasileiros sin- a tardi-orogênicos, tardi- a pós-orogênicos e granitóides orogênicos do tipo A. Neste último grupo os corpos são distinguidos em dois cinturões: Cinturão Serra do Mar, correspondendo aos corpos da Suíte Serra do Mar de Kaul (1984) e Cinturão Itu de Vlach *et al.* (1990), também correlato a Província Itu (Wernick *et al.* 1991)

Machiavelli *et al.* (1993) reconheceu a Suíte Granítica Rio Piên, composta por granitóides cálcio- alcalinos deformados. Esses granitóides balizam o limite sudeste do Domínio Curitiba (Siga Jr., 1995), e foram interpretados como pertencentes a raízes de um provável arco magmático do Proterozóico Superior (Machiavelli *et al.*, 1991 e 1993; Machiavelli, 1991).

1.3.4 Magmatismo Mesozóico

Aspectos tectônicos e sínteses regionais do magmatismo alcalino podem ser encontradas em Almeida (1971), Algarte (1972), Almeida & Melo (1981) e Almeida (1984).

Algarte (*op. cit.*) denominou de Fisuramento de Guapiara o denso exame de diques de diabásio, de direção geral N45W. Esta mesma estrutura foi estudada por Ferreira *et al.* (1981), onde a denominaram de Alinhamento Estrutural de Guapiara.

Gaspar (1988) realiza estudos petrográficos e de mapeamento no Complexo de Jacupiranga. Algumas referências e sínteses dos trabalhos anteriores desenvolvidos no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga estão descritas no capítulo

2 (Estratigrafia). no item correspondente a esta unidade.

1.3.5 Coberturas Fanerozóicas

Almeida (1964) aborda os sedimentos das zonas mais internas da baixada do Ribeira e seus tributários menores, anteriormente descritos por Silveira (1950, 1952) e Rich (1953, 1963). Denomina os sedimentos das regiões de Registro e Jacupiranga de Formação Jacupiranga, atribuindo idade pleistocênica.

Bigarela & Mousinho (1965) elaboraram uma seção tipo na área de ocorrência dos mesmos sedimentos referidos por Almeida (1964), denominando-os de Formação Pariquera-Açu.

Franzinelli (1970, 1971) realiza estudos sedimentológicos e geomorfológicos na área de ocorrência da Formação Pariquera-Açu, abordando aspectos de ambiente deposicional.

Petri & Suguio (1973) e Suguio & Petri (1973) realizam estudos na região lagunar entre Cananéia e Iguape, designando as areias superiores como Formação Cananéia. Admitem idade holocênica para a Formação Pariquera-Açu, porém não descartando a hipótese de uma idade pré-holocênica, como posteriormente admitida por Fúlfaro & Suguio (1974), através de correlações estratigráficas regionais.

Novos estudos acerca dos depósitos da Formação Pariquera-Açu e das formações cenozóicas do litoral sul paulista são efetuados por Suguio *et al.* (1974), Suguio & Martin (1975, 1978a,b) e Martin (1978).

Melo & Ponçano (1983) elaboram uma síntese regional sobre os sedimentos do Cenozóico Paulista.

Melo (1990) efetuou estudos sobre a Formação Pariquera-Açu e depósitos relacionados, abordando sedimentação, tectônica e geomorfogênese. Define a Formação Sete Barras que preenche o gráben homônimo e restringe a área de ocorrência

da Formação Pariquera-Açu, além de caracterizar os depósitos de cascalhos em diferentes níveis de terraços.

1.4 Modelos de Evolução Tectônica

De acordo com Campanha (1991), os modelos tectônicos já aventados para explicar a evolução geológica pré-cambriana da região abarcaram desde uma evolução geossinclinal clássica, modelos de abertura oceânica restrita e posterior colisão continental, aulacógenos, megazonas de cisalhamento dúctil arqueanas com rifteamento proterozóico e subducção de crosta oceânica com posterior colisão.

Os principais modelos evolutivos estão sintetizados em Campanha (op. cit), Fassbinder (1996) e Silva (1995). Os dois primeiros autores também propõem modelo de evolução para a Faixa Ribeira e, em todos esses trabalhos elaboram discussões e análises críticas.

São destacados os modelos propostos por Kaul (1984, 1985, 1997), Hasui *et al.* (1984a,b,c), Hasui (1986), Hasui *et al.* (1994), Campanha *et al.* (1987), Campanha (1991), Soares (1987, 1988), Basei *et al.* (1992), Siga Jr. (1995), Fassbinder (1996), para a Faixa Ribeira e/ou Domínio Costeiro, e por Porada (1979, 1989) para os cinturões Pan-Africanos/Brasilianos, Damara e Ribeira.

1.5 Trabalhos Anteriores de Mapeamento

A região contida nas folhas Jacupiranga e Rio Guarau, objeto do presente trabalho, constitui-se numa área carente em estudos geológicos básicos, embora as primeiras referências de trabalhos na região datem do final da década de 1960 e início dos anos 70.

Os trabalhos pioneiros, envolvendo mapeamento geológico-estrutural, são atribuídos a Cordani *et al.* (1971) e Melcher *et*

al. (1971 e 1973). Estes trabalhos correlacionam as rochas metassedimentares, aflorantes na região, aos metassedimentos do Grupo Açungui. Cordani & Bittencourt (1967) publicaram os primeiros dados radiométricos (datações K/Ar) para as rochas migmatíticas e graníticas da região. Posteriormente, o conhecimento geológico básico foi ampliado, principalmente devido à execução de projetos de integração geológica e mapeamento, por parte da CPRM, documentados em Algarte *et al.*, (1974) Morgental *et al.* (1975), Batolla Jr. *et al.* (1981) e Silva *et al.* (1981). Estes trabalhos, embora tenham promovido uma organização regional das grandes unidades, não propuseram alternativas de correlação entre as mesmas. Essas foram apresentadas posteriormente por Silva (1981) e Silva & Algarte (1981 a e b), que definiram, informalmente, a Seqüência Turvo-Cajati, composta pelos metassedimentos aflorantes na região extremo sul do estado de São

Paulo, entre o Rio Pardo, a Falha de Cubatão e o Rio Ribeira de Iguape (a leste da cidade de Pariquera-Açu). Os referidos autores consideraram esta unidade como tendo idade pré-Açungui.

Posteriormente foram desenvolvidos trabalhos de mapeamento específicos e locais, ligados à atividade acadêmica, como Campos Neto (1983) e Campagnoli (1996), que mapearam a extremidade ocidental da Folha Rio Guaraú. Gaspar (1988), que estudou em detalhe o Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, Oliveira *et al.* (1987) e Oliveira (1989) que desenvolveram estudos petrogenéticos e faciologicos nos maciços graníticos Guaraú e Mandira, e Mello (1990) que caracterizou os depósitos cenozóicos relacionados à Formação Pariquera-Açu.

Na figura II.1.4 estão representadas as áreas dos trabalhos anteriores de mapeamento, efetuados no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.

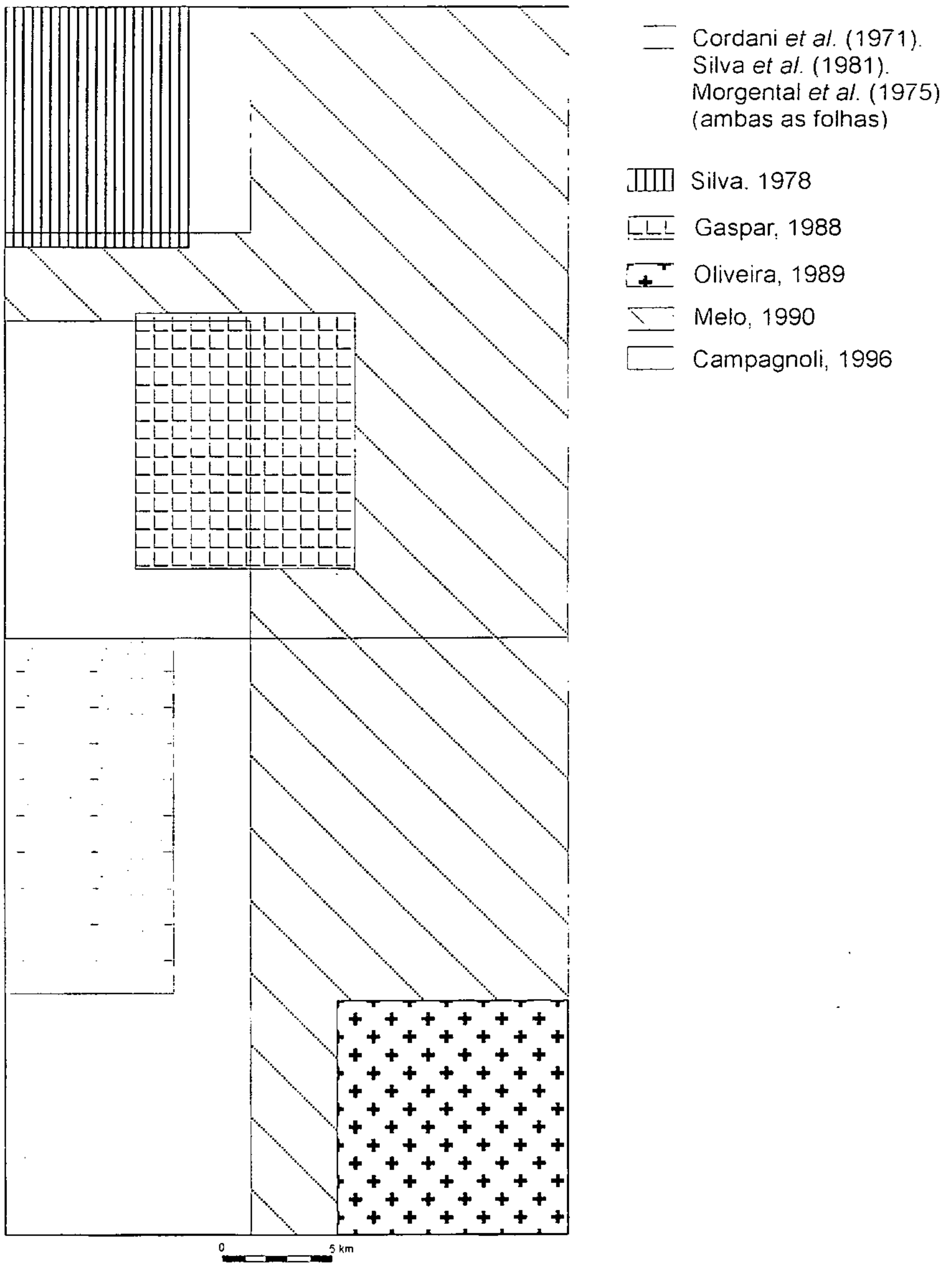


Figura II.1.4 Trabalhos anteriores de mapeamento efetuados nas folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.

2

Estratigrafia

2.1 Coluna Litoestratigráfica

Conforme já mencionado na síntese geológica regional, as unidades mais antigas presentes na área em estudo referem-se ao Complexo Serra Negra e a Sequência Cachoeira, cuja evolução inicial remonta ao Arqueano.

As subunidades reunidas no Complexo Gnáissico-Migmatítico apresentam complexidade tectônica que dificulta um melhor estabelecimento das relações entre as mesmas. Não obstante tenha sido efetuada datação radiométrica U-Pb em zircões da unidade dos Ortognaisses Porfiroclásticos, confirmando a geração dessas rochas no Paleoproterozóico, não se exclui a possibilidade de que parte dos domínios dos Ortognaisses Bandados, sobretudo as faixas posicionadas na porção sul e oriental da Folha Rio Guarau, possam ostentar idades arqueanas, principalmente os termos que hospedam lentes de rochas ultrabásicas. Todavia, baseando-se nos diferentes aspectos texturais e composicionais, é presumível que a seguinte ordenação estratigráfica (dos termos ortoderivados

mais antigos para os mais jovens) seja mais adequada: Ortognaisses Bandados - Ortognaisses Porfiroclásticos – Granitóides Foliados. Os principais eventos deformacionais impressos em todas essas subunidades também são remetidos ao Paleoproterozóico.

As rochas supracrustais do Complexo Turvo-Cajati têm por embasamento os ortognaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico e foram tentativamente posicionadas no Paleoproterozóico, embora tenha-se evidenciado importante retrabalhamento no Neoproterozóico, que se encontra representado pelo Gnaisse Itapeúna e migmatitos associados, de acordo com resultados geocronológicos U-Pb em zircões obtidos no presente trabalho. Na coluna apresentada, preferiu-se manter o Gnaisse Itapeúna ao lado das unidades do Complexo Turvo-Cajati, reforçando sua vinculação genética às deste último, em termos de protólitos.

São atribuídas idades neoproterozóicas para as rochas do Complexo Embu e Grupo Açungui (Formação Votuverava), relacionadas com os principais eventos de

metamorfismo e deformação dessas unidades, embora as idades de sedimentação sejam consideradas distintas (Mesoproterozóico / início do Neoproterozóico), com base na correlação estratigráfica entre o Complexo Embu e Seqüência/Formação Perau, esta última com idades Pb-Pb em galenas mais antigas que as do Subgrupo Lageado (Grupo Açungui).

O próximo evento tectono-estratigráfico refere-se à colocação de corpos granitóides foliados, de afinidade cálcio-alcalina (Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha), sucedido pelos granitóides alcalinos/peralcalinos pós-colisionais, do tipo A, relacionados à Suíte Intrusiva Serra do Mar (Kaul, 1984). Este magmatismo, caracteristicamente apresenta idade neoproterozóica, com valores concentrando-se em torno de 580 ± 20 Ma. (Kaul, 1997).

Embora caracterizados em folhas contíguas as da área em estudo, não foram reconhecidos corpos granitóides cálcio-alcalinos relacionados ao Domínio Paranaquá (Siga Jr., 1995) e rochas da Formação Quatis (Campanha *et al.*, 1985).

Todas as unidades são cortadas por rochas intrusivas básicas e/ou ultramáfico-alcalinas de idade mesozóica, respectivamente representadas por diques básicos e pela intrusão do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, com idade atribuída ao Cretáceo Inferior (Neocomiano).

Completam o quadro estratigráfico, os Depósitos Cenozóicos, incluindo terraços de cascalhos de idade terciário-quadernária e coberturas quadernárias representadas por depósitos aluvionares continentais, marinhos, e depósitos coluvionares de tálus. No que se refere aos terraços de cascalhos, adota-se aqui a proposição de Melo (1990), que os relaciona, porém não lhes atribui a designação de Formação Pariquera-Açu.

As figuras II.2.1a e II.2.1b mostram as colunas litoestratigráficas propostas, respectivamente para a área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.

2.2 Domínio Costeiro

No âmbito da área deste trabalho, corresponde a área de distribuição dos conjuntos litológicos pertencentes aos complexos Serra Negra, Gnáissico-Migmatítico e Turvo-Cajati, além da Seqüência Cachoeira. Todas estas unidades estão exclusivamente posicionadas a sul da Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha, através da qual, o domínio em pauta é separado do Domínio Ribeira que ocorre a norte deste importante limite tectono-estratigráfico.

Em termos geográficos, as demais unidades como o Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, os Granitóides Pós-Colisionais, as relacionadas com o Magmatismo Mesozóico e os Depósitos Cenozóicos, os dois últimos contextos presentes em ambos domínios citados, serão descritas à parte, de forma independente, pois têm posicionamento estratigráfico caracteristicamente distinto.

2.2.1 Complexo Serra Negra

Na porção sudoeste da Folha Rio Guaraú, mais precisamente na região das cabeceiras dos rios Jacupiranguinha e Barreiro, aflora parte desta unidade constituindo domínio litológico característico, com profunda alteração das rochas e desenvolvimento de solos argilosos de cor escura, ricos em matéria orgânica, associando inclusive vegetação de mata atlântica peculiar. Essas feições condicionam típica paisagem geomorfológica, exibindo relevo arrasado, situado acima da cota 700 m, com pequena amplitude local, sobretudo no extremo sudoeste da folha, estendendo-se em direção às folhas Serra Negra e Rio Turvo. Conforme já mencionado, corresponde ao domínio geomorfológico do Planalto Alto Turvo (Ponçano *et al.*, 1981). Na porção adjacente a norte das serras do

UNIDADES		LITÓTIPOS	LITOAMBIENCIA	METALOGENIA	
DEPOSITOS CENOZOICOS					
CENOZOICO	QUATERNARIO Holoceno	Cha	depositos de planicies aluvionares incluindo areias, argilas e cascalhos inconsolidados	Au	
	TERC	TQci	terraços de cascalhos de nivel intermediário		
		TQcs	terraços de cascalhos de nivel superior		
MAGMATISMO MESOZOICO					
MESOZOICO	CRETACEO	Kz.jsx	dunitos e raros wehrilitos - d; magnetita clinopiroxenitos/melteigitos - p; magnetita clinopiroxenitos, nefelina (flogopita) clinopiroxenitos, melteigitos - np; ijolitos - i; carbonatitos - c; álcali-sienitos, sienitos, monzonitos, gabros, dioritos - s olivina monzonitos - om fenitos sieníticos - f silexitos (possíveis dunitos) - sx Intrusão Barro Branco - biotita-olivina gabros pegmatóides c/ hornblenda - g, piroxenitos?	MAGMATISMO BÁSICO ULTRABÁSICO E ALCALINO CONTINENTAL DISTENSIONAL	P, Fe, Ni
		Kz.jf			
		Kz.jom			
		Kz.js			
		Kz.jc			
		Kz.ji			
		Kz.jnp			
		Kz.jp			
		Kz.jd			
		Kz.jbg			
		Kz.d	diques alcalinos		Os-Ir ?
		Kz.jl	diques de flogopita-olivina augita lamprófiros		Os-Ir, Au ?
		Kz.jd	diques de diabásio, gabro e diorito		-
NEOPROTEROZOICO	ROCHAS GRANÍTICAS				
	Nzv	Granito Votupoca - biotita sienogranitos róseos, equigranulares de granulação média, isótopos	GRANITÓIDES SUBALCALINOS A ALCALINOS, PÓS-COLISIONAIS, TIPO A	Sn, W, Mo, F, Nb	
	Nyb	Granito Barra do Braço - biotita sienogranitos róseos, equigranulares a porfiríticos, isótopos			
	GRUPO AÇUNGUI - FORMAÇÃO VOTUVERAVA				
	Navf	filitos diversos, metarrilitos, metassilitos, cálcio-filitos, filitos carbonosos, quartzo filitos	MARINHO DE ÁGUAS PROFUNDAS BACIA DE MARGEM ATIVA, COMPLEXO DE SUBDUÇÃO	Au, Ag	
	Navl	metabasitos incluindo hornblenda-actinolita-tremolita anfibolitos com quartzo			
	COMPLEXO EMBU				
	Nemx	micaxistos diversos incluindo (granada)-biotita-muscovita-quartzo xistos, por vezes bandados, ritmicos, localmente com sillimanita, cálcio-xistos e filonitos	MARINHO PLATAFORMAL BACIA DE MARGEM PASSIVA DIVERGENTE	-	
	Neqx	quartzitos, quartzo xistos e quartzo filitos			
	Neq	quartzitos e metarenitos			
Nemc	metamargas e rochas cálcio-silicáticas maciças a bandadas				
Nesx	sericita xistos carbonosos				
Nejl	anfibolitos, quartzo-anfibolitos c/ turmalina	MORB			
PALEOPROTEROZOICO	COMPLEXO TURVO-CAJATI				
	GNAISSE ITAPEUNA				
	Ptcgi	biotita gnaisse de composição granodiorítica a granítica, heterogêneos, migmatíticos, com abundantes enclaves de rochas cálcio-silicáticas (tremolitos e diopsiditos) e mármore, localmente hornblenda-biotita gnaisses	GRANITÓIDE ANATÉTICO, SINCOLISIONAL, TIPO S		
	Ptcmx	micaxistos diversos incluindo cálcio-xistos por vezes bandados, (estauroлита)-sillimanita-granada-muscovita-biotita-quartzo xistos, quartzo micaxistos, localmente metarcóseos, metagrauvas, sericita filitos e raros gonditos.			
	Ptcq	quartzitos	MARINHO PLATAFORMAL BACIA DE MARGEM PASSIVA ?		
	Ptcpm	granada paragnaisses e migmatitos paraderivados, localmente formando turmalina-leucogranitos, migmatitos com inclusões de rochas cálcio-silicáticas e mármore dolomíticos			
Ptcc	rochas cálcio-silicáticas gnaissicas com diopsídio, tremolita e hornblenda (paranfibolitos)				

Figura II.2.1a - Coluna Litoestratigráfica Proposta para a Área da Folha Jacupiranga

UNIDADES		LITÓTIPOS	LITOAMBIÊNCIA	METALOGENIA	
DEPÓSITOS CENOZÓICOS					
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO holoceno	Qhc	depósitos coluvionares de talus	CONTINENTAL	
		Qha	depósitos aluvionares incluindo areias, argilas e cascalhos inconsolidados		
		Qhm	Depósitos Marinhos - areias, argilas - m e depósitos de mangue - mg	MARINHO/TRANSICIONAL	
		Qhmg			
MAGMATISMO MESOZÓICO					
MESOZÓICO	CRETÁCEO	Kβi	diques de olivina-augita lamprófiros	MAGMATISMO BÁSICO CONTINENTAL	Os-Ir, Au ?
		Kβd	diques de diabásio, localmente ultramáficos (websteritos)	DISTENSIONAL	—
ROCHAS GRANÍTICAS					
NEOPROTEROZÓICO	Nγd	diques ácidos, riólitos, granófiros	GRANITÓIDES ALCALINOS A PERALCALINOS, POS-COLISIONAIS, TIPO A	Sn, W, Mo, F, Cu, Pb, Zn	
	Nγm	MACIÇO GRANÍTICO MANDIRA Unidade Mandira - m riebeckita álcali-granitos cinza-claros, raramente róseos, creme ou cinza escuros, granulação média a fina, isotropos			
	Nγm1	Unidade Mandira 1 - m1 biotita sienogranitos e biotita álcali granitos róseos, cinza rosados ou cinza-claros, isotropos, inequigranulares, localmente rapakivi e granofíricos			
	Nγma	Unidade Acaraú - ma hastingsita álcali-granitos cinza-esverdeados, isotropos			
	Nγgd	MACIÇO GRANÍTICO GUARAÚ Unidade Desemboque - gd biotita sienogranitos cinza claros a róseos e esbranquiçados, equigranulares de granulação média, localmente porfiríticos, isotropos			
	Nγga	Unidade Azeite - ga biotita álcali-granitos róseos, equigranulares médios a grosseiros, isotropos			
	Nγaj	GRANITO GNAISSE ALTO JACUPIRANGUINHA biotita monzogranitos gnaissificados, de coloração rósea a acinzentada, porfiroclásticos			GRANITÓIDE CÁLCIO-ALCALINO PRÉ- A SINCOLISIONAL, TIPO I
COMPLEXO TURVO-CAJATI					
PALEOPROTEROZÓICO	Ptcmx	micaxistos diversos incluindo quartzo micaxistos, (andaluzita)-(cianita)-(estaurólita)-sillimanita-granada-muscovita-biotita-quartzo xistos, em geral feldspáticos, localmente migmatíticos e carbonáticos (cálcio-xistos) com metagrauvas subordinadas	MARINHO PLATAFORMAL BACIA DE MARGEM PASSIVA ?	—	
	Ptcq	quartzitos			
	Ptcmd	mármore dolomíticos puros a impuros, de cor branca eventualmente contendo diopsídio e flogopita			
	Ptcpm	paragnaisses e migmatitos paradervados, localmente com turmalina- leucogranitos pegmatóides, migmatitos com inclusões de rochas cálcio-silicáticas e mármore dolomíticos - m; e migmatitos oclares - mo			
	Ptcpmo				
	COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO				
	Pgmγf	granitóides foliados - biotita granitos homogêneos, foliados, leucocráticos, de coloração rósea a cinza-esbranquiçada, composição monzogranítica	COMPLEXO ORTOMETAMÓRFICO CÁLCIO-ALCALINO	—	
	Pgmop	ortognaisses porfiroclásticos - biotita gnaisses de composição granítica, com porfiroclastos oclares de feldspato potássico róseo (augen gnaisses)		—	
	Pgmob	ortognaisses bandados - hornblenda-biotita gnaisses tonalíticos a graníticos, mesocráticos a leucocráticos, com freqüentes budins anfibolíticos e ultrabásicos		talco	
	SEQUÊNCIA CACHOEIRA				
ARQUEANO	Acf	filitos, cálcio-filitos, sericita filitos carbonosos - f	GREENSTONE BELT ?	Au	
	Acq	quartzitos, fuchsite quartzitos? - q			
	COMPLEXO SERRA NEGRA				
	Asnat	SUITE GABRO-ANORTOSÍTICA ALTO TURVO	COMPLEXO IGNEO	Fe, Ti, V, Au	
		metagabros e metanortositos subordinados			

Figura II.2.1b - Coluna Litoestratigráfica Proposta para a Área da Folha Rio Guaraú

Cadeado e Braço Feio, ao longo da Rodovia BR-116, ocorrem boas exposições, embora não raro sejam observados freqüentes escorregamentos nos taludes desta rodovia, causados pela instabilidade do material. É provável que a melhor preservação das rochas desta última região se deva ao condicionamento geomorfológico causado pela intrusão do Granito Guarau.

Na área deste trabalho, as litologias da unidade em pauta incluem predominantemente rochas básicas representadas por metagabros com eventuais bandas metanortosíticas. Estes litótipos foram incluídos na aqui designada Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo. Todo o conjunto apresenta deformação de alto ângulo, mais acentuada junto às bordas e diminuindo de intensidade a medida em que se caminha para o interior da unidade, onde com certa freqüência podem ser recuperadas texturas e estruturas ígneas primárias. O metamorfismo hoje impresso revela ser de baixo grau, fácies xistos verdes.

Campos Neto (1983b) e Campagnoli (1996) atribuíram a designação "Associação de Rochas Verdes" para os termos desta unidade, tratando-se dos mesmos litótipos cartografados no contexto em pauta. Todavia não foram correlacionados com as rochas do Complexo Serra Negra. O primeiro autor assinala que esta associação é sobreposta por um metaparaconglomerado oligomítico verde, com espessura de 35 m, contendo seixos e grânulos ocelares de quartzo, dentro de uma matriz a clorita e sericita. No entanto, esta ocorrência não foi confirmada no âmbito do presente trabalho.

Penha (1987), reconheceu uma suíte gabro-anortosítica e litologias ultrabásicas durante trabalho de pesquisa de ouro aluvionar na região do rio Pederneiras, situado na porção a leste do contato com o Maciço Granítico Alto Turvo. Provavelmente essas litologias estão relacionadas com a unidade ora descrita.

Devido à restrita faixa de exposição na área em estudo, não se pôde confirmar relações com os domínios das rochas charno-enderbíticas do Complexo Serra Negra, que ocorrem adjacentes a esta região, caracterizadas por Basumalick *et al.* (1969) e Batolla Jr. *et al.* (1977), muito embora presume-se que tais relações possam existir. Assim, preferiu-se denominar parte da unidade ora em questão sob a designação de Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo, incluindo-a no Complexo Serra Negra, assim designado por Silva *et al.* (1981).

Na região do alto Rio Barreiro, localmente denominada de "Campo do Veiu-do" também foram observados possíveis restos de metassedimentos, sobrepostos a este complexo, os quais podem estar provavelmente relacionados à Seqüência Cachoeira.

As assinaturas aerogeofísicas caracteristicamente revelam baixíssimos valores radiométricos, sobretudo nos domínios das rochas básicas. Dadas as precárias condições de acesso e a inexpressiva ocorrência de bons afloramentos, as interpretações aerogeofísicas realizadas neste trabalho constituíram-se em excelente ferramenta não só para auxiliar a cartografia geológica das unidades, bem como assinalar alvos favoráveis à prospecção mineral, baseando-se nos mapas aeromagnetométricos, onde constatou-se a presença de dipolo magnético isolado. Vale ressaltar que depósitos de Fe-Ti e V têm possibilidade de ocorrer associados a estas litologias (anortositos) freqüentemente associados com anomalias magnéticas.

As características das litologias cartografadas no contexto em apreço indicam tratar-se de um expressivo complexo ígneo. A presença de anortositos, embora essas litologias tenham caráter enigmático no tocante aos aspectos petrogenéticos, pode ser indicativa de processos de distensão crustal. Ressalte-se que se trata de uma região que merece estudos mais de-

talhados, sobretudo no contexto das folhas Rio Turvo e Serra Negra, onde o complexo em pauta aflora com maior expressão. Uma caracterização mais pormenorizada desta unidade certamente trará importantes implicações geotectônicas e metalogenéticas.

Conforme proposição de Silva (1981) pode representar contexto de rochas de infra-estrutura, de idade arqueana. Datações K-Ar em feldspato de rochas charnoquitóides, efetuadas por Batolla Jr. *et al.* (1977) apontaram idades de 2.530 ± 68 Ma. e 2.713 ± 230 Ma.

Aventa-se a possibilidade de correlação entre parte dos domínios do Complexo Serra Negra (Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo) com as rochas do Complexo Máfico-Ultramáfico de Piên, no entanto são necessários estudos adicionais para se confirmar tal hipótese. De outro modo, parece plausível que os domínios de rochas charno-enderbíticas do Complexo Serra Negra, não identificados, porém situados muito próximos à área deste trabalho, sejam amplamente correlatos aos que ocorrem no Complexo Itatins e nas demais áreas afins posicionadas no âmbito do terreno cratônico Luís Alves.

2.2.1.1 Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo (Asnat)

2.2.1.1.1 Metagabros e Metanortositos

Constituem conjunto litológico predominante nesta porção do complexo, ocupando uma área de aproximadamente 22 Km², situada na porção sudoeste da Folha Rio Guaraú. Trata-se da unidade litológica responsável pelas características de relevo e solos, conforme já mencionadas no item anterior.

Os contatos com as rochas da Sequência Cachoeira são realizados através de expressiva zona de cisalhamento transcorrente sinistral, com direção aproximada norte-sul, que pode ser observada em ima-

gem de radar (ver canto sudoeste da figura I.1.5). Já a norte, os contatos são concordantes com o Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, dados segundo a direção NE-SW. Toda a parte leste desta unidade é condicionada por contatos bruscos, de natureza intrusiva, relacionados com a intrusão do Granito Guaraú.

Compreende termos genericamente designados de metagabros, incluindo hornblenda metagabros em geral pouco metamorfizados de coloração esverdeada a cinza escura, via de regra contendo pontuações de sulfetos (pirita, arsenopirita). A granulação é variável, de média a grossa, localmente pegmatóide. Não raro, nota-se presença de quartzo, eventualmente exibindo coloração azulada. Apresentam heterogeneidade composicional e deformacional, por vezes enquadrando-se como biotita-hornblenda gnaisses tonalíticos, semelhantes à seqüências TTG.

Em alguns afloramentos foram observadas notáveis estruturas S-C sinistrais (ver Apêndice 2, foto1), interpretadas como possíveis zonas de cisalhamento distensionais, indicativas de bloco baixo para sudoeste.

No tocante aos aspectos mesoscópicos, uma amostra de metagabro coletada no ponto AY-137, revelou rocha de coloração cinza escura esverdeada, granulação fina a média, isótropa e, com certa frequência, cortada por fraturas de direções diversas preenchidas ou não por quartzo e epidoto. Ao microscópio exhibe textura subofítica reliquiar (blasto subofítica) e localmente ofítica reliquiar (blasto ofítica). Trata-se de uma rocha inequigranular predominando cristais com tamanhos inferiores a 4 mm. A composição mineralógica básica estimada inclui: anfibólio ($\pm 60\%$), plagioclásio+epidoto ($\pm 30\%$), quartzo ($\pm 6\%$), opacos ($\pm 4\%$), e traços de titanita, clorita, sericita e apatita.

As relações mineralógicas mostram dois tipos de anfibólios. O primeiro refere-

se ao anfíbólio de origem ígnea (oxi hornblenda) parcialmente preservado pelo metamorfismo. É fortemente pleocróica com pleocroísmo variando de marrom acastanhado a castanho amarelado ($\alpha \cong \beta \cong \gamma$). São cristais subedrais a anedrais relativamente ricos em finos cristais de opacos, estão isolados ou mesmo em núcleos de anfíbólio verde. O segundo tipo é o anfíbólio metamórfico que apresenta um zoneamento composicional marcante, com bordas de hornblenda verde azulada fortemente pleocróica e núcleo predominando a actinolita e/ou hornblenda actinolítica verde oliva clara, fraca a moderadamente pleocróica. São cristais subedrais, prismáticos e às vezes com terminações fibrosas e com raros cristais de clorita associados.

Plagioclásio: cristais subedrais inequigranulares com graus variados de saussuritização, predominando os altamente saussuritizados. No entanto, em cristais mais límpidos é possível a identificação de labradorita e também outros zonados com núcleos mais cálcicos e bordas mais sódicas.

Epídoto: cristais bem formados ou não, preenchendo fraturas ou associados ao plagioclásio juntamente com a sericita como produto de saussuritização.

Os opacos são encontrados como finos grãos associados a cristais de anfíbólio castanho, principalmente quando estão transformando-se em anfíbólio verde. Ocorrem também outros opacos anedrais dispersos.

O quartzo é anedral disperso ou associado ao anfíbólio ou preenchendo fraturas. A apatita é acicular incolor esverdeada dispersa e a titanita ocorre associada aos opacos.

Foi classificado como meta hornblenda gabro. Possivelmente pertence a um corpo intrusivo (gabro) de composição ígnea original a base de piroxênio, hornblenda castanha (oxi hornblenda) e plagioclásio que sofreu transformação meta-

mórfica a temperatura próxima a 450-550°C.

No ponto CL-335, observou-se anfíbolitos bastante cisalhados, localmente mineralizados com sulfetos, ao lado de metagabros/epídoto anfíbolitos. Neste local, a rocha exibe coloração cinza escura esverdeada, granulação fina com foliação bem desenvolvida. Encontra-se rica em sulfetos dispostos em porções descontínuas irregulares, submilimétricas a milimétricas e alongadas segundo a foliação. Com freqüência são observadas fraturas contínuas e outras descontínuas, preenchidas ou não por um material muito fino esverdeado ou esbranquiçado. Ao microscópio evidencia textura nematoblástica, localmente poiquiloblástica. A composição inclui hornblenda ($\pm 79\%$), epídoto ($\pm 10\%$), opacos ($\pm 6\%$), albita ($\pm 2\%$), com proporções menores de quartzo, clorita e titanita.

A hornblenda encontra-se como finos cristais subedrais, com forte extinção ondulante e orientação segundo uma direção preferencial. Possui pleocroísmo fraco a moderado variando de amarelo pálido em α , verde oliva claro em β e azul em γ , sugerindo tratar-se de Fe-actinolita sódica.

O epídoto é representado por grãos anedrais dispersos ou preenchendo fraturas, exibindo geralmente tamanhos próximos a 0.2 - 0.5mm.

Os opacos correspondem, em parte, aos sulfetos identificados na macroscopia. São cristais anedrais fortemente corroídos com tamanhos em torno de 0.5 - 1.0mm e estão orientados segundo a foliação da rocha. Possuem, às vezes, titanita associadas em suas fraturas (ilmenita?).

A albita ocorre em cristais submilimétricos subedrais com aspecto "sujo", orientados segundo a foliação da rocha. A clorita e o quartzo estão dispersos ou associados a fraturas e a titanita encontra-se em bordas e/ou em microfraturas de opacos ou em fraturas maiores, juntamente com epídoto, quartzo e clorita.

Foi classificado como anfibólio xisto mineralizado a sulfetos. Trata-se de uma rocha que esteve submetida ao metamorfismo da fácies xisto verde alto com retro-metamorfismo da fácies xisto verde baixo (clorita + epídoto + titanita + quartzo), aparentando ter um enriquecimento em sódio em função da hornblenda exibir birrefringência baixa, pleocroísmo fraco a moderado, variando de amarelo pálido em α , verde oliva clara em β e azul em γ . Os epídoto anfibólitos cisalhados (metagabro cisalhado) que ocorrem no mesmo afloramento, caracterizam-se petrograficamente por rocha de composição basáltica plutônica que esteve submetida a deformação plástica por volta de 600-650°C, ocasionando o processo de anfibolitização com restos de hornblenda ígnea ainda parcialmente preservada em núcleos de hornblenda metamórfica. A deformação originou cristais com extinção ondulante, neomineralização e recristalização, provocando a redução em sua granulação. A deformação esteve presente até temperaturas inferiores a 450°C, tendendo a recalibrar a rocha como processo retrometamórfico da fácies xisto verde baixo, com a associação clorita + epídoto + quartzo.

Os metanortositos constituem litologias subordinadas aos metagabros, ocorrendo sob a forma de bandas métricas a decamétricas, ou bolsões pegmatóides (plagioclasitos) exibindo coloração branca, podendo inclusive serem facilmente confundidos com rochas carbonáticas. Localmente, nessas bandas foram observados anortositos puros ao lado de porções que, embora alteradas, apresentam possíveis texturas ígneas reliquias, com aspecto de "pele de leopardo" interpretadas como cumulados (foto 2), e ainda bandas melanocráticas a ultramelanocráticas com proporções variáveis de plagioclásio e minerais máficos. O grau de deformação também é variável, ocorrendo desde termos isótropos a intensamente deformados, lo-

calmente exibindo "fishes" de anfibólitos. Todos estes termos são fortemente vulneráveis a ação intempérica.

Uma notável ocorrência de metanortositos foi registrada em cortes da rodovia BR-116, no ponto CL-138. Neste local, a rocha exibe coloração esbranquiçada a cinza clara, granulação média com pontuações verde escura submilimétrica a milimétrica dispersas. É isótropa e apresenta com freqüência fraturas de direções aleatórias preenchidas por opacos, epídoto e quartzo. Constitui uma banda decamétrica intercalada nos metagabros.

Ao microscópio, apresenta textura granoblástica poiquiloblástica, inequigranular com cristais de dimensões inferiores a 3 - 4 mm. A composição mineralógica inclui plagioclásio + epídoto (62 - 80%), quartzo (3 - 10%), clorita (4 - 10%), opacos ($\pm 3\%$), titanita ($\pm 1\%$) e traços de apatita e filossilicatos finos. Algumas amostras evidenciam presença de hornblenda verde e tremolita-actinolita.

As relações mineralógicas mostram que o plagioclásio encontra-se altamente epidotizado onde se nota uma maior quantidade da massa de epídoto em relação ao plagioclásio. São identificados cristais subbedrais sendo possível, em alguns casos, ainda se distinguir maclas de albita, porém de difícil identificação óptica devendo ter possuído composição cálcica, talvez andesina cálcica ou labradorita. Encontram-se associados raros filossilicatos finos incolores de birrefringência baixa e com relevo menor que do epídoto, provavelmente cálcicos, também como produto de alteração metamórfica.

Os cristais de quartzo são anedrais inequigranulares, sendo que a maior parte deve-se a sobra de sílica da reação de epidotização do plagioclásio, estando disseminados com características intersticiais, em agregados milimétricos e também preenchendo fraturas com opacos e epídoto. A clorita ocorre como finos cristais de colora-

ção verde clara que estão ora dispersos ora em agregados irregulares milimétricos juntamente com grãos de titanita. São observados também finos grãos de opacos dispersos e em fraturas e apatita acicular dispersas.

Foi classificada como metanortosito, representando uma rocha ortoderivada possivelmente plutônica que esteve submetida ao metamorfismo de fácies xisto verde zona da biotita ou granada.

Análises químicas por fluorescência de raios-X, efetuadas em amostras representativas de metagabros e metanortositos, revelaram os resultados assinalados na Tabela II.2.1.

Tabela II.2.1 - Resultados analíticos de metagabros e metanortositos do Complexo Serra Negra.

Amostra	AY-137	CL-138
Litologia	Metagabro	Metanortosito
SiO ₂	46,95	50,60
TiO ₂	0,96	0,38
Al ₂ O ₃	13,61	25,30
Fe ₂ O ₃	14,36	3,19
MnO	0,21	0,04
MgO	8,62	1,85
CaO	10,11	13,16
Na ₂ O	2,04	3,30
K ₂ O	1,27	0,30
P ₂ O ₅	0,17	0,02
LOI		
Cu	20	5
Ce	19	8
Cr	310	154
La	10	6
Nb	8	8
Ni	140	24
Rb	26	9
Sr	211	632
Ba	408	110
Y	27	9
Zn	102	19
Zr	126	46

De acordo com os estudos realizados verifica-se que este conjunto litológico apresenta nítido protólito ígneo, provavelmente constituído de gabros, noritos, tonalitos e anortositos, ou ainda rochas charnoquitóides. Não se deve excluir a hipótese de que em parte possam representar porções de granulitos básicos hoje retro-metamorfisados, que perderam a textura granulítica típica, considerando-se a proximidade com as rochas charnoenderbíticas do Complexo Serra Negra, conforme já assinalado por Silva (1981).

Conforme já mencionado, as assinaturas aeroradiométricas mostram valores bastante baixos, permitindo concluir que tais litologias são francamente empobrecidas em radioelementos. Os mapas aeromagnéticos demonstram que esta unidade é fracamente magnética, embora a forte anomalia dipolar isolada que ocorre neste contexto possa indicar concentração de minerais magnéticos como magnetita e ilmenita, que podem estar associados a corpos de composição anortosítica.

2.2.2 Seqüência Cachoeira

Esta unidade, assim designada por Silva *et al.* (1981) e Silva (1981), constitui uma seqüência metavulcano-sedimentar distribuindo-se numa faixa alongada segundo direção NE-SW com cerca de 4 km de largura, aflorando numa área de aproximadamente 32 Km² no âmbito da porção sul-sudoeste da Folha Rio Guaraú. É limitada a sul e sudeste pelos ortognaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico, a oeste com as rochas do Complexo Serra Negra, a nordeste com metassedimentos do Complexo Turvo-Cajati, e a norte pela intrusão do Granito Guaraú, no extremo sul da Serra do Cadeado. A referida faixa extrapola os limites da folha a sudoeste, prosseguindo em direção às folhas Ariri e Serra Negra.

Embora em campo não se tenha caracterizado os contatos, a presente unida-

de encontra-se francamente condicionada segundo notável zona de cisalhamento transcorrente sinistral, como pôde ser observado nos trabalhos de fotointerpretação e na imagem de radar (canto sudoeste da figura 1.1.5). Portanto, excetuando-se os contatos notadamente intrusivos balizados pelo Granito Guarau, os demais são de natureza tectônica.

A região de ocorrência das rochas da Seqüência Cachoeira é de difícil acesso, sendo que para melhor reconhecimento e caracterização cartográfica, faz-se necessária implantação de infra-estrutura baseada em acampamentos, dadas as condições de relevos agrestes e intensa cobertura de mata tropical atlântica.

É provável que se trate de uma seqüência metavulcano-sedimentar arqueana, concordando-se com a proposição Silva (1981), que a interpreta como provável bacia linear preenchida por vulcânicas e sedimentos, remanescente de um *greenstone belt*. Considera-se também a possibilidade de que parte dos ortognaisses que a circundam possam ser interpretados como de protólitos atribuídos a terrenos do tipo *granite-greenstone* arqueanos, em parte retrabalhados, tal como os domínios dos ortognaisses que contêm abundantes mineralizações de talco e as rochas do Complexo Serra Negra, ambos constituindo seu embasamento.

Em termos de correlação estratigráfica, parece não haver unidade similar a qual possa ser correlacionada no âmbito do Domínio Costeiro. Ressalte-se que as rochas cartografadas e atribuídas à Seqüência Cachoeira na região de Juquiá (Silva, 1981; Dantas *et al.* 1987) exibem grau metamórfico mais elevado, com associação de paragnaisse, kinzigitos, mármores dolomíticos e rochas cálcio-silicáticas, não correspondendo aos termos aqui descritos, suspeitando-se inclusive que tal associação possa estar geneticamente vinculada aos termos do Complexo Turvo-Cajati.

Do ponto de vista metalogenético constitui uma unidade com importante mérito prospectivo, embora de pequena expressão na área em estudo, uma vez que as mineralizações auríferas exploradas durante o período colonial muito provavelmente a ela estão relacionadas (e.g. Rio das Minas, Rio Açungui). Esta importância poderá ser realçada, caso estudos posteriores venham confirmar que realmente se trata de parte de uma seqüência do tipo *greenstone belt*, de idade arqueana.

Na área do presente trabalho foram assinalados apenas litótipos de protólito sedimentar, representados por filitos e quartzitos, que serão descritos a seguir, mas não se exclui a possibilidade da ocorrência, nesta mesma área, de metaultramáficas/máficas e clorita xistos de alto magnésio, tal como aqueles estudados na região de Morretes por Girardi (1969) e Girardi e Santini (1973), interpretados por Silva (1981) como prováveis e pretéritos komatiitos, embora ainda não tenham sido detectadas texturas típicas do tipo *spinifex* e *pillow lava*.

As anomalias geoquímicas evidenciaram paragêneses de (Cu, Pb, Zn, Cd, As) e (Co, Ni, Cr, Fe) em amostras de sedimento de corrente, ao lado de ouro e cromita em concentrados de batéia. Estas assinaturas corroboram o caráter metavulcano-sedimentar desta unidade, com presumíveis protólitos vulcânicos básicos/ultrabásicos associando mineralizações auríferas epitermais.

2.2.2.1 Filitos e Quartzitos

Em termos litológicos a área cartografada compreende basicamente sericita filitos de coloração esverdeada e acinzentada, por vezes carbonosos e carbonáticos, em geral homogêneos (Acf) e quartzitos (Acq), estes últimos não caracterizados em campo, cuja expressão cartográfica e estrutural foi reinterpretada, no presente tra-

balho, a partir de mapeamentos anteriores, considerando-se ainda a possibilidade de constituírem fuchsitá quartzitos conforme já assinalados por (Lopes Jr. *et al.*, 1977 e Silva *et al.*, 1981 e Silva, 1981).

As rochas metapelíticas, ao lado dos quartzitos, caracteristicamente apresentam baixo grau metamórfico (zona da clorita), intensamente afetadas por tectônica de regime transcorrente sinistral de médio a alto ângulo. Os domínios de exposição a nordeste da faixa cartografada exibem tendências estruturais segundo a direção NW-SE enquanto que a sudoeste, verifica-se predomínio das direções NE-SW. Representam a porção terminal da bacia onde foram depositados os termos da unidade.

Ao microscópio, uma amostra representativa dos filitos revela rocha pelítica, composta basicamente por sericita (53%), quartzo (20%), clorita (20%), opacos (15%), turmalina (5%), argilo-minerais (5%), plagioclásio (2%) e traços de zircão. Foi classificada como clorita-quartzosericita filito, metamorfisada em condições de baixo grau, exibindo textura granolepidoblástica fina e estrutura foliada, finamente laminada. Finos estratos ora mais ricos em minerais pelíticos, ora mais quartzosos, materializam-se no bandamento composicional observado. A sericita, mineral predominante da amostra ocorre em agregados de palhetas, esta em geral associada a argilominerais. O quartzo é granular, xenomórfico. A clorita em lamelas e agregados lamelares orientados, tende a se concentrar nos estratos mais ricos em quartzo. Ocorre ainda plagioclásio em grãos xenomórficos e intersticial ao quartzo. Demais minerais acessórios presentes são turmalina em prismas ou em seções basais e zircão em grãos subarredondados.

O controle cartográfico da unidade em grande parte foi auxiliado pela interpretação das assinaturas geofísicas, uma vez que caracteristicamente apresenta bai-

xíssimos valores radiométricos, de certo modo incomuns para rochas metapelíticas que em geral exibem médios valores radiométricos, ao menos no canal de potássio. Esta observação sugere que a área fonte dos metassedimentos era originalmente pobre em radioelementos, podendo corresponder aos domínios do Complexo Serra Negra.

2.2.3 Complexo Gnáissico-Migmatítico

Sob esta designação foram reunidas as rochas gnáissicas de infra-estrutura (embasamento), cuja distribuição na área deste trabalho está exclusivamente restrita à Folha Rio Guarau, ocupando nesta cerca de 50 % da área aflorante. A sua exposição provavelmente foi causada pela erosão diferencial entre as rochas supracrustais do Complexo Turvo-Cajati e as do Maciço Granítico Guarau.

Foram cartografados três domínios litológicos designados e caracterizados por: Ortognaisses Bandados, Ortognaisses Porfiroclásticos e Granitóides Foliados, cujos protólitos são notadamente ortoderivados. Constituem portanto uma suíte exclusivamente ortognaissica. O termo "migmatítico" é utilizado para designar feições heterogêneas desenvolvidas em regimes fortemente dúcteis de alta temperatura, com assimilação e/ou mistura mecânica de budins melanocráticos (máficos/ultramáficos) pelas porções meso e leucocráticas (quartzo-feldspáticas).

Constitui o embasamento onde foram depositados os termos supracrustais que hoje representam o Complexo Turvo-Cajati.

2.2.3.1 Ortognaisses Bandados (Pg_{mob})

Constituem a unidade de maior expressão em área no âmbito do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Esta associação foi mapeada somente na Folha Rio Guarau.

não tendo sido observadas exposições desta unidade a norte, na Folha Jacupiranga. Os ortognaisses bandados, em sua área de ocorrência, afloram em três domínios distintos, os dois primeiros separados a oeste e a leste pela intrusão do Granito Guaraú e o último constituindo uma faixa situada na porção extremo sul da Folha Rio Guaraú.

Trabalhos de reconhecimento geológico anteriores interpretaram, pelo menos parte das rochas englobadas nesta unidade, como sendo de origem sedimentar (Silva & Algarte, 1981 a; Campos Neto, 1983b; Campagnoli, 1996), tendo sido, inclusive, descritas passagens gradacionais entre os metassedimentos que afloram nas vizinhanças da cidade de Cajati, e as rochas gnáissico-migmatíticas, que afloram na região do vale do Rio Jacupiranguinha (Melcher *et al.*, 1971 e 1973). Os estudos desenvolvidos no presente trabalho sugerem que o protólito destes gnaisses é ígneo, e que os contatos desta unidade com os metassedimentos mapeados são tectônicos.

Litologicamente esta associação é composta por (hornblenda)-biotita ortognaisses de composição tonalítica a granítica, cinzentos, mesocráticos a leucocráticos. São rochas de granulação variável, inequigranulares a localmente porfiroclásticas, com proeminente estrutura bandada, portando freqüentemente níveis budinados de rochas anfibolíticas (foto 3) e inclusões tectônicas de rochas ultrabásicas, notadamente talco xistos, às quais associam-se diversas ocorrências de talco da Folha Rio Guaraú. Essas lentes máficas/ultramáficas apresentam freqüentemente sulfetos disseminados.

Do ponto de vista estrutural, são rochas miloníticas a protomiloníticas, caracterizadas por um bandamento deformacional pronunciado. Localmente a trama planar é extremamente regular e com espessura muito variável (milimétrica a métrica),

onde os gnaisses assumem um marcante aspecto laminado e listrado cujos níveis/bandas são notavelmente contínuas. Esta estruturação mesoscópica confere um caráter homogêneo a uma unidade heterogênea, composta por intercalações regulares entre diversos litótipos, como bandas cinzentas de composição tonalítica, bandas mais claras de composição granodiorítica a granítica, bandas de biotita gnaisse granítico esbranquiçado a localmente róseo, bandas quartzo-feldspáticas hololeucocráticas, bandas xistosias ricas em biotita e bandas melanocráticas, ricas em anfibólio. Alternam-se também níveis granitóides protomiloníticos, com porfiroclastos de feldspato potássico. Algumas dessas feições, localmente, conferem à rocha aspecto "migmatítico". As melhores exposições desta unidade ocorrem no domínio a oeste do Granito Guaraú, ao longo da rodovia BR-116. Nesta região, ao longo do vale do Rio Jacupiranguinha, nota-se complexa estruturação dos litótipos, cujo bandamento sofre progressiva variação na direção: de NE-SW, com médios mergulhos para SE, a partir das imediações do Bairro Forquilha, a sul, para NW-SE, associando baixos a médios mergulhos para SW, na localidade da Vila Tatu, a norte. Entretanto observa-se que, em toda a faixa, há notável persistência da atitude da forte lineação de estiramento associada, marcada sobretudo por anfibólios e biotitas, com direção geral WNW, apresentando caimentos em torno de 20° para ESE.

Na região do Bairro Forquilha os litótipos mais freqüentes são representados por biotita-hornblenda gnaisses bandados de composição tonalítica, com generalizada presença de budins anfibolíticos de dimensões variadas. Ao microscópio, a composição inclui plagioclásio (37%), quartzo (25%), feldspato potássico (5%), hornblenda (10%), biotita (10%), tendo como acessórios titanita, opacos, apatita, allanita e zircão. Clorita, sericita, epidoto,

argilo-minerais e carbonatos são minerais secundários. Trata-se de rocha quartzo-feldspática de composição tonalítica, rica em biotita e em hornblenda, mostra textura granolepidoblástica média e estrutura orientada e bandada. As bandas predominantemente ricas em feldspatos e em quartzo estão alternadas por bandas constituídas por hornblenda e biotita. O quartzo é xenomórfico, forma mosaicos de cristais imbricados entre si e mostra extinção ondulante. O plagioclásio, mineral mais abundante, é prismático-tabular, subidiomórfico, está geminado segundo as leis da albita e albita-carlsbad, parcialmente saussuritizado. O feldspato potássico é xenomórfico, mostra a geminação polissintética cruzada, típica do microclínio. A biotita ocorre em agregados lamelares, está em parte cloritizada. A hornblenda é verde, prismático-tabular e está orientada. Epidoto em agregados granulares, clorita, sericita e argilominerais são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal. Os minerais acessórios presentes são titanita xenomórfica a subidiomórfica, opacos xenomórficos, apatita em grãos, zircão subidiomórfico e allanita idiomórfica, parcialmente metamictizada.

Ainda nesta mesma região, os ortognaisses bandados ocorrem numa faixa com intenso imbricamento tectônico, entremeados com os termos paraderivados do Complexo Turvo-Cajati (paragnaisses e/ou micaxistos migmatizados). Esta feição está relacionada com posteriores zonas de cisalhamento transpressionais, responsáveis pela atual configuração geomorfológica local. Por outro lado, foram observadas no seio dos ortognaisses possíveis estruturas que são compatíveis com regimes distensionais, inerentes exclusivamente a esses litótipos (foto 4). Este último tipo de estrutura implicaria que os ortognaisses poderiam ostentar registro de uma tectônica anterior, do tipo transtrativa, ou ainda que esta feição poderia ocorrer de modo

subordinado no contexto de um regime compressivo maior. No entanto, são necessários estudos estruturais de maior detalhe, a fim de se confirmar tais hipóteses. Saliente-se que perturbações de fluxo são bastante comuns, sobretudo quando a foliação/bandamento envolve os budins anfibolíticos, ocasionando dobras e pseudo estruturas S-C, confundíveis com indicadores cinemáticos.

No ponto AY-128 observa-se a injeção de um pegmatito contendo feldspato, quartzo e turmalina, cortando os ortognaisses bandados (foto 19). Tem caráter nitidamente discordante, denotando posterioridade relativa, estando provavelmente relacionado com os paragnaisses e migmatitos sobrejacentes.

Na localidade da Vila Tatu, situada junto a foz do Rio Queimado, predominam hornblenda-biotita gnaisses, com menor frequência de budins anfibolíticos. Observa-se maior intensidade dos processos deformacionais, com tectônica tangencial de baixo mergulho, fortemente dúctil, localmente verificando-se a ocorrência de possíveis dobras em bainha e geração de estruturas do tipo *mullion* (fotos 6,7,8,9 e 10). Cabe ressaltar que nesta região, a ondulação/dobramento do bandamento gnáissico, associada às estruturas de *mullions* e/ou dobras em bainha, pode prejudicar a correta determinação da atitude geral de alguns afloramentos, devido a ostensiva penetratividade da lineação de estiramento. À sudeste desta localidade, ao longo do mesmo *trend* estrutural, observou-se no leito do Rio Timbuva (ponto CL-215), intensa foliação milonítica de alto mergulho, com direção NW-SE, associando lineação de estiramento direcional, cujos indicadores cinemáticos (porfiroclastos de feldspato) apontam movimentação sinistral (foto 11). Uma restrita zona rúptil foi constatada em taludes da rodovia BR-116, logo a sul da Vila Tatu, ponto CL-218. Neste local, nota-se que um processo de

brechiação afeta os ortognaisses, desenvolvendo múltiplas fraturas preenchidas por epidoto. Por ter sido caracterizada em apenas um único afloramento, não foi possível constatar se esta faixa rúptil teria alguma relação com a mudança nas direções das atitudes do bandamento gnáissico NE e NNE, a sul, e WNW, a norte.

No domínio a leste do batólito granítico Guarau, as exposições em geral são de baixa qualidade, predominando uma associação de (hornblenda)-biotita gnaisses graníticos leucocráticos bandados, com intercalações xistosas ricas em biotita, de biotita granitos porfiroclásticos e, caracteristicamente, de rochas ultrabásicas e anfibolitos que ocorrem sobretudo na forma de budins, às quais associam mineralizações de talco. Uma amostra de talco xisto (esteatito) coletada em uma lavra abandonada (ponto CL-160) revelou, ao microscópio, ser composta por talco (98%), tremolita (2%), e traços de opacos. Trata-se de rocha de composição ultrabásica, talcificada. O talco ocorre em lamelas e agregados lamelares deformados. A tremolita aparece em prismas dispersos. Minerais opacos são xenomórficos, estão parcialmente alterados, liberando película vermelha de hidróxido de ferro. Quando menos talcificados, os budins de rochas ultrabásicas mostram composição que inclui basicamente tremolita (40%), serpentina (30%), clorita (15%) e talco (5%).

Ainda neste último domínio, as atitudes do bandamento observadas são bastante variáveis embora pareça predominar a direção NW-SE, não se excluindo a possibilidade da perturbação das estruturas devido à colocação do Granito Guarau. Cabe ressaltar que, em mapas anteriores, partes desta região foram cartografadas como migmatitos correlacionados ao Complexo Turvo-Cajati, o que não foi confirmado no presente estudo. Algumas faixas de composição quartzo-feldspática também foram erroneamente interpretadas como quartzitos.

A extremo sul da Folha Rio Guarau, na região do Rio das Minas, o domínio de ortognaisses faz contato tectônico principalmente com as rochas da Seqüência Cachoeira e de modo subordinado com os Granitóides Foliados e micaxistos atribuídos ao Complexo Turvo-Cajati. A pequena parte em que faz contato com o Granito Mandira é encoberta por depósitos de talus. Foram identificadas associações de biotita-hornblenda gnaisses miloníticos de composição granítica a tonalítica. As atitudes da direção do bandamento gnáissico ocorrem preferencialmente segundo NW-SE, com médios a altos mergulhos para sul, havendo variações locais para N-S, na porção oeste, associando lineação de estiramento de alto *rake*, e NE-SW, na faixa que bordeja o flanco sudeste do Granito Mandira.

As condições do metamorfismo que afetou os ortognaisses podem somente ser deduzidas de forma indireta, já que estas rochas não apresentam características composicionais que favoreçam uma mudança progressiva da mineralogia com o metamorfismo. A intensa deformação dúctil registrada nas rochas desta unidade, associada à deformação, estiramento e recristalização de minerais como hornblenda, plagioclásio e feldspato potássico sugere que esta deformação tenha ocorrido em condições de pressão e temperatura compatíveis com a fácies anfibolito. Por outro lado, a presença de epidoto em bandas de composição favorável assim como em regiões fraturadas, sugere um retrometamorfismo em condições de temperatura e pressão mais brandas, já na fácies xisto-verde.

Do ponto de vista aerogeofísico, o padrões das assinaturas gamaespectrométricas, em geral, mostram baixos radio-métricos com altos a médios valores de potássio. As baixas razões Th/K e baixos no canal de tório, praticamente mapeiam esta unidade. A razão eU/eTh é relativamente alta, atingindo localmente valores maiores que a unidade.

Os dados geocronológicos disponíveis para esta unidade, na área em questão, incluem as isócronas Rb/Sr, obtidas por Campagnoli (1996), que fornecem idades paleoproterozóicas, em torno de 2.0 Ga. O mesmo autor ainda obteve idades de resfriamento (K/Ar), em hornblenda, em torno de 600 Ma., neste último caso cabendo ressaltar a proximidade da intrusão do Granito Guaraú. Estas idades são compatíveis com os dados geocronológicos obtidos por Siga Jr. (1995) no Estado do Paraná, nas proximidades da cidade de Curitiba, para os ortognaisses denominados pelo autor de Domínio Curitiba, posteriormente incluídos no Complexo Atuba (Siga Jr. *et al.*, 1996). Este fato, juntamente com evidências estruturais, já que regionalmente estas unidades parecem compor uma extensa faixa de orientação nordeste a sul da ZCT Cubatão-Lancinha, sugerem que ambas as unidades sejam correlatas. Por outro lado, as freqüentes faixas com estruturação NW-SE presentes nos ortognaisses, incluindo também os domínios do Complexo Serra Negra e da Seqüência Cachoeira, são também correlacionáveis ao Domínio Luís Alves. A datação U-Pb em zircão da unidade dos ortognaisses porfiroclásticos, efetuada no âmbito do presente estudo, apontou idade de 2.148 ± 37 Ma e pode ser atribuída à unidade em pauta, portanto remetida ao Paleoproterozócio. Parte dos ortognaisses aqui descritos correspondem também aos Gnaisses Barra do Queimado e Gnaisses Capelinha, descritos por Campos Neto (1983b), Campagnoli (1996) e aos Gnaisses da Barra do Azeite, descritos por Silva & Algarte (1981a,b).

2.2.3.2 Ortognaisses Porfiroclásticos (Pgmop)

Distribuem-se na porção central da Folha Rio Guaraú, com área aflorante em torno de 18 Km², apresentando forma ova-

lada. Constitui uma espécie de fácies englobada pelo domínio dos ortognaisses bandados, com características mapeáveis, textural e composicionalmente distinta desses últimos. Em geral, sustentam relevos relativamente proeminentes e seus contatos são dados a norte e oeste com o Granito Guaraú, onde nestas regiões muitas vezes os afloramentos ocorrem sob a forma de blocos com diâmetros métricos, que facilmente são confundidos com os do próprio Granito Guaraú; e a sul e leste com os ortognaisses bandados. Foram individualizados com auxílio dos mapas aerogeofísicos radiométricos, diferenciando-se das unidades encaixantes por exibirem, em relação a estas, valores intermediários no canal da contagem total. As melhores exposições situam-se nos leitos do Ribeirão do Salto e do Rio Guaraú, na região do bairro de mesmo nome.

Compreendem ortognaisses com abundantes porfiroclastos ocelares de feldspato potássico de cor rósea, com diâmetro variando de 1,0 a 2,5 cm, dispersos em matriz de composição granítica, relativamente rica em quartzo, com biotita subordinada. Possuem aspecto textural de augen gnaisses miloníticos. São geralmente homogêneos, eventualmente ocorrendo em seu seio núcleos anfibolíticos e/ou ultrabásicos decamétricos, com aparecimento de talco.

A amostra CL-238a é representativa desta unidade e corresponde ao ponto onde foi efetuada coleta para datação U-Pb em zircão. Exibe cor cinza a rosada com níveis submilimétricos, escuros, descontínuos, intercalados e no contorno dos porfiroclastos de feldspatos, mostra textura porfiroclástica grossa e estrutura orientada. Constitui-se macroscopicamente de feldspatos, quartzo e biotita. Porfiroclastos de feldspatos atingem na amostra 2,5 cm de comprimento. Ao microscópio revela-se composta por feldspato potássico (27%), quartzo (30%), plagioclásio (20%), biotita

(5%), epidoto (5%), sericita (3%), muscovita (3%), clorita (2%), titanita (2%), allanita (1%), subordinadamente ocorrendo zircão, apatita, argilo-minerais e opacos. As relações mineralógicas mostram rocha quartzo-feldspática deformada, classificada como augen gnaiss milonítico.

O feldspato potássico ocorre em cristais tabulares, xenomórficos, fraturados, mostram a geminação polissintética cruzada, são por vezes peritéticos e ocorrem tanto como porfiroclastos como em fragmentos menores, compondo a matriz.

O plagioclásio é sub idiomórfico, tabular, está geminado segundo as leis da albita e albita-carlsbad. Agregados de cristais de feldspatos e de quartzo estão lenticularizados, definindo as estruturas "augen".

O quartzo é observado ainda em agregados de subgrãos, imbricados entre si, com intensa extinção ondulante. Biotita em agregados lamelares orientados e deformados, mostra-se parcialmente cloritizada e/ou muscovitizada. Epidoto em agregados granulares estirados associa-se aos minerais micáceos. Os minerais acessórios encontrados são titanita em agregados microgranulares e em cristais xenomórficos, opacos xenomórficos, apatita em prismas, zircão euédrico ou oval e allanita, parcialmente metamictizada. Clorita, sericita, muscovita, epidoto e argilominerais são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal.

Em outros afloramentos desta mesma unidade foram reconhecidos monzogranitos porfiróides protomiloníticos, com porfiroclastos rosados e esbranquiçados com tamanhos de até 1,2cm, que estão rotacionados e orientados segundo o foliação da rocha e imersos em uma matriz de granulação muito fina.

Trata-se de uma rocha que esteve submetida ao metamorfismo da fácies xisto verde médio a alto, com deformação gerando intensa neomineralização. Houve percolação de fluidos, gerando processo retrometamórfico com saussuritização do plagioclásio e cloritização da biotita.

No tocante aos aspectos estruturais encontram-se fortemente deformados, cuja foliação milonítica impressa, tem direção norte-sul, com mergulho absolutamente vertical. A lineação dos porfiroclastos oceulares, embora de difícil caracterização, também parece exibir alto mergulho. Suspeita-se que estas feições estruturais possam, em parte, ter alguma relação com o expressivo lineamento de mesma direção, que ocorre ao longo do vale Rio Guarau.

Do ponto de vista das assinaturas aerogeofísicas, esta unidade apresenta valores de potássio relativamente elevados ao lado de médios valores registrados nos canais de urânio e tório.

2.2.3.2.1 Idade

Efetou-se caracterização geocronológica desta unidade, através do método U-Pb em zircão, realizada em amostra do ponto CL-238. A idade de 2.148 ± 37 Ma. (Paleoproterozóico), obtida através do intercepto superior com a curva Concórdia em zircões concordantes (figura II.2.2), indica para esta amostra, a época de formação e conseqüente colocação desse granitóide. Essa idade não deve ser atribuída à deformação dessa rocha a qual pode ser tanto próxima quanto distante no tempo. Há necessidade de outros elementos para posicionar-se a idade do processo de deformação impresso. No entanto, a idade obtida é o valor mais antigo possível para o processo de deformação.

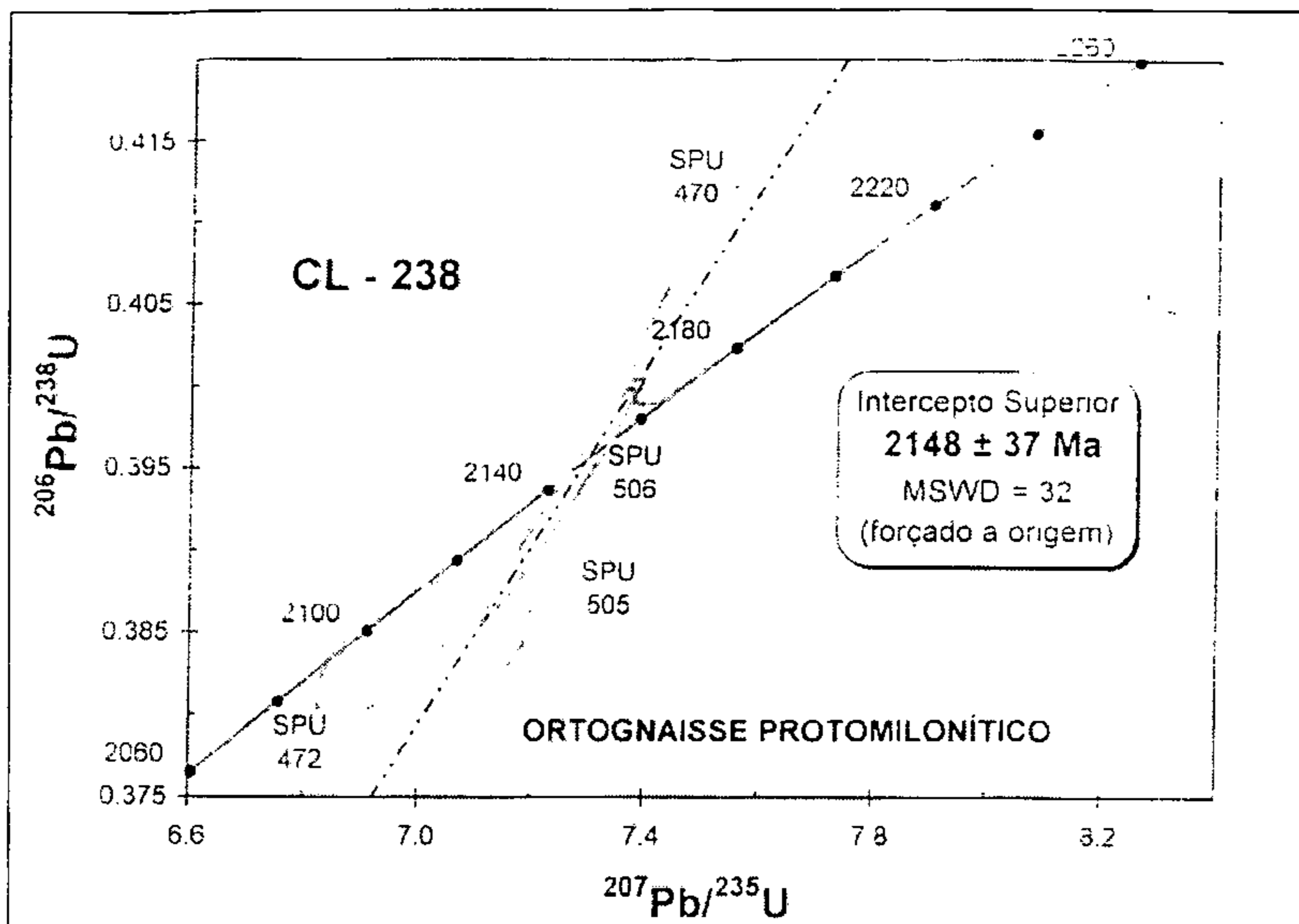


Figura II.2.2 – Diagrama U-Pb em zircões – Ortognaisses Porfiroclásticos (Complexo Gnáissico-Migmatítico).

2.2.3.3 Granitóides Foliados (Pgmyf)

Constitui um domínio situado na porção centro-sul da Folha Rio Guarau, com área aflorante em torno de 40 Km², exibindo forma alongada e disposto segundo a direção NW-SE. Estas mesmas rochas foram anteriormente designadas informalmente por Silva *et al.* (1981) como "Granitóides Foliados Pré-Brasilianos". As características texturais e estruturais permitiram individualizá-lo como corpo ígneo isolado, embora associado com os demais ortognaisses e com posicionamento estratigráfico anterior aos maciços graníticos Guarau e Mandira.

Afloram numa área de difícil acesso, cujos perfis só puderam ser realizados à pé. Seus contatos aparentam formas amebóides, embora estruturalmente concor-

dantes, sendo realizados a norte e numa pequena faixa a sul, com os ortognaisses bandados e a sul, com uma faixa de xistos atribuídos ao Complexo Turvo-Cajati. Nota-se que este corpo possui maior expressão topográfica em relação a essas duas unidades. Nas extremidades noroeste e sudeste, os contatos são respectivamente dados com as rochas dos maciços graníticos Guarau e Mandira, no último caso, encoberto por depósitos de tálus.

Litologicamente compreendem biotita granitóides geralmente homogêneos, leucocráticos, orientados, de coloração predominantemente rósea a esbranquiçada, granulação média com tendência equigranular, silicosos, apresentando comumente feldspato potássico caulizado, quartzo, biotita, clorita e epidoto. Suas características composicionais e texturais

permitem enquadrá-los como granitognaisses e são indicativas de protólito ígneo, provavelmente constituindo corpo granitóide do tipo I, cálcio-alcálico.

Microscopicamente mostra composição que inclui quartzo (27-36%), feldspato potássico (30%), plagioclásio (20%), biotita (2-5%), epídoto (3-5%), clorita (3%), muscovita (2%), sericita (3%) e subordinadamente argilominerais, opacos, titanita, apatita, zircão e allanita. Foi classificado como biotita gnaisse de composição granítica, milonitizado. Os porfiroclastos de feldspato potássicos estão fragmentados, mostram a geminação polissintética cruzada. Na matriz ocorrem quartzo em agregados de subgrãos, imbricados entre si, com intensa extinção ondulante ou em "*ribbons*" paralelos a foliação, plagioclásio em agregados de cristais xenomórficos, geminados segundo as leis da albita e albita-carlsbad e biotita verde em agregados lamelares, parcialmente cloritizados e/ou muscovitizados. Epídoto em agregados granulares, clorita, muscovita, sericita e argilominerais são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal. Opacos e titanita xenomórficos, apatita e zircão em grãos, allanita parcialmente metamictizada são os minerais acessórios encontrados.

Em afloramentos da porção sudeste do corpo, a rocha mostra anisotropia forte com foliação protomilonítica, exibindo porfiroclastos milimétricos esbranquiçados e rosados destacando-se em uma matriz muito fina de coloração cinza esbranquiçada com tons rosados. Ao microscópio, revela textura porfiroclástica protomilonítica, onde os porfiroclastos constituem cerca de 30 - 40% da rocha, são de feldspato alcalino, plagioclásio e quartzo com tamanhos de até 3 - 4mm imersos em uma matriz muito fina. Composicionalmente inclui feldspato alcalino ($\pm 33\%$), quartzo ($\pm 29\%$), oligoclásio+albita ($\pm 23\%$), biotita ($\pm 6\%$), epídoto ($\pm 2\%$), sericita ($\pm 2\%$) e opacos ($\pm 5\%$). Hematita e allanita ocorrem como traços.

Os porfiroclastos de feldspato alcalino são subedrais a anedrais, pertíticos, com fina recristalização e estão orientados segundo a foliação. Possuem sericita associada e freqüentemente encontram-se microfraturados.

Os porfiroclastos de plagioclásio estão deformados e orientados segundo a foliação. Formam *kink bands* com recristalização fina em suas bordas, estão muito saussuritizados e às vezes corroídos pelo feldspato alcalino. São identificadas composições principalmente de oligoclásio e em alguns finos cristais da matriz a albita.

O quartzo é anedral e ocorre como porfiroclastos ou disperso na matriz ou formando *ribbon* intersticial, sendo observados alguns cristais poligonizados, sugerindo temperaturas de recristalização acima de 450°C.

A hematita e allanita estão como finos grãos dispersos. O epídoto e sericita ocorrem como produto de saussuritização do plagioclásio ou associados a lamelas de biotita ou em fraturas juntamente com opacos e biotita. Os opacos são anedrais e ocasionalmente subedrais, estão associados a biotita ou dispersos.

Foi classificada como monzogranito protomilonítico. A rocha possui composição monzogranítica, no entanto os dados petrográficos sugerem que pode representar fusão anatética de protólito orto ou paraderivado. Possui baixa taxa de deformação e com gnaissificação incipiente submetida a temperatura metamórfica acima de 450°C.

Não há dados geocronológicos disponíveis para esta unidade. De acordo com as características apresentadas, evidencia melhores relações com os domínios do Complexo Gnáissico-Migmatítico, deste modo, atribuindo-lhe tentativamente idade paleoproterozóica.

Do ponto de vista das assinaturas aerogeofísicas, os granitóides foliados exibem altos valores radiométricos, o que au-

xiliou na delimitação do contato com as demais unidades.

2.2.4 Complexo Turvo-Cajati

Corresponde à unidade originalmente definida por Silva *et al.* (1981), Silva (1981) e Silva e Algarte (1981 a,b) como Seqüência Turvo-Cajati. Adotou-se neste trabalho a terminologia de complexo (Bistrichi *et al.*, 1981) por considerar que, além de reunir uma grande diversidade de litótipos, cuja caracterização cartográfica não é singela, evidencia história evolutiva complexa. As observações de campo permitiram incluir o Gnaisse Itapeúna como provável subunidade do Complexo Turvo-Cajati, por apresentar estritas relações genéticas com este último, como posteriormente será visto.

Distribui-se exclusivamente a sul da ZCT Cubatão-Lancinha, através da qual baliza expressivo contato tectônico com as rochas do Complexo Embu. Estende-se desde este limite, dominando a maior porção da Folha Jacupiranga, ocupando ainda regiões a oeste, norte e leste-nordeste da Folha Rio Guaraú, onde realiza complexos contatos tectônicos com ortognaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico que constitui seu embasamento, dados ora através de transporte tangencial, ora por transcorrências. Na região do Bairro Forquilha, ao longo da BR-116, observa-se intenso imbricamento com os ortognaisses bandados, com vergência para noroeste, configurando típica paisagem geomorfológica neste setor.

Foi atribuída ao complexo em pauta uma faixa de xistos com direção NW-SE e área aflorante de cerca de 21 Km², cartografada na região centro-sul da Folha Rio Guaraú, onde faz contato com a unidade dos Granitóides Foliados, a norte e com as rochas da Seqüência Cachoeira, a sul. Nesta região, o relevo é extremamente acidentado e as dificuldades de acesso desta

área prejudicaram a caracterização tectono-estratigráfica entre as unidades.

Parte de suas rochas estão em contato com Maciço Granítico Guaraú, localmente afetadas por termometamorfismo, tal como junto às bordas do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga (fentização), enquanto que os granitos Barra do Braço e Votupoca ocorrem intrudidos nos domínios do Gnaisse Itapeúna.

Do ponto de vista litológico, na área deste trabalho, constitui uma seqüência metassedimentar que inclui micaxistos/quartzo-micaxistos diversos, quase sempre com forte contribuição carbonática (cálcio-xistos), mármore dolomíticos, quartzitos, rochas cálcio-silicáticas, paragnaisses e migmatitos aluminosos/cálcio-silicáticos, parafibrolitos e gnaisses migmatíticos granodioríticos (Gnaisse Itapeúna). Localmente, junto aos micaxistos ocorrem rochas com aspecto de metagrauvacas calcíferas, e mais raramente metarcóseos e gonditos.

Silva *et al.* (1981) subdividiram o Complexo Turvo-Cajati em três subseqüências: Cajati (metapelítica), Turvo-Areado (psamo-pelítica) e Capela do Cedro (carbonática), todas com passagens transicionais entre si. Embora admita-se que o Complexo Turvo-Cajati possa ter conotação estratigráfica de grupo, e que as subseqüências propostas por Silva (*op. cit.*) poderiam integrar suas formações, essas terminologias não foram adotadas no presente trabalho, fazendo-se apenas comentários quanto as possíveis correlações dos domínios litológicos aqui cartografados.

Registram-se notáveis variações de grau metamórfico nos seguintes sentidos: na Folha Jacupiranga, de sudeste para noroeste, em direção aos domínios do Gnaisse Itapeúna e na Folha Rio Guaraú, junto as proximidades do contato com os ortognaisses do embasamento. Em ambos casos, verifica-se que os micaxistos evolu-

em formando paragnaisses que freqüentemente apresentam feições migmatíticas, com geração de "kinzigitos" contendo granada, estauroлита, sillimanita e localmente cianita. Nas porções mais aluminosas, eventualmente ocorre incipiente fusão parcial gerando turmalina-muscovita leucogranitos (Tipo S). De modo restrito podem ocorrer feições retrometamórficas e áreas com aparente grau metamórfico menor, como se verifica na porção nordeste da Folha Rio Guaraú. Considera-se que este complexo apresenta metamorfismo do tipo Barrowiano, de médio a alto grau, com feições anatéticas concentradas no domínio do Gnaiss Itapeúna. Essas características metamórficas podem ser observadas no perfil Jacupiranga-Eldorado, através da rodovia SP-193, e ao longo da BR-116, onde ocorrem as melhores exposições desta unidade.

Em termos estruturais, na área de abrangência deste complexo, verifica-se dominante configuração impressa por regimes de cisalhamento com padrão sinistral, diferentemente do apresentado no Domínio Ribeira pelo Complexo Embu e Grupo Açungui. Regionalmente, quando paralelas e relativamente próximas à ZCT Cubatão, nos domínios da Folha Rio Turvo, as tendências estruturais da faixa de ocorrência do Complexo Turvo-Cajati, dispõem-se segundo a direção NE-SW, associando lineações de estiramento com caimento para SW, infletindo progressivamente para E-W e NW-SE, em geral com mergulhos para sul, a medida em que se caminha para leste. No setor ocidental da Folha Rio Guaraú, há paralelismo deformacional junto ao contato com os ortognaisses e as lineações observadas, em geral, mostram caimentos para E-SE, enquanto que na região nordeste desta folha, ao longo do Rio Pindaúva, nota-se aparente deformação de caráter transcorrente dextral, associando lineações de estiramento com caimentos para noroeste, também junto ao

limite com as rochas do embasamento ortognaissico. Presume-se que esta feição tectônica (padrões sinistrais) do Domínio Costeiro seja mais antiga, provavelmente relacionada, em termos regionais, com o evento da Zona de Cisalhamento Itariri, que ocorre limitando o Bloco Itatins.

Na Folha Jacupiranga, a Zona de Cisalhamento Macaco Branco, aparenta característica transcorrente sinistral, grosso modo, limitando no complexo as porções xistosas, de médio a alto ângulo de mergulho e menos metamórficas a sul, com as faixas mais anatéticas, de médio a baixo ângulo a norte, onde se inclui o Gnaiss Itapeúna. A continuidade da referida zona, a nordeste do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, diverge sob a forma de um leque de zonas de cisalhamento que se abre para E-NE, muitas vezes mascaradas pelas coberturas aluvionares locais, embora uma delas, com franca direção E-W, seja relativamente expressiva ao longo do vale do Rio Turvo.

A sedimentação do Complexo Turvo-Cajati sugere deposição em ambiente marinho plataformal, de águas não muito profundas. É importante ressaltar a intensa contribuição carbonática verificada na maioria dos litótipos. Os primeiros ciclos de sedimentação parecem ter se iniciado com implantação de plataforma carbonática de águas rasas, com restritas faixas arenosas litorâneas, com possibilidade de conterem estromatólitos. Esses domínios carbonáticos em geral ocorrem junto ao contato com as rochas de embasamento (e.g. corpos de mármore dolomíticos, na região do Rio Capelinha, a oeste da Folha Rio Guaraú). Entretanto, embora fortemente afetada pelos processos tectono-metamórficos, a faixa de ocorrência do Gnaiss Itapeúna também faria parte desta plataforma, haja vista a não rara ocorrência de rochas carbonáticas e cálcio-silicáticas identificadas em seu domínio. Esta plataforma, progressivamente, evolui para sedimentação terrí-

gena pelítica, desenvolvendo-se sobretudo para leste, no sentido de Pariquera-Açu, onde de acordo com Silva e Algarte (1981a,b), a unidade se torna mais espessa.

O ambiente tectônico dessa sedimentação é de difícil caracterização, mas a ausência de magmatismo básico e plutonismo granitóide compatíveis com sua evolução, ao menos na área em estudo, é sugestiva de margem passiva de limite divergente. A idade da sedimentação pode ser tentativamente atribuída ao Paleoproterozóico.

Considera-se que a unidade em pauta possa ostentar diferentes idades de deformação e metamorfismo, nos diferentes episódios de retrabalhamento aos quais foi submetida, entre o Paleoproterozóico e o Neoproterozóico. Campagnoli (1996) apresenta uma datação K-Ar, em flogopita, revelando idade de 587 ± 21 Ma., indicativa de fase final de resfriamento e do último evento metamórfico impresso nos micaxistos. No presente trabalho, a datação U-Pb em zircões do Gnaisse Itapeúna, que se considera parte desta unidade, revela importante retrabalhamento ocorrido no Neoproterozóico. Trata-se portanto de uma unidade policíclica.

As rochas do Complexo Turvo-Cajati podem ser correlatas às supracrustais com características afins, posicionadas restritamente sobre o Domínio Costeiro, sempre a sul da ZCT Cubatão e sua continuidade como ZCT Lancinha no Estado do Paraná, portanto com o "Complexo" ou "Xistos Setúva". Representam coberturas metassedimentares do terreno cratônico Luís Alves. Como já mencionado, os mármorees presentes na Folha Juquiá, que foram atribuídos por alguns autores à Seqüência Cachoeira, parecem apresentar maior coerência se correlacionados com os termos da unidade em questão, assim como grande parte das rochas supracrustais que ocorrem sobre o Bloco Itatins. Exclui-se

qualquer tentativa de correlação da presente unidade com as rochas do Complexo Embu e do Grupo Açungui, incluindo a Formação Capiru. Presume-se que as rochas do Complexo Turvo-Cajati possam ser correlatas com as do Complexo Paraibuna (Chiodi Filho *et al.*, 1983) e Unidade Rio Paraibuna (Fernandes, 1991), mas somente as faixas posicionadas a sul da ZCT Cubatão.

Parte das rochas aqui enfocadas foram designadas por Campos Neto (1983b) e Campagnoli (1996) como Associação Cajati e Associação Alto Jacupiranguinha, correspondendo nesta última apenas a Unidade dos Xistos Forquilha.

São descritos a seguir os principais domínios litológicos que integram o Complexo Turvo-Cajati, cartografados no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú.

2.2.4.1 Micaxistos (*P tcmx*)

Constitui a associação litológica de maior expressão do complexo. Distribuem-se preferencialmente a sul da Zona de Cisalhamento Macaco Branco, dominando a porção meridional da Folha Jacupiranga. Na Folha Rio Guaraú ocupam faixas a norte, leste e nordeste, oeste e noroeste, além de um domínio na porção centro-sul. Na região a sul da Barra do Azeite foi ainda individualizado um pequeno domínio de granada micaxistos, posicionado sobre os ortognaisses bandados, fazendo, a leste contato com as rochas do Granito Guaraú. Provavelmente, esta última ocorrência foi isolada pelos processos erosivos que ocorreram ao redor deste granito.

Os contatos são sempre de natureza tectônica, com os ortognaisses e demais unidades do embasamento, via de regra, ocorrendo migmatização dos termos nestes locais. Já com os domínios do Gnaisse Itapeúna são gradacionais, embora com posterior imposição da zona de cisalhamento anteriormente mencionada.

Litologicamente incluem associação de micaxistos diversos, representada por muscovita-biotita xistos, com proporções variáveis de quartzo (quartzo-micaxistos). É relativamente comum a presença de granada, sillimanita (fibrolita) e turmalina na paragênese. Em geral os litótipos mostram-se bastante alterados, exibindo colorações avermelhadas e arroxeadas. No quadrante sudeste da Folha Jacupiranga há predomínio de micaxistos e cálcio-xistos bandados, que alternam delgados níveis de coloração amarelada-esbranquiçada de provável composição carbonática, com bandas de caráter mais aluminoso, de composição pelítica (ponto AY-46, ver foto 12). A granulção é bastante variável, notando-se regionalmente que há incremento no sentido de leste para oeste e/ou de sudeste para noroeste, acompanhando aumento na intensidade do grau metamórfico.

Localmente foram observados mica-xistos de coloração marrom-esverdeada, contendo pontuações de feldspato, ao longo da rodovia BR-116, a sul de Cajati, na região limítrofe entre as folhas mapeadas. Estas rochas foram interpretadas como prováveis metagrauvacas, por vezes calcíferas. De modo restrito, foram também observados alguns afloramentos com intercalação de metarcóseos e mais raramente de gonditos, estes relacionados a processos de alteração supérgena de níveis com micaxistos ricos em granadas de composição espessartítica. Localmente os mica-xistos podem apresentar feições de incipiente fusão parcial (fotos 13 e 13a), com geração de bandas de turmalina granitos, quase sempre deformados. Devido à pequena expressão cartográfica dessas ocorrências, as mesmas foram assinaladas no mapa geológico como afloramentos isolados.

Petrograficamente foram descritas as variedades: granada-biotita-(plagioclásio)-quartzo xisto, estaurolita-granada-biotita-quartzo xisto, biotita-

muscovita-clorita-granada-quartzo xisto, tremolita-biotita-quartzo-granada xisto, estaurolita-sillimanita (fibrolita)-muscovita-biotita-quartzo xisto, granada-sillimanita-cianita-muscovita-biotita-quartzo xisto feldspático e sillimanita (fibrolita)-andaluzita-cianita-plagioclásio-muscovita-granada-biotita-quartzo xisto. Todos estes litótipos freqüentemente ostentam turmalina na composição.

No contexto da Folha Jacupiranga, mais distante do contato com os ortognais-ses do embasamento, uma amostra representativa dos micaxistos desta unidade, coletada nas proximidades a leste de Cajati (ponto AY-45) revela rocha de cor cinza brilhante, com níveis descontínuos pretos, mostra textura granolepidoblástica fina e estrutura foliada e deformada. Constitui-se macroscopicamente por quartzo, biotita, muscovita e granada. Ao microscópio, a composição estimada inclui: quartzo (38%), biotita (25%), muscovita (15), granada (5%), sillimanita (fibrolita) (5%), plagioclásio (5%), estaurolita (3%) opacos (2%), turmalina (2%), com traços de apatita e zircão. Trata-se de metassedimento quartzo-pelítico aluminoso, mostra textura granolepidoblástica fina a média e estrutura orientada. Constitui-se predominantemente de quartzo, biotita, muscovita e granada. O quartzo é xenomórfico, forma agregados de cristais poligonizados, em lentes e cordões intercalados por minerais micáceos. Estes estão representados por biotita parda e muscovita em agregados lamelares. A granada é poiquiloblástica, arredondada e xenomórfica, inclui quartzo, turmalina e opacos. O plagioclásio é xenomórfico e intersticial ao quartzo. Associados aos agregados lamelares de biotita e de muscovita observa-se feixes de fibrolita. A estaurolita aparece em raros cristais xenomórficos. Opacos xenomórficos, apatita e zircão em prismas e em grãos e turmalina prismática são os minerais acessórios encontrados. A presença da estaurolita marca

o início das condições metamórficas de médio grau, fácies anfíbolito. A fibrolita, por sua vez pode refletir um evento retrometamórfico superimposto. Petrograficamente foi classificada como estaurolita-fibrolita-muscovita-biotita-quartzo xisto.

Na Folha Rio Guarau, sobretudo no quadrante noroeste, esses litótipos ocorrem bastante preservados do intemperismo, exibindo coloração acinzentada a esverdeada, granulação média a grosseira, ricos em minerais micáceos. Uma amostra de xisto coletada em afloramentos da BR-116, ponto AY-124, situado próximo ao contato com os ortognaisses do embasamento, revelou a seguinte composição: quartzo (25%), biotita (20%), muscovita (15%), granada (10%), cianita (10%), andaluzita (5%), plagioclásio (10%), fibrolita (2%), turmalina (2%), sericita (1%), com traços de opacos, apatita e zircão. Ao microscópio, evidencia rocha metapelítica, xistosa, mostra textura porfiroblástica, com matriz granolepidoblástica fina a média e estrutura foliada e deformada. Porfiroblastos são de granada, ocorrem estirados segundo a foliação, fraturados, são poiquiloblásticos, incluem quartzo, plagioclásio, biotita e opacos. A matriz constitui-se de quartzo, plagioclásio, biotita, muscovita, cianita e andaluzita. O quartzo é xenomórfico, forma mosaicos de cristais e fragmentos, fortemente imbricados entre si, estirados, com forte extinção ondulante. O plagioclásio é tabular, sub idiomórfico, está geminado segundo as leis da albita e albita-carlsbad, parcialmente alterado a sericita. Cianita e andaluzita ocorrem em cristais tabulares alongados e estirados segundo a foliação. Observa-se ainda feixes de agulhas de fibrolita. A biotita é parda, forma agregados lamelares orientados, está associada a agregados lamelares de muscovita. Como minerais acessórios ocorrem turmalina em prismas orientados, opacos xenomórficos, apatita e zircão em grãos.

Em um notável ailonamento situado sobre o leito do Rio Jacupiranguinha, na localidade do Bairro Forquilha, ocorrem micaxistos granatíferos que exibem evidências de migmatização, posicionando-se estruturalmente sob os pacotes de ortognaisses bandados. Uma amostra deste local (ponto CL-331) revela rocha de granulação fina a média, de coloração cinza esverdeada com níveis quartzo feldspáticos esbranquiçados, milimétricos e descontínuos. É de estrutura xistosa com orientação preferenciais de seus constituintes minerais segundo uma direção preferencial, caracterizando uma foliação bem desenvolvida. A composição mineralógica estimada encerra: quartzo ($\pm 35\%$), biotita ($\pm 18\%$), muscovita ($\pm 12\%$), andesina ($\pm 10\%$), sillimanita/fibrolita ($\pm 10\%$), cianita ($\pm 8\%$), granada ($\pm 5\%$) e opacos ($\pm 2\%$). Clorita, sericita, apatita e rutilo ocorrem como traços.

O Quartzo é anedral com contatos predominantemente lobulados. Possui forte extinção ondulante com tendência a formar subgrãos. São cristais orientados dispersos ou dispõem em agregados microgranulares milimétricos bem orientados. Outra forma de ocorrência do quartzo é como finos cristais associados a granada.

As lamelas de biotita estão orientadas segundo a foliação, possuem pleocroísmo forte e coloração castanha escura avermelhada. Estão localmente passando para sillimanita e apresentam como minerais associados os opacos e a clorita.

A granada é anedral, às vezes ovaladas, com dimensões de até 5mm e estão orientadas e circundadas pela foliação da rocha. Apresentam como minerais associados quartzo gotiformes, opacos e biotita.

A sillimanita está como finas fibras orientadas formando-se às custas de biotita. Às vezes são observados "fantasmas" de cianita em seus núcleos.

A andesina é subedral orientada segundo a foliação e ocorre, às vezes, com

finas lamelas de sericita associadas. A cianita é anedral a subedral orientada.

A muscovita é representada por lamelas bem formadas e orientada segundo a foliação e possuem tamanhos de até 3mm. A clorita está intimamente associada a biotita em planos de cisalhamento. Os opacos são anedrais dispersos e orientados segundo a foliação ou associados a granada e biotita. A apatita e o rutilo estão como finos cristais dispersos.

Foi classificada como granada-sillimanita-cianita-muscovita-biotita-quartzoxisto feldspático. A rocha deve ter sido possivelmente formada em condições de fácies anfibolito de média pressão na zona da cianita, e com retrometamorfismo na zona da sillimanita, caracterizando um caminamento metamórfico horário.

Como já mencionado, regionalmente as tendências estruturais verificadas principalmente nos domínios dos micaxistos mostram um padrão compatível com regime transcorrente de caráter sinistral (foto 14). Localmente, nas proximidades do contato com ortognaisses, as estruturas são ora tangenciais de baixo a médio mergulho, ora direcionais destras, respectivamente nas porções a oeste e nordeste da Folha Rio Guaraú. Uma provável dobra em bainha associada a granada micaxistos parcialmente migmatizados foi assinalada no ponto AY-157, em afloramento sobre o leito do Rio Jacupiranguinha (foto 15)

Este domínio de rochas pelíticas pode ser correlacionado com a Seqüência Cajati (Silva *et al.*, 1981), designação também empregada por Campanha *et al.* (1985) para as ocorrências de micaxistos situados a sudeste da Folha Braço (antiga Gruta do Diabo).

Do ponto de vista aerogeofísico, as assinaturas gamaespectrométricas exibem valores de concentração médios a baixos no canal de tório, enquanto que o mapa da razão Th/K, com valores mais elevados, as

anomalias praticamente mapeiam a unidade diferenciando-a do embasamento.

2.2.4.2 Mármore Dolomíticos (*P tcmd*)

Foram cartografados três pequenos corpos de mármore dolomíticos, posicionados na porção oeste da Folha Rio Guaraú, na região do Rio Capelinha. O maior deles ocorre junto ao limite ocidental desta folha, aflorando numa área com cerca de 1,5 Km². Neste local encontra-se uma antiga lavra, que fora explorada pelo DNER, hoje desativada por se encontrar no interior da área do Parque Estadual de Jacupiranga. Esta região apresenta relevo cárstico, com ocorrência de uma pequena gruta, cuja entrada situa-se próxima ao leito do Rio Capelinha, ao lado da pedreira. Outros corpos possuem dimensões reduzidas, apresentando-se geralmente como porções que resistiram aos processos de fusão parcial no seio dos micaxistos migmatizados.

A amostra CL-146b corresponde aos mármore da pedreira anteriormente citada. Macroscopicamente, constitui rocha de anisotropia forte, coloração cinza clara, com porfiroblastos de piroxênio prismáticos milimétricos a centimétricos, fortemente orientados e de coloração cinza escura. Possui granulação grossa, anisotropia forte e fraturas descontínuas preenchidas ou não por um material esbranquiçado e/ou negro. Ao microscópio revela textura porfiroblástica. Os porfiroblastos são prismáticos fortemente orientados e com tamanhos de até 20mm, representando cerca de 8% da rocha. Estão imersos em uma matriz granular grossa com cristais possuindo tamanhos médios em torno de 2 - 4mm. A composição mineralógica inclui carbonato ($\pm 80\%$), quartzo ($\pm 1\%$), diopsídio ($\pm 10\%$), muscovita ($\pm 7\%$) e clorita ($\pm 2\%$). Opacos e filossilicatos finos ocorrem como traços. Os porfiroblastos de diopsídio são fortemente orientados segundo a foliação da rocha e possuem até 20mm de compri-

mento. Na matriz o diopsídio ocorre em pseudomorfos com tamanhos de 1 a 3mm, constituindo ilhas, juntamente com finos cristais de quartzo, carbonato e filossilicatos.

Os cristais de carbonato são subedrais a anedrais, inequigranulares predominando tamanhos entre 2 e 4mm. Mesmo que raro, ocorrem microfraturas em seus cristais preenchidas ou não por carbonato tardio.

Os cristais de quartzo são anedrais, submilimétricos e intersticiais exibindo extinção ondulante. As lamelas de muscovita são subedrais com tamanhos médios próximos a 0,2 - 0,4mm. Apresentam-se com orientação segundo uma direção preferencial. Foi classificada como diopsídio mármore. A presença de diopsídio sugere que a rocha deve ter atingido condições metamórficas da fácies anfibolito.

Na Folha Jacupiranga, foram assinaladas diversas ocorrências de mármore dolomítico cuja expressão não é mapeável. Ocorrem associadas aos paragneisses migmatizados, geralmente sob a forma de "resisters" que ocupam as regiões serranas sobre o Gnaiss Itapeúna (Serra da Boa Vista e Serra do Cruzeiro) e na Serra do Lençol (Pedra do Lençol).

Compreendem mármore dolomítico de cor branca, granulação média a grossa, em geral homogêneos e fortemente recristalizados. Não raro, a paragênese pode incluir tremolita, flogopita, talco, diopsídio e forsterita, denotando intenso metamorfismo sofrido por esses litótipos.

Em lâmina, a amostra de uma ocorrência de mármore situada no ponto CL-25, nos domínios dos migmatitos que ocorrem sobre o Gnaiss Itapeúna, revelou ser composta por carbonato, diopsídio, forsterita, serpentina, tremolita, talco, e clorita magnésiana. Ao microscópio a rocha apresenta dois fácies principais: um forsterita mármore serpentizado com talco - composto por agregado granoblástico de car-

bonato com lóbulos de forsterita erraticamente distribuídos e desestabilizados para serpentina; o outro representado por diopsidito levemente alterado ao longo das fraturas e interstícios para carbonato e clorita magnésiana. O primeiro é composto por cerca de 75% de carbonato e 25% de forsterita serpentizada, enquanto o diopsidito é formado por quase 100% de diopsídio. Entre os dois fácies mencionados ocorre uma zona com certa concentração em tremolita.

Os trabalhos de campo não evidenciaram presença de estruturas biogênicas associadas aos mármore dolomíticos, mas a amostra CL-198b, que corresponde a um pequeno restito de mármore talcificado, coletada junto ao contato entre micaxistos migmatizados e os ortogneisses bandados, após ser serrada para confecção de seção delgada, mostrou estruturas concêntricas que sugerem atividade biológica algal (estromatólitos?).

Todas as ocorrências de mármore dolomítico assinaladas na área deste trabalho são correlatas à Sequência Capela do Cedro (Silva *et al.*, 1981).

2.2.4.3 Quartzitos (P_{tcq})

Foram cartografados três corpos de quartzito no âmbito do Complexo Turvo-Cajati. Algumas ocorrências têm caráter restrito e foram assinaladas em mapa como afloramentos isolados. Na Folha Rio Guarau as principais ocorrências situam-se na porção ocidental, onde estes litótipos ocorrem sustentando os relevos da Serra do Pinheiro, aparentemente em baixo mergulho, intimamente relacionados com os corpos de mármore dolomítico e micaxistos circundantes. Próximo ao contato com os ortogneisses podem ocorrer pequenos corpos de quartzitos fortemente milonitizados (ponto CL-196, ver foto 16), cuja expressão não é mapeável na escala deste trabalho. No canto nordeste desta folha, compare-

cem sustentando uma camada alongada e verticalizada, disposta segundo NW-SE, que engloba a linha de crista do Morro Serrotinho do Ribeirão Azul, paralela ao curso do Rio Pindaúva.

Na porção leste da Folha Jacupiranga, uma delgada camada com direção NE-SW, ocorre na região do Bairro do Lençol. Associa lineação de estiramento direcional com baixo caimento para sudoeste. No mapa sua espessura foi exagerada para efeito de representatividade. Neste local o material é lavrado como saibro para cascalhamento de estradas.

São rochas quartzosas, de coloração creme-esbranquiçada, de granulação média a grossa, freqüentemente recristalizada, havendo coalescência dos grãos de quartzo, mascarando as feições originais do protólito psamítico. Podem também apresentar textura sacaróide. Nota-se que, sempre próximo aos domínios de quartzitos, os micaxistos tornam-se mais arenosos (quartzo micaxistos), atestando transição de ambientes.

As ocorrências de quartzitos assinaladas, ainda que pouco expressivas, são de relevante importância por serem indicativas de ambientes de deposição proximais.

Esses horizontes quartzíticos ao lado dos micaxistos arenosos são correlacionados a Seqüência Turvo-Areado (Silva *et al.*, 1981).

2.2.4.4 Paragneisses e Migmatitos

(P_{tcmp})

Foram tentativamente cartografados e englobados nesta unidade, os domínios de rochas pelíticas que apresentam notável incremento de grau metamórfico, diferenciando-os dos conjuntos de micaxistos. Em ambos contextos descritos a seguir, apresentam complexa história metamórfica-deformacional com as unidades que se relacionam.

Na Folha Jacupiranga, os paragneisses ocorrem preferencialmente ao longo da faixa compreendida pela Zona de Cisalhamento Macaco Branco, por vezes intercalando domínios de rochas cálcio-silicáticas. Têm posição intermediária entre os micaxistos que ocorrem a sul e os migmatitos a norte, incluindo o Gnaisse Itapeúna, cujos contatos são francamente gradacionais. Foram individualizados dos micaxistos por apresentarem maior quantidade de feldspato, em geral sempre acompanhada pela presença de granadas de tamanho que pode ultrapassar a 1.0 cm e também de sillimanita. Esses litótipos freqüentemente ocorrem alterados, por vezes apresentando-se bandados, alternando leitões claros caulínicos (leucossoma), com bandas pelíticas avermelhadas (melanossoma). Feições de incipiente fusão parcial são relativamente comuns, porém indubitavelmente sempre são recuperadas as características do protólito original (metapelítico e metapelítico-carbonático).

A melhor exposição foi registrada nos afloramentos da Pedra do Lençol (ponto NM-3). Neste local os migmatitos são ricos em granadas milimétricas e sillimanita, exibem estruturas dúcteis, em baixo mergulho e, notavelmente, ocorrem assimilando fragmentos de variadas dimensões de mármore dolomítico puros e rochas cálcio-silicáticas (foto 17), havendo inclusive uma pequena caverna (abrigo), causada pela dissolução desses carbonatos. Um baixo radiométrico assinalado nas proximidades a sudoeste da Pedra do Lençol pode indicar presença expressiva de mármore dolomítico e/ou rochas cálcio-silicáticas. Localmente, o maior grau de fusão parcial dos termos aluminosos gera pegmatitos hololeucocráticos (granitos Tipo-S), ricos em muscovita e cristais centimétricos de turmalina preta (ponto AY-17). Ainda no contexto deste último ponto, foram observados blocos de granada-

diopsídio mármore calcítico (AY-17e) que, ao microscópio, revelaram a seguinte composição mineralógica: carbonato (66%), clinopiroxênio (diopsídio) (20%), serpentina (5%), clorita (5%), granada 3%), tremolita (1%), com traços de muscovita e opacos. Trata-se de rocha carbonática, recristalizada, metamorfisada em médio grau, mostra textura cristaloblástica média e estrutura maciça. Constitui-se predominantemente de carbonato, clinopiroxênio e granada. O carbonato ocorre em mosaicos de cristais romboédricos ou xenomórficos e apresentam geminação polissintética plano-paralela. O clinopiroxênio é diopsídio incolor, xenomórfico, está fraturado e substituído ao longo das fraturas por serpentina fibrosa, associa-se a prismas de tremolita. A granada é arredondada e como o clinopiroxênio, está fraturada, associa-se a minerais opacos. Muscovita ocorre em lamelas dispersas. Serpentina, clorita em agregados lamelares são produtos secundários.

Sobre a zona de eixo da ZCT Macaco Branco, a amostra de um paragnaisse milonítico (CL-125) revelou ao microscópio a seguinte composição mineralógica: quartzo (30%), plagioclásio (30%), biotita (10%), feldspato potássico (10%), clorita (5%), subordinadamente ocorrendo sericita, apatita, opacos, titanita, zircão e argilominerais. Mostra-se milonitizada, porfiroclástica, com matriz granolepidoblástica e estrutura foliada e deformada. Porfiroclastos são de plagioclásio e de feldspato potássico, ocorrem xenomórficos, ovalados e estirados segundo os planos de foliação milonítica. O feldspato potássico é pertítico. Na matriz ocorrem quartzo em agregados de subgrãos e "ribbons", com imbricamento em forte extinção ondulante, biotita em agregados lamelares, orientados e deformados, parcialmente cloritizados. Epidoto, sericita, argilominerais, além da clorita são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal.

Como minerais acessórios ocorrem opacos xenomórficos, apatita em grãos, titanita microgranular, associada a biotita e zircão sub idiomórfico. Trata-se provavelmente de um sedimento metapelítico, à semelhança dos xistos, anteriormente analisados, deformado por metamorfismo dinâmico e enriquecido em feldspatos, em zona de falha. Foi classificada como um milonito gnaisse metapelítico (paragnaisse).

No domínio do Gnaisse Itapeúna foram individualizadas ocorrências de migmatitos que ocupam as partes mais altas das serras da Boa Vista e do Lageado, via de regra concordantes, apresentando baixos mergulhos. Embora intimamente relacionados, tentativamente foram diferenciados do Gnaisse Itapeúna por apresentarem solos mais avermelhados, por vezes contendo restos de mármore dolomíticos, sobre os quais podem desenvolver pequenas dolinas (ponto CL-25), como verificado na localidade de Serrinha, a sul de Itapeúna.

Na Folha Rio Guarau, a ocorrência de paragnaises e migmatitos é em geral restrita às proximidades do contato com os ortognaises bandados. Boas exposições são verificadas ao longo da rodovia BR-116, entre os bairros Forquilha e Braço Feio. Nesta região foram individualizados um domínio composto por paragnaises bandados, estruturalmente concordantes com as rochas do embasamento ortognáissico e facilmente confundíveis com estas últimas. Associa-se a um outro domínio de rochas de aspecto granitóide, por vezes de coloração rosada, tentativamente cartografadas e interpretadas como migmatitos ocelares porfiroclásticos (Pcpmo). Suspeita-se de que esta última ocorrência tenha sido confundida com um corpo de granófiro que fora cartografado por Silva *et al.* (1981).

Petrograficamente incluem variedades representadas por muscovita-biotita gnaises miloníticos de composição granítica, localmente porfiroclásticos. Ao mi-

croscópio. a amostra CL-211 revelou a seguinte composição mineralógica: quartzo (26%), feldspato potássico (30%), plagioclásio (20%), biotita (8%), muscovita (5%), com proporções menores de sericita, argilominerais, e traços de opacos, titanita, apatita e zircão. Mostra-se transformada por metamorfismo dinâmico e alteração hidrotermal. Constitui-se predominantemente de feldspato potássico, quartzo, plagioclásio e biotita. O feldspato potássico, geralmente pertítico ocorre em porfiroclastos estirados, lenticularizados e também em cristais e fragmentos menores na matriz. O quartzo forma agregados de subgrãos imbricados entre si, com intensa extinção ondulante. O plagioclásio é xenomórfico, está geminado segundo as leis da albita e albita-carlsbad, mostra-se em grande parte alterado e substituído por sericita e por argilominerais. A biotita é verde, ocorre em agregados lamelares, orientados, deformados, parcialmente muscovitizados e/ou cloritizados. Epidoto granular, sericita, argilominerais muscovita e clorita são produtos de processos de alteração hidrotermal. Titanita e opacos em cristais xenomórficos, apatita em grãos e zircão idiomórfico a xenomórfico são os minerais acessórios encontrados.

No ponto AY-128, ocorre um pegmatito de injeção que corta, de modo discordante, os biotita-hornblenda ortognais bandados encaixantes (ver foto 19). Constitui uma rocha de cor cinza clara com manchas rosadas e pretas, mostra textura granular média a muito grossa, pegmatítica, com cristais de feldspatos maiores que 3 cm, estrutura maciça. Constitui-se basicamente de feldspatos, quartzo, turmalina e mais raramente muscovita. Ao microscópio, a amostra AY-128d mostra-se composta por feldspato potássico (52%), quartzo (35%), plagioclásio (5%), turmalina (5%) e sericita (3%), com traços de carbonatos, zircão, opacos e apatita. Trata-se de um agregado quartzo-feldspático, rico em tur-

malina. O feldspato potássico é o mineral predominante, ocorre em cristais e megacristais xenomórficos a idiomórficos, invariavelmente pertíticos, fraturados. O plagioclásio é tabular, subidiomórfico a idiomórfico, está geminado segundo as leis da albita e albita-carlsbad e parcialmente alterado a sericita, argilominerais e carbonato. O quartzo é xenomórfico, intersticial aos feldspatos, mostra fraturamento e forte extinção ondulante. A turmalina aparece em cristais prismáticos, fraturados, por vezes zonados, em tons de azul e verde escuro. Sericita, argilominerais e carbonato são produtos secundários, resultam de processos de alteração hidrotermal.

Provavelmente é oriundo de líquidos aluminosos mobilizados dos paragnaisses e migmatitos sobrejacentes. Junto às paredes deste pegmatito, nota-se crescimento ortogonal de cristais de turmalina preta, indicativo de forte contraste de temperatura e posterior idade relativa.

No contexto da Folha Jacupiranga, a associação de paragnaisses e migmatitos somadas às ocorrências de quartzitos pode ser correlacionada à Sequência Turvo-Areado (Silva *et al.* 1981), denominação esta também adotada por Campanha *et al.* (1985).

Do ponto de vista geofísico, a associação dos paragnaisses e migmatitos apresenta valores relativamente elevados nos mapas aeroradiométricos de eU, eTh e K. Na Serra do Cruzeiro foram registrados valores de até 5 ppm eU. Essas assinaturas podem ser correlacionadas com feições ultrametamórficas sofridas pelos protólitos metapelíticos, ocasionando geração de granitos tipo-S, ricos em potássio e paragéneses radioativas que inclui monazita, esta detectada nos concentrados de batéia. Baixos radiométricos assinalados a sudoeste da Pedra do Lençol podem representar expressivos corpos de rochas carbonáticas (mármore dolomíticos e/ou cálcio-silicáticas) englobados pelos migmatitos.

2.2.4.5 Rochas Cálcio-silicáticas (*P tcc*)

Foram cartografados três domínios de rochas cálcio-silicáticas, posicionados a leste e nordeste da Folha Jacupiranga. O primeiro e maior deles ocorre a nordeste da folha, constituindo uma faixa posicionada segundo a direção NE-SW que ocorre margeando a porção a leste da Serra do Lençol, na região do bairro homônimo. O relevo é colinoso, bastante arrasado, sendo que as cotas são quase sempre inferiores a 150 metros. Outro domínio identificado possui forma lenticular, com direção E-NE, situando-se ao longo do Ribeirão Padre André. A última ocorrência constitui uma pequena lente, com relevo localmente destacado, disposta segundo W-NW, pouco à norte da margem esquerda do Rio Turvo, na região a extremo leste da folha.

As rochas cálcio-silicáticas ocorrem entremeadas aos domínios de paragneisses, migmatitos e micaxistos, com os quais apresentam contatos gradacionais, embora superimpostos por tectônica de cisalhamento transcorrente em alto mergulho. No seio do Gnaiss Itapeúna é freqüente a presença de encaves "restitos" de composição cálcio-silicática (diopsiditos e tremolitos), dada sua natureza refratária, embora tratem-se de rochas bastante reativas. Na Folha Rio Guaraú, as ocorrências de rochas cálcio-silicáticas são pontuais, estando restritas às porções onde os mármore dolomíticos impuros encontram-se parcialmente migmatizados.

Esses litótipos, quando mais preservados do intemperismo, freqüentemente apresentam coloração esverdeada, localmente esbranquiçada, quando alterados, apresentam coloração amarelada típica, eventualmente verde-maçã. Apresentam relativas proporções de quartzo e feldspato, localmente com aspecto de gnaisses cálcio-silicáticos. A mineralogia básica é representada por tremolita, diopsídio, hornblenda, epidoto e quartzo.

Amostras representativas desta unidade (AY-1 e AY-6) revelaram ao microscópio serem constituídas por feldspato potássico (15-30%), clinopiroxênio (diopsídio) (25%), hornblenda (5-20%), quartzo (10-27%), biotita (10%), epidoto (5%) e, de modo subordinado, clorita, sericita, argilominerais, carbonato, com traços de opacos, apatita, titanita e zircão. Consistem em rochas cálcio-silicáticas, mostrando textura granoblástica média a grossa e estrutura orientada. Constituem-se predominantemente por feldspatos, clinopiroxênio, quartzo, hornblenda e biotita. Os feldspatos são predominantemente feldspato potássico em cristais tabulares, xenomórficos, mostram a geminação polissintética cruzada ou são pertíticos. O plagioclásio é tabular, subidiomórfico, está geminado segundo as leis da albita e albita-carlsbad. O clinopiroxênio (diopsídio) é tabular, xenomórfico, forma agregados, associa-se a hornblenda tabular, verde clara, em bandas intercaladas nas bandas predominantemente quartzo-feldspáticas. A biotita é parda, ocorre em agregados lamelares orientados, está parcialmente cloritizada. O quartzo é xenomórfico, associa-se aos feldspatos. Epidoto, carbonato, sericita, clorita e argilominerais são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal. Opacos e titanita xenomórficos, apatita e zircão em grãos são os minerais acessórios presentes.

As paragêneses observadas são indicativas de metamorfismo de grau elevado, dado a constante presença de diopsídio.

As assinaturas aerogeofísicas radiométricas caracterizam baixos valores de concentração de potássio nos domínios desta unidade.

2.2.4.6 Gnaiss Itapeúna (*P tcgi*)

Esta unidade foi cartografada e designada em trabalhos anteriores como

Complexo Granítico Itapeúna ou Granito Itapeúna, interpretado como granito de anatexia (Cordani *et al.*, 1971; Algarte *et al.*, 1974; Morgental *et al.*, 1975; Silva *et al.*, 1981). No presente trabalho, as observações de campo permitiram concluir que seus protólitos estão estritamente relacionados aos do Complexo Turvo-Cajati, integrando-o como *status* de subunidade, embora os estudos geocronológicos realizados no âmbito do presente trabalho indiquem que a gênese do Gnaise Itapeúna é resultante de um processo de migmatização regional, através de importante evento de retrabalhamento ocorrido no Neoproterozóico. De acordo com as características composicionais, texturais e estruturais observadas, julga-se mais adequada a designação desta unidade como Gnaise Itapeúna.

Distribui-se predominantemente na porção central da Folha Jacupiranga, numa faixa disposta segundo a direção NE-SW, com franco limite tectônico dado, a norte, pela ZCT Cubatão-Lancinha com as rochas do Complexo Embu. A sul, seus limites são difíceis de precisar, uma vez que apresenta contato gradual com paragnaisses aluminosos e cálcio-silicáticos, embora feições transcorrentes também ocorram nesta região. Ainda nesta região, acha-se parcialmente penetrado pela intrusão do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga.

Trata-se de um gnaise granitóide migmatizado, com texturas ora homogêneas ora heterogêneas, predominando granulação média a grossa. Quando preservados do intemperismo, os termos exibem coloração acinzentada, quando mais alterados, revelam cor de alteração branco-amarelada, com geração de solos claros e arenosos. Por outro lado, quando menos evoluído, os solos e os regolitos são avermelhados, por vezes recuperando-se as características do protólito paraderivado. O modo de ocorrência se dá sob a forma de lageados amplos, e também sustentando

partes dos relevos de serras alongadas em cujas encostas há profusa ocorrência de blocos e matacões. As porções que ocorrem ao longo das cristas dessas serras (e.g. Boa Vista, Lageado, Cruzeiro e Lençol) apresentam faixas contendo metassedimentos migmatizados com restos de mármore dolomíticos que resistiram ao processo de fusão parcial devido a sua natureza refratária. Essas porções foram descritas na unidade dos paragnaisses e migmatitos do Complexo Turvo-Cajati por possuírem menor proporção de feldspato em relação ao Gnaise Itapeúna, que exhibe aspecto granitóide mais notável.

A composição varia de tonalítica a granítica tendo como máfico dominante a biotita. Localmente observa-se também a presença de granada. São abundantes e generalizadamente distribuídos enclaves de rochas cálcio-silicáticas, de dimensões variadas, formando tremolitos/diopsiditos esverdeados, em diversos estágios de assimilação (foto 20). Estes enclaves são interpretados como restitos de material carbonático. Eventualmente pode englobar porções de mármore dolomíticos puros. Localmente também notam-se mobilizados aluminosos contendo quartzo, feldspato, muscovita e turmalina preta.

A amostra CL-90 corresponde ao afloramento onde foram coletadas as amostras para datação geocronológica pelo método U-Pb em zircões. Representa as porções mais nebulíticas da unidade, constituindo um biotita gnaise de composição granítica. Ao microscópio mostra-se composta por plagioclásio (33%), feldspato potássico (34%), quartzo (18%), biotita (6%), com pequenas quantidades de clorita, sericita, carbonato e argilo-minerais. Como acessórios ocorrem titanita, apatita, zircão e opacos. Os feldspatos, principalmente o potássico, ocorrem na matriz e como porfiroblastos poiquilíticos, com inclusões de plagioclásio e quartzo, invariavelmente periticos. O plagioclásio ocorre

em cristais prismático-tabulares menores, geminados segundo as leis da albita e albita-carlsbad, parcialmente saussuritizados. O quartzo é intersticial aos feldspatos, forma agregados de subgrãos imbricados entre si, com forte extinção ondulante, estiramento e imbricamento. A biotita é verde, forma agregados lamelares orientados, deformados, está em parte cloritizada. Sericita, carbonato, epidoto e argilominerais são produtos secundários, resultantes de saussuritização do plagioclásio, através de alteração hidrotermal. Opacos xenomórficos, apatita em grãos ovais, titanita microgranular e zircão em grãos ou cristais subidiomórficos são os acessórios encontrados.

Na localidade de Água Parada, um morrote disposto segundo a direção E-W, a sul desta unidade, revela expressivo alto radiométrico nos mapas aerogeofísicos. Neste contexto, uma amostra do ponto AY-39, evidencia rocha coloração cinza média, anisotropia forte e foliação milonítica. Apresenta alternância de níveis quartzo feldspáticos milimétricos, descontínuos e anastomosados, com níveis máficos predominando biotita e clorita. São identificados porfiroclastos esbranquiçados e rosados com até 5mm de comprimento imersos em uma matriz de granulação muito fina. Possui, com certa frequência, fraturas descontínuas, orientadas ou não segundo a foliação e preenchidas por um material muito fino esverdeado escuro. Ao microscópio, a textura é milonítica porfiroclástica. Os porfiroclastos são de feldspato potássico, plagioclásio, muscovita e turmalina, com tamanhos de até 5mm, imersos em uma matriz constituída por grãos submilimétricos. Os porfiroclastos perfazem cerca de 30 - 40% da rocha. A composição mineralógica inclui plagioclásio ($\pm 27\%$), quartzo ($\pm 25\%$), muscovita ($\pm 18\%$), feldspato potássico ($\pm 10\%$), biotita ($\pm 7\%$), turmalina ($\pm 5\%$), clorita ($\pm 4\%$), opacos ($\pm 3\%$) e sericita ($\pm 1\%$). Apatita e epidoto ocorrem como traços.

Os porfiroclastos de plagioclásio encontram-se muito sericitizados com algumas pontuações de epidoto associados, dificultando sua determinação por meios ópticos. São anedrais a subedrais com extinção ondulante tendendo a formar subgrãos e bordas finamente recristalizadas. Às vezes são encontrados finos cristais de feldspato potássico associados, contornados pela matriz, formando sombras de pressão. Na matriz estão finamente recristalizados e orientados.

O quartzo é anedral, submilimétrico com forte extinção ondulante. É representado por subgrãos ou grãos submilimétricos tendendo a formar subgrãos. Estão dispersos ou concentrados em níveis milimétricos anastomosados circundados pela foliação milonítica, chegando a formar sombras de pressão. Ocorrem também como finos cristais associados à turmalina.

Os porfiroclastos de feldspato alcalino são geralmente anedrais com forte extinção ondulante, bordas finamente recristalizadas e estão tendendo a formar subgrãos. São observados finos intercrescimentos com quartzo e alguns cristais com microfaturas preenchidas por sericita. Na matriz são mais límpidos e orientados.

Os porfiroclastos de muscovita estão orientados segundo a foliação, apresentam *kink bands* e estão formando subgrãos. Na matriz ocorre como finas lamelas recristalizadas e orientadas segundo a foliação.

As finas lamelas de biotita são esverdeadas e estão principalmente associadas às superfícies bem deformadas contínuas ou não e anastomosadas, juntamente com clorita, sericita, quartzo e opacos.

A turmalina encontra-se como porfiroclastos anedrais e raros subedrais com tamanhos de até 7mm e coloração verde castanha. Estão orientados segundo a foliação milonítica e circundados pelos cristais da matriz com formação de sombras de pressão. Possuem como minerais associados clorita, biotita, quartzo e muscovita.

Os opacos estão dispersos e orientados segundo a foliação da rocha como também preenchendo fraturas. A sericita ocorre como finas lamelas sobre o feldspato potássico e plagioclásio. A apatita é euedral dispersa.

Foi classificado como biotita-muscovita gnaiss granodiorítico milonítico com turmalina. A rocha é de composição granodiorítica que sofreu deformação plástica, formando estrutura de fluxo com sobras de pressão nos porfiroclastos e metamorfismo da fácies anfibolito. Os estágios finais da deformação são representados por superfícies anastomosadas retrometamórficas com percolação de fluidos, gerando a associação mineral da fácies xisto verde biotita + clorita + sericita + quartzo.

A estruturação do Gnaiss Itapeúna é bastante variável. Predominam direções de gnaissificação segundo NE-SW, localmente E-W e subhorizontais de médio a baixo ângulo, com mergulhos tornando-se subverticais a medida em que se caminha para o eixo da ZCT Cubatão, onde se observa forte foliação milonítica impressa (foto 21). A nível regional esta unidade sugere ter sido inicialmente deformada em regime compressional, de baixo ângulo, com progressiva deformação dos limites a norte em regimes transcorrentes transpressivos. No entanto, cabe ressaltar que alguns indicadores cinemáticos verificados em litótipos afetados pela ZCT Cubatão-Lancinha (ponto CL-77) revelaram movimentação sinistral. Foram interpretados como prováveis estruturas pretéritas, compatíveis com a deformação das rochas do Complexo Turvo-Cajati e que resistiram à imposição da zona de cisalhamento em questão.

A exclusiva ocorrência do domínio dessas rochas junto a ZCT Cubatão-Lancinha é sugestiva de migmatização e alçamento tectônico das porções mais profundas dos litótipos que integram o Complexo Turvo-Cajati, relacionado a um

evento de colisão continental dos blocos a sul e a norte da ZCT Cubatão. Posteriormente, os processos erosivos removeram parte das coberturas de paragneisses aluminosos e migmatitos. Deste modo, o Gnaiss Itapeúna revela-se na sua maior expressão como um granitóide anatético, crustal, do Tipo S, com caráter sincolisional. Cabe ressaltar que a migmatização dos protólitos metassedimentares do Complexo Turvo-Cajati envolveu nesta faixa, amplo domínio de rochas carbonáticas puras e impuras, i. e., mármore dolomíticos e rochas cálcio-silicáticas, conferindo a esta unidade aspecto composicional e localmente textural confundíveis com granitóides "cálcio-alcálicos", por vezes apresentando hornblenda. Por outro lado, em alguns afloramentos como nos pontos CL-29, CL-81, AY-17, AY-22, AY-25 foram descritos hornblenda-biotita gnaisses de composição tonalítica a granítica, freqüentemente portadores de titanita e allanita além de enclaves anfibolíticos. Neste último contexto há dúvidas quanto a natureza do protólito investigado, pois aparentemente são sugestivos de se tratarem de granitóides do Tipo I, cálcio-alcálicos híbridos, de baixa profundidade, que poderiam envolver fusão parcial de protólitos ortoderivados. Conclui-se portanto que esta unidade apresenta uma complexa história evolutiva, quer seja do ponto vista composicional e/ou tectono-estratigráfico.

Regionalmente, o Gnaiss Itapeúna pode estar relacionado com os diversos corpos de granitóides crustais aluminosos ou não, que ocorrem ao longo da faixa imediatamente a sul da ZCT Cubatão. Dentre alguns exemplos podem ser citados os granitos Taiaçupeba, Salesópolis e Natividade que ocorrem em semelhante contexto, a leste da cidade de São Paulo, junto à Serra do Mar. Os processos tectônicos que originaram a unidade em pauta podem também ter estreita relação com a evolução do Complexo Atuba (Siga Jr. *et al.*,

1996), neste sentido, representando a faixa de retrabalhamento da borda do Cráton Luís Alves, caracterizada na área em estudo, pela migmatização das coberturas supracrustais metassedimentares do Complexo Turvo-Cajati.

2.2.4.6.1 Idade

A datação radiométrica U-Pb em zircões do Gnaiss Itapeúna, efetuada na amostra CL-90, indicou valor de 634 ± 26 Ma. (figura II.2.3). Foi obtido através do intercepto inferior de uma reta discórdia, definida a partir de um agrupamento de três populações de zircões bastante discordantes (afastados da curva Concórdia). Essa idade pode ser indicativa de um pro-

cesso migmatítico de escala regional. O valor do intercepto superior não tem significado geológico preciso, sugerindo apenas uma possível idade arqueana para o protólito desse material.

2.3 Domínio Ribeira

O domínio enfocado corresponde à área de distribuição das litologias integrantes do Complexo Embu e do Grupo Açungui, este último representado na área pelos termos da Formação Votuverava. De modo integral, todo esse conjunto posiciona-se exclusivamente a norte da ZCT Cubatão-Lancinha, na porção setentrional da Folha Jacupiranga.

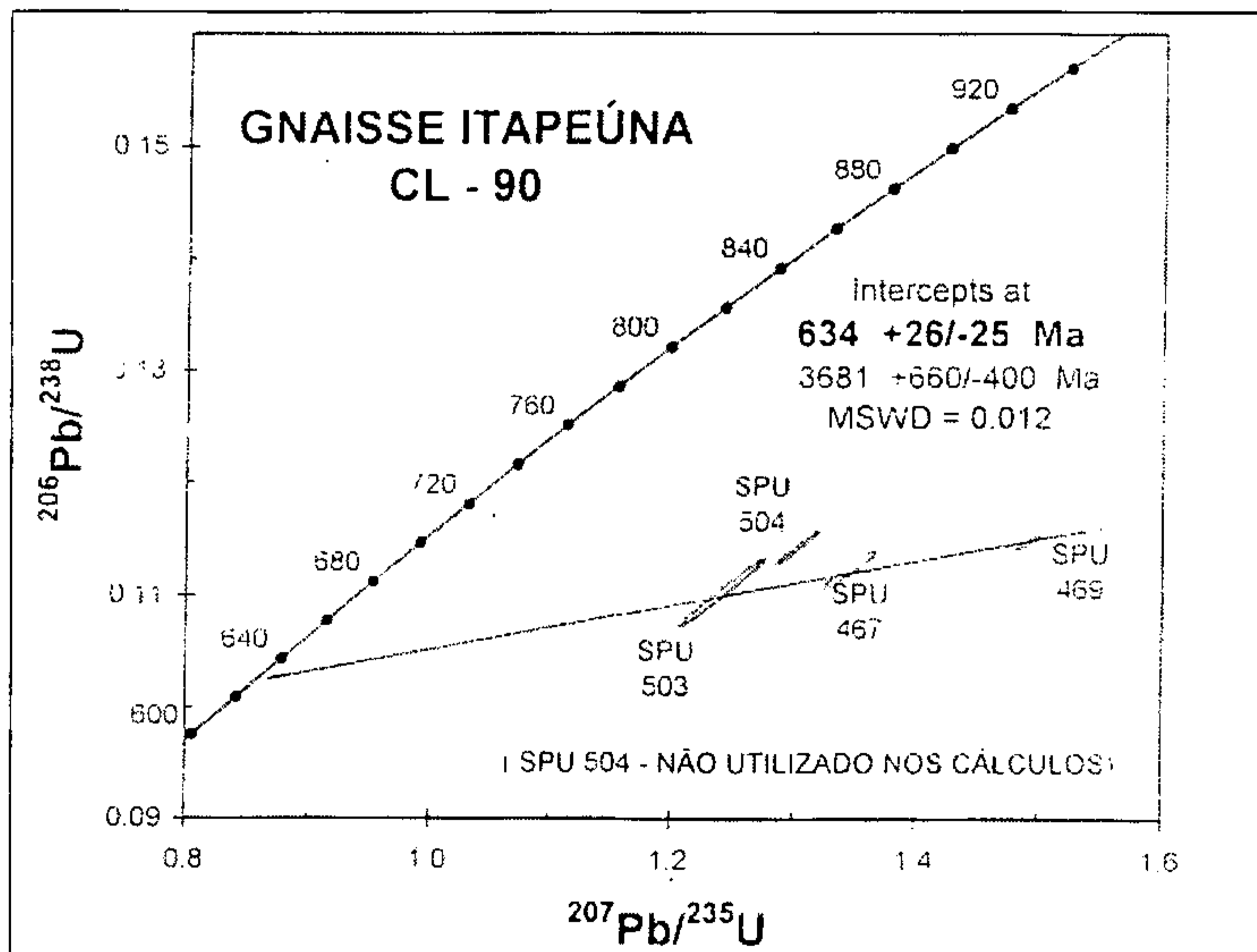


Figura II.2.3 - Diagrama U-Pb em zircões - Gnaiss Itapeúna (Complexo Turvo-Cajati)

A região situada nos arredores da localidade de Itapeúna (quadrante noroeste da Folha Jacupiranga) exhibe geologia complexa devido à confluência de diversas zonas de cisalhamento, justapondo importantes limites das diferentes unidades estratigráficas cartografadas, complicada ainda pela tectônica mesozóica (diques) e pelas coberturas aluvionares do Rio Ribeira. Embora tal região tenha pequena expressão na área deste trabalho, pode-se afirmar que constitui parte de importante área-chave.

Excetuando-se os domínios da Serra do Taquari, verifica-se que há nítida distinção entre padrões geomorfológicos apresentados pelas áreas ocupadas pelas litologias do Grupo Açungui e as do Complexo Embu, este último exibindo relevo mais arrasado.

2.3.1 Complexo Embu

A utilização do termo Complexo Embu aqui empregada refere-se a um domínio metassedimentar com intercalações de rochas anfibolíticas, de grau metamórfico que varia desde fácies xisto-verde alto a anfibolito, atingindo a zona da sillimanita, com incremento de feições de fusão parcial (migmatização) para sudeste. Nestas últimas feições pode haver desenvolvimento de granitos do tipo S e de pegmatitos hololeucocráticos, via de regra portadores de muscovita e turmalina preta, os quais, a partir da área deste trabalho, formam uma longa faixa com ocorrências de caulim, estendendo-se em direção a Sete Barras, passando por Juquitiba, Tapiraí, atingindo inclusive a região do Vale do Paraíba (São Luiz do Paraitinga). Tais características, aliadas às interpretações paleogeográficas da sua sedimentação, e também do magmatismo básico (ortoanfibolitos), notadamente diferem-no do Grupo Açungui, considerando-se tratar-se do embasamento deste último e não sua porção basal, em-

bora ambos apresentem semelhante padrão deformacional, como será visto posteriormente.

Uma questão fundamental para o entendimento da evolução deste complexo, consiste na determinação das rochas que constituem seu embasamento. Em estudos efetuados por Fernandes (1991), na região de São José dos Campos, foi caracterizado o Complexo Rio Capivari, com idades mais antigas, determinadas por Tassinari (1988), Tassinari *et al.* (1989) e Babinski (1988), para o paleossoma, mesossoma e leucossoma de migmatitos de aspecto ortoderivado, cuja interpretação é indicativa de geração de rochas no Arqueano (2950-2750 Ma) ou no Paleoproterozóico (2500-2300 Ma), tendo sido retrabalhadas no Mesoproterozóico (1500-1300 Ma). Os terrenos do Complexo Rio Capivari podem então se revelar como forte candidato para representar o embasamento do Complexo Embu, conforme já sugerido.

Na área em estudo, as litologias atribuídas ao Complexo Embu ocupam predominantemente a porção setentrional da Folha Jacupiranga, distribuindo-se ao longo de uma faixa de direção NE-SW, cuja espessura progressivamente aumenta em sentidos opostos: para nordeste, em direção a Sete Barras, e para sudoeste, entre os limites das ZCTs Cubatão-Lancinha e Ribeira (Lineamento Ribeira). Os contatos com as outras unidades são todos de natureza tectônica, dados a noroeste com o Grupo Açungui (Formação Votuverava), através da ZCT Ribeira, na região a oeste da serra do Taquari, e a sul com Complexo Turvo-Cajati (Gnaiss Itapeúna), através da ZCT Cubatão-Lancinha, onde os contatos são, em grande parte, encobertos pelos sedimentos quaternários das planícies aluvionares do Rio Ribeira e terraços de cascalhos terciário-quaternários.

No domínio a oeste da Serra do Taquari, a caracterização quanto ao correto traçado dos contatos com as rochas da

Formação Votuverava (Grupo Açungui) foi prejudicado, havendo dificuldades em precisar os exatos limites, mesmo através de fotointerpretação, pois parece ocorrer intenso imbricamento tectônico entre as duas unidades, também perturbados pelos diversos diques básicos mesozóicos ali presentes. Cabe ainda ressaltar que se trata de região de difícil acesso, com relevos agrestes e intensa cobertura vegetal. Em mapeamentos anteriores o contato entre as rochas do Grupo Açungui e Complexo Embu foi interpretado tradicionalmente como situado a leste da Serra do Taquari, esta sustentada por quartzitos. Entretanto, neste trabalho, a partir da correlação efetuada entre os pacotes quartzíticos que ocorrem na estrada que liga os bairros Barra do Batatal e Barra do Braço, situada na Folha Braço, nas proximidades do limite oriental da Folha Jacupiranga, permitiu-se supor que esses quartzitos estão francamente relacionados com as rochas do Complexo Embu, ou seja, micaxistos, granada-quartzo micaxistos, rochas cálcio-silicáticas e mármores dolomíticos (Mármore da Tapagem), com ocorrência restrita a sul da ZCT Ribeira (Lineamento Ribeira). Também o ambiente de sedimentação e o grau metamórfico da Formação Votuverava mostram-se incompatíveis com espessos pacotes de quartzitos de ambiente proximal. Assim, o contato entre Complexo Embu e o Grupo Açungui, embora ainda necessitando de uma melhor caracterização, mostra maior coerência ao ser posicionado a oeste da Serra do Taquari, complicado tectonicamente pela inflexão para norte da ZCT Ribeira.

As litologias cartografadas incluem predominantemente associações metapelíticas, representadas por micaxistos em geral e sericita xistos carbonosos, metapsamo-pelítica (quartzo-filitos, metarenitos e quartzitos), metacarbonática (metamargas e rochas cálcio-silicáticas) e metaígnea (ortoanfibolitos).

Como já mencionado, o grau metamórfico é variável de fácies xistos verdes alto a anfibolito, com forte imposição de feições retrometamórficas, sobretudo quanto aos domínios posicionado nas áreas sob influência das faixas de maior deformação das zonas de cisalhamento transcorrentes, com expressiva formação de filonitos. Esta última característica localmente confere aos micaxistos do Complexo Embu, "aspecto de rochas de baixo grau metamórfico", induzindo confusão com os filitos da Formação Votuverava. As locais ocorrências de incipiente fusão parcial, com geração de porções de pegmatitos caulínicos contendo muscovita e turmalina preta, estão relacionadas aos micaxistos aluminosos que contêm sillimanita, situados nas proximidades da ZCT Cubatão-Lancinha. Aparentemente, as texturas indicam ocorrer incremento do grau metamórfico de NW para SE, fato este também confirmado por Perrota (1996). De acordo com Vieira (1989), que realizou trabalho em área afim, o primeiro evento de metamorfismo de caráter regional e progressivo, atingiu condições máximas de temperatura entre 575°C e 700°C e pressões maiores que 5 Kb, responsável pela cristalização da granada, estauroлита, cianita e sillimanita prismática.

Estruturalmente, as rochas da unidade em apreço, encontram-se deformadas em regime de cisalhamento transcorrente de natureza dextral, francamente ligado à imposição da ZCT Cubatão-Lancinha com geração de estruturas do tipo rabo-de-cavalo, conferindo foliação milonítica aos litótipos. Não se exclui a possibilidade de que, originalmente, houve deformação em regime de cavalgamento com posterior obliteração imposta pelos regimes transcorrentes.

As litofácies observadas indicam sedimentação marinha, de águas não muito profundas, dada a constante presença de rochas carbonáticas, provavelmente associadas à plataformas, onde, nas porções mais proximais, ocorreu a deposição de

psamitos (quartzitos) de provável ambiente litorâneo e que gradam para faixas carbonáticas (mármore dolomíticos e rochas cálcio-silicáticas e cálcio-xistos) e estas últimas para pelitos (micaxistos aluminosos, por vezes rítmicos), com eventuais intercalações de rochas anfíbolíticas, já em contexto de águas mais profundas (transgressão?).

A questão do ambiente tectônico no qual foram depositadas as rochas do Complexo Embu ainda não se encontra definida. Campanha (1991) concluiu que as rochas anfíbolíticas (hornblenda anfíbolitos), posicionadas a sul da ZCT Ribeira mostram assinaturas químicas com afinidades de basaltos de fundo oceânico (MORB), que guardam similaridades com os basaltos de cadeias mesoceânicas modernas.

Suspeita-se que a geração da bacia onde foram depositados os termos do Complexo Embu possa estar relacionada com evento tectônico de natureza distensiva, ligado a estágio de abertura oceânica, ocorrido anteriormente a deposição do Grupo Açungui. Deste modo, durante o pretérito estágio de evolução, ter-se-ia desenvolvido regime tectônico divergente aliado à sedimentação em bacia de margem passiva (do tipo Atlântico), com formação de assoalho oceânico. Posteriormente, ambas unidades, sofreram os mesmos efeitos de processo colisional oblíquo, enfeixadas em cinturão de cisalhamento transcorrente dextral transpressivo.

Cabe ainda ressaltar que, embora não evidenciado na área deste trabalho, o plutonismo granítico de natureza cálcio-alcalina, de idade neoproterozóica, se faz presente tanto nos domínios regionais do Complexo Embu como nos do Grupo Açungui, e caracteristicamente a norte da ZCT Cubatão-Lancinha.

Não há dados geocronológicos disponíveis para o Complexo Embu no âmbito da área em apreço. Considerando-se que esta unidade pode ser correlata à Seqüên-

cia/ Formação Perau, presume-se que sua sedimentação deve ter-se iniciado durante o Mesoproterozóico, tendo-se unicamente por base as diversas datações efetuadas pelo método Pb/Pb nas mineralizações do Tipo Perau-Canoas, que apontam idades em torno de 1.400 e 1.430 Ma. Por outro lado, parece plausível que os principais processos de deformação e metamorfismo atuados, tenham se iniciado e evoluídos ao longo do Neoproterozóico, culminando com retrabalhamentos ocorridos durante fase colisional, presumindo-se assim que esta última seja a idade do último evento tectono-metamórfico. Neste sentido, os dados geocronológicos para rochas deste complexo, na região de Embu-Guaçu - Parelheiros, apresentados por Vieira e Tassinari (1988) e Vieira (1989) revelaram, em rocha total, idade Rb-Sr igual a 750 ± 20 Ma.

Do ponto de vista de correlação estratigráfica, podem ser correlatos ao Complexo Embu todos os domínios geológicos com características afins, que ocorrem a partir das adjacências da porção norte da ZCT Cubatão-Lancinha. Regionalmente, citando alguns exemplos, a extensão da faixa para nordeste incluiria (Complexo Embu e Seqüência Miracatu, de Dantas *et al.*, 1987; Xistos Santa Rita e Unidade de Sericita Xistos e Filitos de Vieira 1989; porções do Complexo Paraibuna que ocorrem a norte da ZCT Cubatão, de Chiodi Filho *et al.*, 1983 e Fernandes, 1991), assim como os xistos que ocorrem a sul da ZCT Taxaquara. Ressalte-se que os estudos realizados no âmbito deste projeto permitiram concluir que, na extensão para sudoeste, a partir da localidade de Itapeúna, há continuidade física entre domínios do Complexo Embu e aqueles cartografados sob a denominação de Seqüência Serra das Andorinhas (Campanha *et al.* 1985), que inclui o Mármore da Serra da Bandeira, também designado Mármore da Tapagem (Campanha *et al.* 1987 e Campanha, 1991). No Estado do Paraná, as ocorrências

as correlacionáveis ao Complexo Embu ocupam preferencialmente núcleo de estruturas antiformais. neste último caso representado pelas rochas que compõem os núcleos Alto Açungui, Betara, Tigre, Ouro Fino (Piekarz, 1981) e Anta Gorda, ou seja, os termos representativos da Seqüência ou Formação Perau. De acordo com interpretações anteriormente mencionadas, os domínios da Formação Água Clara e correlatos poderiam representar outro flanco de margem passiva, portanto seriam cro-correlatos ao Complexo Embu.

Recomenda-se o abandono do termo "Setuva" para designar e/ou correlacionar qualquer unidade litoestratigráfica que ocorra a norte da ZCT Cubatão e sua continuidade no Paraná como ZCT Lancinha. Yamato (1999) propõe que a utilização do termo Setuva seja restrito a faixa de xistos que bordejam a antiforma homônima, que representariam a Formação Setuva. Conforme anteriormente já abordado, exclui-se qualquer tentativa de correlação entre os Complexos Embu e Turvo-Cajati, embora ambos possuam certa semelhança composicional e metamórfica entre alguns de seus litótipos.

A seguir são descritas as unidades litológicas do Complexo Embu, cartografadas no âmbito da Folha Jacupiranga.

2.3.1.1 Micaxistos (Nemx)

Constituem a associação litológica predominante, ocupando a maior porção aflorante a norte da Folha Jacupiranga. Cabe ressaltar que estas litologias também são largamente abundantes do ponto de vista de distribuição regional no Complexo Embu.

Compreendem micaxistos diversos, em geral quartzosos, eventualmente carbonáticos (cálcio-xistos). Estes litótipos freqüentemente encontram-se alterados, embora apresentem, em geral, boa preservação das estruturas, localmente ressal-

tando o aspecto bandado/ritmico. As melhores exposições foram constatadas ao longo das margens do Rio Ribeira. São rochas que exibem colorações (de intemperismo) avermelhadas e arroxeadas e cinza claro a médio quando mais preservados. Ostentam granulação que varia de grossa a fina, não raro apresentando na composição granada e sillimanita. Petrograficamente foram comumente reconhecidos granada-biotita-muscovita quartzo xistos e biotita-muscovita quartzo xistos, via de regra filonitizados, quase sempre portadores de turmalina. Em lâmina, a rocha apresenta uma textura lepidoblástica parcialmente filonitizada. A biotita ocorre em palhetas intimamente interestratificada com escamas de muscovita, alterando para produtos micáceos diversos, inclusive (localmente) para clorita. A granada ocorre sob a forma de pequenos porfiroblastos amplamente fraturados e alterados ao longo das fraturas para material argilomícáceo.

A sillimanita foi observada em contexto de afloramentos muito alterados e que não permitiram a caracterização petrográfica, enquanto que a presença de estauroлита e cianita é deduzida a partir de sua ocorrência verificada em amostras de concentrados de batéia, coletadas nesse domínio.

Exibem grau metamórfico variável, fácies anfíbolito a xistos verdes alto, observando-se que a presença da sillimanita ocorre preferencialmente nas proximidades da ZCT Cubatão-Lancinha, eventualmente constatando-se incipiente fusão parcial, com geração de pegmatitos caulínicos hololeucocráticos, portadores de agregados de megacristais de muscovita e turmalina preta, tal como observado no ponto CL-245.

Quando intensamente afetados por transcorrências, os micaxistos assumem aspecto de filonitos, associando também forte retrometamorfismo. Nestas últimas

condições, quando os litótipos estão muito alterados, são passíveis de confusão com filitos de baixo grau metamórfico.

As observações de algumas estruturas apontaram indicadores cinemáticos condizentes com regime de deformação transcorrente dextral. Foram evidenciadas variações das direções da foliação milonítica em duas regiões: a partir da zona do eixo da ZCT Cubatão-Lancinha (N55E, com alto mergulho para NW), com os xistos adjacentes exibindo direções (NNE com médio a baixo mergulho NW) e na região da Fazenda Alabama (Laranjal), localizada a noroeste de Eldorado, onde a foliação inflete para a direção NW, provavelmente constituindo estrutura S-C. Estas feições presumivelmente podem estar relacionadas com perturbações de fluxo do processo de cisalhamento, suspeitando-se que, em parte, os esforços atuados tenham sido ajustados devido a maior competência oferecida pelo Granito Serra do Aboboral, que ocorre nas proximidades a nordeste, no domínio da folha homônima, não aflorante na área Folha Jacupiranga.

A deformação e metamorfismo impressos, ao lado da baixa qualidade dos afloramentos observados, não permitiram determinar o ambiente de sedimentação, embora seja presumível a deposição em águas relativamente profundas.

2.3.1.2 Quartzitos, Quartzo xistos e Quartzo filitos (Neqx)

Essas litologias afloram na porção noroeste da Folha Jacupiranga, constituindo uma associação psamo-pelítica que sustenta os relevos da Serra do Taquari. Os quartzitos ocupam preferencialmente a linha de crista da referida serra enquanto que os quartzo xistos e quartzo filitos ocorrem ao longo das bordas. A partir da foz do Rio Taquari, a espessura desta faixa aumenta progressivamente desenvolvendo-se segundo a direção NNE, infletindo para

norte-sul, adentrando nos domínios da Folha Serra do Aboboral.

Todos os contatos são tectônicos, vinculados à imposição da ZCT Ribeira, que nesta região inflete para norte. Devido dificuldades de acesso não foram realizados perfis que cruzassem a Serra do Taquari. As informações quanto a presença de quartzitos ao longo da crista foram obtidas a partir de mapa geológico compilado e reinterpretado (Silva, 1978) que originalmente exhibe o pacote quartzítico recortado por diversas falhas rúpteis transversais, associadas com os diques básicos mesozóicos. Entretanto, com base na nítida configuração dextral da ZCT Ribeira, e as informações estruturais coletadas no domínio adjacente da Formação Votuverava, o desvio na linha de crista da porção terminal, a sul da Serra do Taquari, foi interpretado como configuração causada por provável estrutura S-C dextral.

De acordo com Silva (*op. cit.*), os quartzitos desta região possuem granulação fina, coloração esbranquiçada, estando freqüentemente associados aos quartzo xistos e quartzo filitos adjacentes.

Como já fora assinalado, presume-se que os quartzitos aflorantes na Serra do Taquari sejam correlatos àqueles cartografados por Campanha *et al.* (1985), na estrada que liga as localidades de Barra do Batatal e Barra do Braço.

Nas proximidades da borda leste da Serra do Taquari foram encontrados blocos decimétricos rolados, de metaconglomerados bastante deformados, contendo seixos de quartzo. Embora sejam alóctones parecem ser oriundos das partes mais altas da referida serra, associados com os quartzitos.

Na margem esquerda do Rio Ribeira junto a foz do Rio Taquari ocorre um espetacular afloramento de quartzo xisto de coloração acinzentada, com foliação em médio a baixo mergulho cujas estruturas parecem indicar local regime transpressivo,

gerado pela inflexão da zona de influência da ZCT Ribeira. A amostra CL-50, coletada neste ponto, revelou ao microscópio ser composta por quartzo (37%), muscovita (25%), biotita (15%), granada (10%), clorita (5%), sericita (5%), opacos (3%), com traços de turmalina. Trata-se de rocha pelítica, aluminosa, metamorfisada no fácies xisto verde, zona da granada, mostrando textura porfiroblástica com matriz granolepidoblástica e estrutura foliada e deformada. A granada ocorre em microporfiroblastos idiomórficos a xenomórficos, arredondados, estirados, poiquilíticos, com inclusões das fases mais comuns da matriz como quartzo, minerais micáceos e opacos. Mostra evidências de origem sin a tardi/pós-tectônica. A matriz é constituída predominantemente por quartzo e minerais micáceos. O quartzo é xenomórfico, ocorre em agregados de cristais, ora estirados e imbricados entre si, ora tangenciais, formando mosaicos. Biotita em lamelas e agregados lamelares é parda, fortemente pleocróica, está orientada, deformada, associa-se a agregados lamelares de muscovita. Clorita e palhetas de sericita ocorrem entremeados aos mosaicos de quartzo. Minerais opacos ocorrem em cristais estirados segundo a foliação principal e ainda como um material pulverulento (carbonoso), que impregna os minerais micáceos. A turmalina é observada em prismas ou em seções basais triangulares. A rocha foi classificada como sericita-clorita-granada-biotita-muscovita-quartzo xisto carbonoso. Ainda neste contexto litológico, uma amostra coletada sobre a zona de eixo da ZCT Ribeira, no contato com os filitos da Formação Votuverava (ponto CL-250), apresentou semelhante composição que a anteriormente descrita, excetuando-se a presença de granada e com maior deformação impressa, classificada como biotita-clorita-muscovita-quartzo xisto milonítico.

2.3.1.3 Metamargas e Rochas Cálcio-silicáticas (Nemc)

Constituem uma restrita e estreita faixa que aflora preferencialmente ao longo da ZCT Cubatão-Lancinha, distribuindo-se desde as proximidades a sudoeste de Eldorado, com progressivo desenvolvimento em direção à Itapeúna, onde se encontram as melhores exposições. Boa parte desta unidade está encoberta pelos sedimentos cenozóicos das planícies aluvionares do Rio Ribeira, embora possam ser observados afloramentos pontuais ao longo das margens deste rio.

Em termos litológicos compreendem rochas de coloração esverdeada, com granulação fina, exibindo aspecto ora maciço ora bandado, rítmico, alternando delgados leitos verde-claros/escuros. Quando alteradas, apresentam coloração em geral amarelada, eventualmente com fraca percolação de óxidos/hidróxidos de manganês, podendo em ambos aspectos serem confundidas com rochas básicas. Foram ainda observadas relações com cálcio-xistos e metarenitos.

Devido ao seu posicionamento, encontram-se francamente afetadas pela imposição da ZCT Cubatão-Lancinha, configurando notáveis feições miloníticas.

Nos primeiros afloramentos situados na imediação a oeste da localidade de Itapeúna, predominam os termos mais homogêneos, com estrutura maciça, cuja foliação em alto mergulho, promove o aparecimento de feições de *creep* desenvolvidos nos deslocamentos dos taludes da estrada (ponto CL-26). Neste mesmo local, uma amostra desta unidade consiste em rocha de cor verde, granulação fina (praticamente afanítica), estrutura milonítica-filonítica (embora relativamente compacta) cujos minerais não são distinguíveis a vista desarmada. Petrograficamente a rocha apresenta uma textura filonítica (semelhante a lepidoblástica fina) consti-

tuída essencialmente por quartzo, carbonato, clorita, sericita e plagioclásio, com teores acessórios em mineral opaco e turmalina. Trata-se de um filonito oriundo de milonitização acompanhada de diaftorese de uma metamarga (provavelmente).

Nas margens do Rio Ribeira, a sudoeste de Eldorado, o ponto CL-58 constitui afloramento do mesmo corpo, aqui revelando rocha cálcio-silicática bandada, ultramilonítica contendo tremolita-actinolita na paragênese. Em lâmina, a rocha revela uma textura ultramilonítica irregularmente bandada e alguma recristalização, constituída essencialmente por tremolita-actinolita e plagioclásio, com quantidade bem subordinada e frações acessórios de clorita e carbonato. O bandamento é desenhado pela proporção relativa de plagioclásio (faixas mais claras em amostra de mão) e anfibólio, pela maior concentração dos grãos opacos (geralmente associados a tremolita-actinolita). O epídoto, o anfibólio e até o feldspato, aparecem ocupando fraturas e demais interstícios da rocha. Os cristais aí são relativamente desenvolvidos, euédricos e praticamente indeformados. Tal fato sugere remobilização e recristalização numa fase pós-tectônica. Trata-se de um ultramilonito oriundo da rocha cálcio-silicática.

Esta faixa de rochas carbonatadas aparenta estar relacionada com ambientes que gradam para oeste, culminando com a formação do extenso pacote de mármore da Serra da Tapagem. Esta observação é corroborada pela ocorrência de afloramentos de mármore dolomíticos, identificados por Morgental *et al.* (1975), ocorrentes no extremo leste da Folha Jacupiranga, mais precisamente na localidade designada de Retiro da Fazenda Embraflor, onde o referido material já fora lavrado em pequena escala para a produção de cal. Deste modo, as ocorrências de rochas carbonáticas cartografadas estão relacionadas com o adelgaçamento para ENE, de

um expressivo paleoambiente de deposição química e clasto-química, vinculado aos domínios carbonáticos da Serra da Tapagem

2.3.1.4 Sericita Xistos Carbonosos (Nesx)

Foi identificada e cartografada uma pequena faixa de sericita xistos carbonosos, situada a NNW de Eldorado, disposta segundo a direção NE-SW, com espessura em torno de 700 metros.

Compreende sericita xistos de coloração acinzentada, granulação fina, eventualmente apresentando quartzo na composição. Quando alterados, ainda preservam a coloração original, embora por vezes possam gradar para colorações avermelhadas. Foram descritos como carbonosos devido a provável baixa taxa de cristalinidade (grafitização), possivelmente decorrente de grau metamórfico pouco menor que os micaxistos dos arredores.

Na extremidade a sul da faixa cartografada, foi descrito na margem do Rio Ribeira, junto a foz do Rio Xiririca, notável afloramento (ponto CL-60) de um quartzo-sericita-biotita filito carbonoso de cor cinza escura a preta, fortemente recristalizado, contendo turmalina em sua composição, aparentando estar relacionado com a unidade em pauta. Ao microscópio mostra-se composto por quartzo (30%), sericita (20%), biotita (15%), clorita (15%), carbonato (7%), opacos (8%) e turmalina (5%). Trata-se de rocha pelítica, metamorfisada em baixo grau, mostra textura granolepidoblástica fina e estrutura foliada. É constituída predominantemente por quartzo, minerais micáceos, opacos e carbonato. O quartzo ocorre em cristais xenomórficos, poligonais, em agregados, ora tangenciais, ora imbricados entre si, mostra estiramento paralelo a foliação e extinção ondulante moderada. Os minerais micáceos estão representados por biotita, sericita e clorita.

A biotita é parda, lamelar e está orientada. A sericita forma agregados de palhetas orientadas e a clorita ocorre em agregados lamelares, igualmente orientados. O carbonato é venular ou preenche fraturas. Minerais opacos são observados em cristais xenomórficos, em geral alongados e estirados segundo a foliação ou ainda em forma pulverulenta (material carbonoso), impregnando principalmente os minerais micáceos. A turmalina é outro acessório relativamente abundante, ocorre em prismas finos, dispostos segundo a foliação, ou em seções basais triangulares a hexagonais.

A identificação e cartografia destes litótipos certamente contribui para estudos de paleoambiente, por serem indicativos de condições redutoras.

Suspeita-se que os domínios de sericita xistos carbonosos identificados na Folha Jacupiranga possam ser correlatos aos Filitos Grafíticos identificados por Dantas *et al.* (1987) no âmbito das folhas Juquiá e Miracatu.

2.3.1.5 Metabasitos (Ne β)

No domínio do Complexo Embu foram cartografados dois corpos de rochas anfibolíticas.

O primeiro deles situa-se na localidade do Bairro dos Pinheiros, a nordeste de Itapeúna, onde dois afloramentos deste mesmo corpo foram identificados e descritos durante perfil realizado à barco sobre o Rio Ribeira (pontos CL-52 e CL-53). Trata-se de um corpo alongado e posicionado ao longo do leito do Rio Ribeira, adjacente e/ou sobre a ZCT Cubatão-Lancinha, quase que totalmente encoberto pelos sedimentos das planícies aluvionares, tanto que somente sua extremidade nordeste pôde ser representada no mapa geológico.

O outro corpo ocorre a noroeste de Eldorado, mais precisamente junto a sede da Fazenda Alabama (Antiga Fazenda Laranjal), onde foi descrito apenas um único

afloramento (ponto CL-100). A forma sigmoidal deste corpo apresentada no mapa geológico, foi interpretada com base na inflexão das direções das foliações que, no local, variam de nordeste-sudoeste para noroeste-sudeste, tal como a feição estrutural anteriormente descrita para os quartzitos da Serra do Taquari.

Ambos corpos foram caracterizados como ortoanfíbolitos. Exibem coloração preta a esverdeada, granulação média, foliados com diferentes graus de intensidade, podendo localmente constituir cloritaxistos. Em geral, são basicamente compostos por anfíbólios e plagioclásio. São rochas vulneráveis à ação intempérica, gerando solos bastante desenvolvidos, de coloração amarelada a avermelhada. No corpo da Fazenda Alabama observou-se junto à superfície de blocos de rocha fresca, leve bauxitização formando uma espécie de crosta amarelada com baixa densidade. Todas estas características também acham-se presente num expressivo corpo de ortoanfíbolito que ocorre ao longo do Rio Xiririca (Usina), pouco a norte deste, já no domínio da Folha Serra do Aboboral. Suspeita-se que possa haver continuidade física entre este último e os diferentes corpos ora em questão ou ainda constituir um horizonte de ocorrências de corpos anfibolíticos.

Os anfíbolitos do Complexo Embu distinguem-se dos metabasitos do Grupo Açungui (Formação Votuverava) por apresentarem maior granulação, coloração mais escura (maior proporção de hornblenda), denotando grau metamórfico compatível com os micaxistos circundantes.

Uma amostra do ponto CL-52 evidencia rocha de coloração cinza escura esverdeada, com porções milimétricas a submilimétricas esbranquiçadas bem orientadas. Possui granulação fina e anisotropia forte. Apresenta fraturas preenchidas ou não por carbonatos e alteração intem-

pélica amarelo ocre. Ao microscópio exibe textura nematoblástica poiquiloblástica com domínios de feições granoblásticas. É inequigranular com seus cristais possuindo tamanhos inferiores a 0,1 - 0,2 mm. A composição estimada inclui anfibólio ($\pm 54\%$), clorita ($\pm 3\%$), oligoclásio ($\pm 15\%$), epídoto ($\pm 2\%$), albita ($\pm 2\%$), sericita ($\pm 1\%$) quartzo ($\pm 14\%$), opacos ($\pm 5\%$) e turmalina ($\pm 4\%$). Apatita e carbonato ocorrem como traços.

Os cristais de anfibólio são inequigranulares subedrais prismáticos, bem orientados segundo a foliação da rocha, possuindo extinção ondulante forte, muitas vezes tendendo a formar subgrãos. Exibem coloração verde azulada com tons castanhos, pleocroísmo forte (hornblenda) e ocasionalmente apresentam minúsculas manchas irregulares de pleocroísmo fraco a moderado (actinolita e/ou hornblenda actinolítica). Possuem associados finos cristais de quartzo subarredondados, bem como raros cristais de clorita, carbonato e opacos.

O oligoclásio encontra-se em grãos recristalizados submilimétricos, menores que o anfibólio. São subedrais a anedrais, muitas vezes estão límpidos exibindo a geminação albita, e outros estão muito sericitizados com algum epídoto também associado. A albita mostra-se eventualmente associada ao oligoclásio tanto em minúsculas porções em seu interior como em suas bordas.

O quartzo ocorre em grãos anedrais, freqüentemente em fitas (*ribbon*) aproximadamente equidimensionais poligonizados com seus limites planares interceptando-se a cerca de 120° . Ocorrem também associados a hornblenda como finos cristais gotiformes ou mesmo dispersos.

A turmalina é representada por cristais subedrais fortemente pleocróicos, aparentemente orientados segundo a foliação da rocha. Apresentam-se zonados variando de castanho azulado no centro a castanho amarelado nas bordas e com fi-

nos cristais de quartzo intimamente associados.

Os opacos estão em grãos anedrais associados à hornblenda ou dispersos orientados segundo a foliação da rocha, e a apatita ocorre dispersa como finas acículas.

Foi classificado como quartzo anfibolito com turmalina. Esteve submetido a temperatura metamórfica próxima a $550-600^\circ\text{C}$ com retrometamorfismo na zona da clorita. O sistema teve entrada de fluidos ricos em boro cristalizando turmalinas subedrais.

A amostra CL-100 representa rocha de coloração cinza esverdeada escura salpicada por porções milimétricas irregulares e ripas também milimétricas e esbranquiçadas orientadas segundo uma direção preferencial. É inequigranular fina média com anisotropia forte. Ao microscópio revela textura nematoblástica poiquiloblástica e granoblástica. É inequigranular fina média onde seus grãos possuem tamanhos inferiores a 2 - 4 mm e ocasionalmente atingem 7 mm. A composição revela: anfibólio ($\pm 60\%$), plagioclásio + epídoto ($\pm 20\%$), quartzo ($\pm 12\%$), Opacos ($\pm 6\%$) e Apatita ($\pm 2\%$). Óxidos/Hidróxidos de ferro, sericita, carbonato e estipnomelana ocorrem como traços.

Apresenta as seguintes relações mineralógicas: anfibólio, representado por cristais subedrais, prismáticos, inequigranulares, raramente fibrosos e orientados segundo a foliação da rocha. Possuem pleocroísmo forte variando de verde azulado em γ e verde oliva acastanhado em β , havendo também cristais com minúsculas manchas de pleocroísmo fraco (actinolita e/ou hornblenda actinolítica) e outros com zoneamentos. Estes últimos exibem bordas de pleocroísmo forte (hornblenda) e núcleos aproximadamente ovalados com manchas de anfibólio de pleocroísmo fraco (actinolita e/ou hornblenda actinolítica) ricos principalmente em cristais subarredon-

dados de quartzo e de modo subordinado de epidoto.

Plagioclásio: grãos anedrais e raros subedrais com cristais de epidoto e sericita associados, dificultando a determinação do teor de anortita por meios ópticos.

Quartzo: grãos anedrais isolados com forte extinção ondulante, tendendo a formar subgrãos ou estão em agregados milimétricos orientados como finos grãos aproximadamente eqüidimensionais em contatos irregulares e raramente retos entre si. Estão também preenchendo fraturas e também como finos grãos subarredondados associados principalmente em núcleos de anfibólio.

Opacos: grãos anedrais que ocorrem tanto disperso quanto preenchendo fraturas juntamente com o quartzo, estiplnomelano e óxidos/hidróxidos de ferro ou associados ao anfibólio.

Foi classificada petrograficamente como quartzo anfibolito. Trata-se de uma rocha ortoderivada intensamente deformada que esteve submetida ao metamorfismo próximo à interface das fácies xisto verde e anfibolito, temperaturas pouco acima de 550°C, em função da presença de hornblenda fortemente pleocróica cor verde oliva acastanhada em β .

Apenas para se ter uma idéia de comparação quanto ao quimismo além de algum modo contribuir para o conhecimento destes litótipos, foram realizadas três análises químicas nos ortoanfibolitos relacionados ao Complexo Embu e Grupo Açungui, ressaltando-se que não se trata de um estudo de caracterização litogeoquímica em virtude do reduzido número de amostras. Os resultados analíticos são mostrados na tabela II.2.2.

De acordo com diagramas discriminantes para rochas basálticas, mostrados nas figuras II.2.4(a,b,c,d,e,f), verifica-se que os anfibolitos do Complexo Embu notadamente caracterizam assinaturas compatíveis com basaltos de fundo

oceânico, sobretudo com afinidades a basaltos de cadeias mesoceânicas.

Tabela II.2.2 - Resultados analíticos de óxidos Maiores e elementos-traço dos metabasitos do Complexo Embu (▲) e do Grupo Açungui, Formação Votuverava (■).

Amostra	CL-52	CL-100	CL-48
Símbolo	▲	▲	■
SiO ₂	48,50	45,50	47,46
TiO ₂	1,19	1,61	1,35
Al ₂ O ₃	12,30	11,95	12,96
Fe ₂ O ₃	16,97	21,25	14,91
MnO	0,21	0,25	0,19
MgO	7,36	5,40	9,43
CaO	10,45	10,86	8,92
Na ₂ O	1,87	2,22	2,48
K ₂ O	0,23	0,19	0,17
P ₂ O ₅	0,17	0,19	0,23
LOI	0,75	0,58	2,20
Cu	113	88	128
Ce	11	25	35
Cr	186	123	196
La	13	6	17
Nb	4	3	15
Ni	57	35	101
Rb	20	22	17
Sr	217	205	350
Ba	79	101	546
Y	26	30	25
Zn	114	146	116
Zr	75	78	106

2.3.2 Grupo Açungui

Na área em foco foi cartografado um restrito conjunto litológico pertencente ao Grupo Açungui, posicionado no canto noroeste da Folha Jacupiranga, ocupando uma área com cerca de 34 Km². Todo o pacote integra exclusivamente domínio da Formação Votuverava, compreendendo, em geral, filitos com intercalação de pequenos corpos de rochas metabásicas.

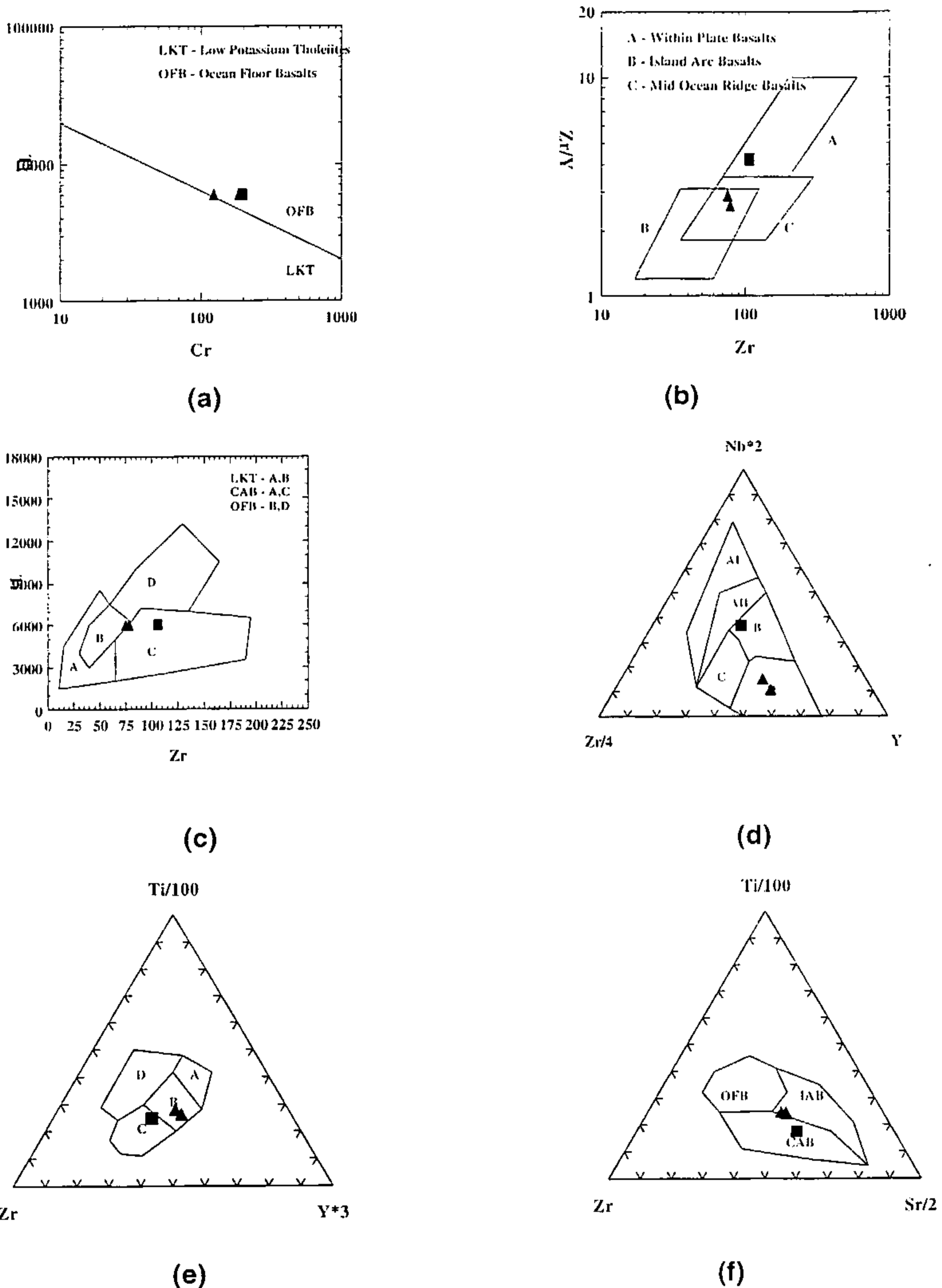


Figura II.2.4 – Diagramas discriminantes para os anfibolitos do Complexo Embu e Grupo Açungui (Formação Votuveravã)

Campos: (a) – LKT –toleítos de baixo K, OFB-basaltos de fundo oceânico; (b)- A-basaltos intra-placas, B-basaltos de arco de ilhas C-basalto de cadeias mesoceânicas; (c) – A,B – toleítos de baixo K; A,C-basaltos cálcio-alcalinos B,D-basaltos de fundo oceânico; (d)-A1-A1-basaltos alcalinos intra-placas, A2-C toleítos intra-placas, B-basaltos P-MORB, D-basaltos N-MORB, C-D-basaltos de arco vulcânico. (e)- A,B-toleítos de baixo K, B-basaltos de fundo oceânico, B,C-basaltos cálcio-alcalinos, D-basaltos intra-placas; (f)-OFB-basaltos de fundo oceânico, IAB-basalto de arco de ilhas, CAB-basaltos cálcio-alcalinos

2.3.2.1 Formação Votuverava

Justifica-se aqui a opção pelo termo Formação Votuverava para a unidade em pauta, por entender que todas as características evidenciadas são amplamente melhor correlacionadas com parte da Formação Votuverava clássica, definida originalmente no Paraná. Julga-se portanto inadequada, a designação e correlação dos conjuntos litológicos de baixo grau metamórfico de semelhante contexto, presentes no Domínio Ribeira, como Seqüência ou Formação Perau (Piekarz, 1981), mesmo que em parte, como fora adotada por Campanha (1991) e Stein (1984), tendo em vista que a utilização dos últimos termos, para a unidade em apreço, induz à confusão com a unidade estratigráfica portadora das mineralizações do Tipo Perau e Canoas, a qual parece, em parte, exibir melhores características de correlação com as rochas do Complexo Embu.

As considerações acima expostas são decorrentes sobretudo dos trabalhos de pesquisa de mineralizações auríferas primárias efetuados pela CPRM, na Faixa Piririca e áreas adjacentes ao Complexo Granítico Agudos Grandes, bem como das informações obtidas na cartografia da porção noroeste da Folha Curitiba-PLGB, escala 1:100.000 (Silva *et al.* 1998, no prelo), onde foram estudados domínios nos quais aflora a seção tipo da Formação Votuverava. Assim, as descrições e interpretações que se seguem são de caráter regional, apoiadas nas informações bibliográficas disponíveis e somadas aos dados obtidos no pequeno segmento da Formação Votuverava, aflorante na área deste trabalho.

A Formação Votuverava constitui uma seqüência metavulcano-sedimentar de baixo grau metamórfico, zona da clorita, compreendendo expressivos pacotes rochas metapelíticas, com freqüentes intercalações de delgados corpos alongados de rochas metabásicas.

O padrão deformacional configura estruturação impressa por nítido regime transcorrente destal, cuja porção aflorante na área deste trabalho representa a parte sudeste de uma megaestrutura S-C, em forma de "amêndoa", limitada a oeste e norte pelas ZCTs Agudos Grandes e Figueira, e a sul e leste pela ZCT Ribeira (Lineamento Ribeira), cuja continuidade pode atingir a região sudoeste de Pilar do Sul, adjacente à borda da Bacia do Paraná. Este sistema de zonas de cisalhamento está relacionado com a ZCT Cubatão-Lancinha (1ª ordem) a qual, regionalmente, gera foliações com padrões amendoados destrais, balizados por ZCTs de 2ª e 3ª ordens. O núcleo desta grande estrutura é ocupado pelo batólito granítico Agudos Grandes, que embora muito próximo do vértice NW da Folha Jacupiranga, não aflora na área em estudo.

O ambiente de sedimentação desta unidade é marinho, de águas profundas, compreendendo parte de um complexo turbidítico, constituindo paleoambiente pelágico (fossa), associado a uma bacia de margem ativa exclusivamente presente no Domínio Ribeira. A interpretação do ambiente tectônico sugere que a faixa compreendida pela Formação Votuverava se trata de um complexo de subducção (de crosta oceânica), concordando-se com a proposição de Campanha *et al.* (1987) e Campanha (1991), originado inicialmente pelo empilhamento da seqüência, através de pretérito regime de cavalgamentos, que progressivamente foram em grande parte obliterados por ZCTs oblíquas, de natureza transpressiva destal, desenvolvidas durante posterior processo colisional. As características do magmatismo granítico, de dominante caráter cálcio-alcalino, vinculado ao Domínio Ribeira também favorecem tais interpretações.

Os inúmeros corpos de rochas metabásicas regionalmente presentes nesta unidade ainda carecem de estudos mais

detalhados, porém, de acordo com Campanha (1991), tais rochas possuem afinidades químicas com basaltos de arcos de ilhas.

Os dados químicos de Nogueira (1990), para os metabasitos da área do Piririca evidencia que certos corpos de metabasitos apresentam elevados teores de MgO, com afinidades ultrabásicas. Semelhante situação foi descrita por Maniesi (1997) para os anfibolitos da região de Rio Branco do Sul, no Estado do Paraná.

De modo alternativo, tais corpos poderiam também ser interpretados como delgadas fatias de crosta oceânica acrescentadas ao complexo de subducção. Assim, todo o conjunto seria representativo de uma cunha acrescionária, conforme já salientado por Campanha *et al.* (1987).

As idades de sedimentação, metamorfismo e magmatismo ainda não estão devidamente estabelecidas. As diversas datações das mineralizações de galena do Tipo Pannels, encaixadas nas rochas carbonáticas do Subgrupo Lageado apontam, pelo método Pb/Pb, idades em torno de 1.100 Ma. Campanha (1991) apresenta uma datação Rb/Sr para um corpo de metabásica situado no Bairro dos Pilões, a oeste da área, que revelou idade em torno de 1.700 Ma., enquanto que os eventos do plutonismo granítico cálcio-alcálico associado, apontam consistentemente idades neoproterozóicas.

Presume-se que a sedimentação da unidade em apreço tenha sido iniciada entre fins do Mesoproterozóico e início do Neoproterozóico, com sucessivos eventos de deformação, metamorfismo e magmatismo granitóide ocorridos exclusivamente durante o Neoproterozóico.

Em termos de correlações estratigráficas considera-se que a Formação Votuverava seja equivalente à Sequência Rio das Pedras (Campos Neto, 1983a), parte da Formação Perau no sentido de Piekarz (1981) e Campanha (1991), bem

como pequena parte da faixa de metassedimentos situadas na região a sudoeste de Pilar do Sul, e também os domínios de metamorfitos atribuídos ao Grupo São Roque que, regra geral, exhibe feições muito similares aos do Grupo Açungui, sobretudo a faixa situada a leste do Granito São Roque (região de Pirapora do Bom Jesus) e sul do Granito São Francisco. Vale ainda ressaltar que a Formação Votuverava mantém relação de interdigitação sedimentar com os termos da Formação Iporanga que ocorre a oeste da área. Esta observação favorece a postulação de Silva *et al.* (1998, no prelo) e Campanha & Sadowski (1998), que consideram que a Formação Votuverava comporta *status* estratigráfico de grupo.

As áreas de domínio da Formação Votuverava revestem-se de importância econômica, por constituírem um ambiente geológico-metalogenético favorável à ocorrência de mineralizações auríferas primárias, epitermais, tal como aquelas descobertas nos trabalhos de pesquisa efetuados pela CPRM, em áreas adjacentes, onde foram caracterizados diversos metalotectos e depósitos de ouro primário (e.g. Tipo Piririca, associados à rochas metabásicas e, Tipo São Pedro, associados a quartzo filitos carbonosos), entre outros. Embora seja pequena a porção cartografada na Folha Jacupiranga, as evidências apontadas pelo levantamento geoquímico corroboram estas afirmações, com melhor abordagem no capítulo correspondente.

Seguem abaixo as descrições das unidades litológicas desta unidade, cartografadas na área do presente trabalho.

2.3.2.1.1 Filitos (Navf)

Constituem os litótipos dominantes na faixa cartografada, distribuindo-se na porção noroeste da Folha Jacupiranga, ao longo de pequeno domínio com direção geral NE-SW e área aflorante em torno de

34 Km². Ocorrem expostos numa região de difícil acesso, ao longo da bacia de drenagem do rio Taquari, o que dificultou melhor caracterização do relacionamento tectono-estratigráfico com as rochas do Complexo Embu, com o qual faz contato tectônico balizado através da ZCT Ribeira.

Em termos litológicos incluem predominantemente filitos, metassiltitos, ardósias, sericita filitos e quartzo-filitos, de granulação fina, bandados, rítmicos, via de regra carbonosos e carbonáticos, eventualmente cloritizados. Exibem cores variadas (cinza, cinza-esverdeados e avermelhados/amarelados) dependendo do grau de intemperismo. Apresentam nítido baixo grau metamórfico, fácies xisto-verde, zona da clorita, cujos litótipos são caracteristicamente desprovidos de muscovita e/ou biotita, fato este que os diferencia dos termos xistosos do Complexo Embu.

Em lâmina, a amostra CL-256 revela composição que inclui quartzo (39%), sericita (30%), clorita (25%), plagioclásio (1%), opacos (2%), turmalina (1%), biotita (2%), aparecendo ainda carbonato como traços. Consiste em rocha metapelítica, classificada como clorita-sericita-quartzo filito. Mostra textura granolepidoblástica fina e estrutura foliada. Constitui-se predominantemente de quartzo, sericita e clorita. O quartzo é xenomórfico, ocorre em mosaicos de cristais, imbricados entre si, entremeados pelos agregados de minerais micáceos. Sericita em agregados de palthetas, clorita em agregados lamelares estão orientados e deformados. A biotita é parda, ocorre em lamelas dispersas. O plagioclásio em cristais xenomórficos, geminados segundo a lei da albita, é intersticial ao quartzo. Opacos xenomórficos, parcialmente oxidados liberam película vermelha de hidróxido de ferro. Turmalina em prismas ou em seções basais hexagonais e zircão em grãos arredondados são os demais minerais acessórios encontrados.

O padrão estrutural impresso é de caráter transcorrente/transpressivo dextral. O perfil realizado ao longo do rio Taquari evidencia variações locais na direção da foliação principal para noroeste, com ocorrência de pequenas faixas apresentando espessuras em torno de 1 Km, que configuram estruturas S-C sigmoidais. Nesses locais podem ser recuperadas feições do acamamento reliquiar, em parte obliterado por processos de dobramento locais (dobras e clivagem de crenulação).

As assinaturas aerogeofísicas radiométricas revelam médios valores de concentração nos canais de Th e K e baixos no de Urânio.

Considerações quanto aos ambientes de sedimentação e tectônico, bem como idade e correlação foram já abordadas no item anterior.

2.3.2.1.2 Metabasitos (*N* α β)

Foram cartografados dois pequenos corpos de rochas metabásicas no domínio da Formação Votuverava. Devido a importância desses litótipos, as representações no mapa geológico foram exageradas. Embora também estejam representados como descontínuos, não se exclui a possibilidade de constituírem domínios aflorantes de um único corpo, pelo fato de ocorrerem ao longo do mesmo *trend* estrutural, controlados pela ZCT Ribeira.

Um desses corpos foi identificado durante perfil realizado à barco ao longo do Rio Ribeira, situado próximo ao limite ocidental da Folha Jacupiranga. Apresenta uma espessura de cerca de 100 metros, encaixado em filitos e ardósias carbonosas. Constitui um excelente afloramento, com boa preservação dos litótipos, enquanto que os afloramentos do corpo identificado no Rio Taquari, próximo ao Córrego Ouro Grosso, acham-se fortemente alterados. Exibem coloração esverdeada a cinza escura esverdeada, granulação fina

a média, salpicada com porções milimétricas irregulares às vezes ripiformes esbranquiçadas. É inequigranular fina e com anisotropia. O metamorfismo é de fácies xistos verdes, compatível com os metapelitos encaixantes.

Ao microscópio mostra textura nematoblástica e granoblástica, inequigranular com tamanhos de seus cristais inferiores a 0,2 mm. A Composição modal visualmente estimada inclui plagioclásio + epidoto ($\pm 45\%$), titanita ($\pm 6\%$), anfibólios representados por tremolita/actinolita (25-30%) e hornblenda (22-28%), opacos ($\pm 4\%$), quartzo (5-12%), clorita ($\pm 8\%$) e traços de apatita e sericita.

Os cristais de plagioclásio são anedrais, encontram-se com saussuritização acentuada originando carbonato, sericita e epidoto associados, chegando a mascarar totalmente as maclas do plagioclásio, o que dificulta as estimativas ópticas de seu teor de anortita.

O anfibólio é representado por cristais prismáticos, raramente com terminações fibrosas, orientados segundo a foliação da rocha. São de coloração esverdeada, com pleocroísmo moderado (hornblenda actinolítica e/ou hornblenda) e muito manchado, em função da presença de porções irregulares de anfibólio verde acastanhado, de pleocroísmo forte, possivelmente representante de relictos ígneos.

A clorita encontra-se orientada segundo a foliação da rocha, estando como finos cristais isolados ou em porções submilimétricas também orientadas ou ainda associados ao anfibólio.

A titanita ocorre em bordas de opacos, muitas vezes representando o mineral predominante num mesmo cristal. Está orientada segundo a foliação da rocha.

O quartzo apresenta-se em cristais com forte extinção ondulante tendendo a formar subgrãos e a apatita está dispersa como finas acículas.

Foi petrograficamente classificado como quartzo anfibolito. É ortoderivado e esteve submetido a temperatura metamórfica em torno de 450°C, mantendo preservado restos de anfibólio castanho ígneo.

Do ponto de vista estrutural, esses corpos de metabasitos estão dispostos segundo a direção NE-SW, posicionados pouco acima da ZCT Ribeira. A deformação é mais pronunciada nas bordas do corpo, diminuindo a intensidade em direção ao interior, feição esta relacionada com a maior competência desses litótipos em relação aos metapelitos encaixantes.

Foi realizada análise química de uma única amostra, que apontou protólito ortoderivado, de quimismo predominantemente compatível com basaltos de fundo oceânico, com afinidades a basaltos cálcio-alcalinos (ver tabela II.2.2 e figuras II.2.4 (a,b,c,d,e,f), no item 2.3.1.5).

Saliente-se a importância de se efetuar estudos que envolvam caracterização petrogenética, estrutural, litogeoquímica e geocronológica dessas rochas, cujo desenvolvimento não só permitirá o estabelecimento de melhores correlações estratigráficas entre as diferentes unidades do Domínio Ribeira, como também a caracterização do ambiente tectônico no qual foram geradas. Esforços neste sentido, têm sido engendrados por Campanha (1991), Frascá *et al.* (1992), Nogueira (1990), Maniesi (1997). No entanto, cuidados devem ser tomados ao se realizar análises químicas em anfibolitos que sofreram processos de alteração hidrotermal e.g. cloritização, carbonatização e sericitização, por vezes associando enriquecimento em sódio (albitização), que geralmente estão associados às faixas mineralizadas (Au, Ag, As, Pb).

Os metabasitos aqui identificados são amplamente correlacionáveis aos corpos que ocorrem em semelhante contexto, ou seja, aqueles englobados pela Formação Votuverava, sempre encaixados por metapelitos de baixo grau metamórfico. ligados a pale-

ambientes turbidíticos, citando-se como exemplos os corpos metabásicos da Faixa Piririca, estudados nos diversos trabalhos de pesquisa efetuados pela CPRM (Pinto *et al.*, 1979, 1980 e 1982), e os anfibolitos da região de Rio Branco do Sul, a norte de Curitiba, cartografados por Silva *et al.* (1998, no prelo). Tentativamente também poderiam estar relacionados com metabasitos do Grupo São Roque, que ocorrem na região de Araçariguama e Pirapora do Bom Jesus.

2.4 Rochas Graníticas

Foram agrupados neste contexto os corpos de rochas intrusivas de composição granítica presentes na área, cujas idades são neoproterozóicas. Foram cartografados cinco corpos, representados pelo Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, pelos maciços graníticos Guaraú e Mandira e granitos Barra do Braço e Votupoca. O primeiro corresponde a um corpo de granitóides deformados, com afinidades cálcio-alcálicas, enquanto que os demais não evidenciam deformação, tratando-se de granitóides com características pós-colisionais, do tipo A, que integram e/ou são correlatos à Suíte Intrusiva Serra do Mar (Kaul, 1984).

2.4.1 Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha (Nyaj)

Foi cartografado um pequeno corpo granitóide gnaissificado junto à borda do domínio gabro-anortosítico. A designação em apreço é aludida em virtude de sua localização no alto curso do rio homônimo, na porção ocidental da Folha Rio Guaraú.

Tratam-se de rochas de composição modal monzogranítica (granito 3B, figura II.2.5), de coloração rósea a róseo-acinzentada, com textura porfiroclástica, localmente equigranulares, deformadas com predomínio de lineação de médio a

alto mergulho. O corpo exibe forma alongada, aflorante na área com extensão de aproximadamente 6 km com espessura em torno de 1 Km, dispondo-se segundo a direção NE-SW. Seus contatos são concordantes com o bandamento/foliação dos termos da Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo, a sul, e as supracrustais do Complexo Turvo-Cajati, a norte. Eventualmente engloba enclaves de rochas anfibolíticas. A melhor exposição desta unidade foi assinalada em talude da rodovia BR-116, no ponto AY-133.

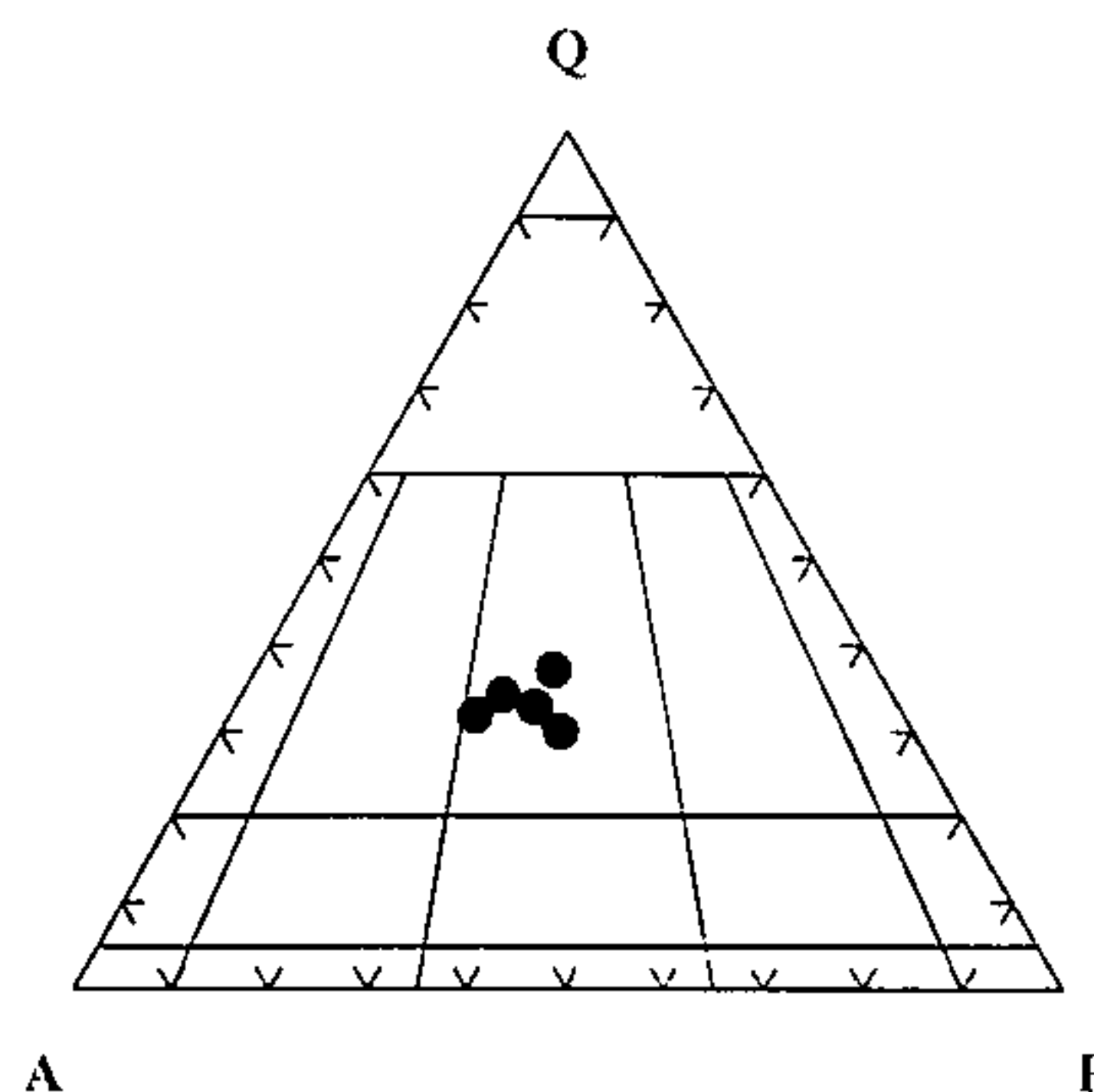


Figura II.2.5 - Composição modal do Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha

Em termos mesoscópicos, uma amostra representativa desta unidade (AY-133a) revela coloração cinza esverdeada com tons rosados e forte anisotropia. Apresenta foliação blastomilonítica com porfiroclastos de coloração branca e rosa clara com tamanhos inferiores a 5 mm, circundados pela foliação, estando imersos em uma matriz submilimétrica. Apresenta uma alternância de níveis milimétricos descontínuos félsicos de minerais quartzo feldspáticos com níveis máficos predominando biotita e opacos. Ao microscópio,

verifica-se a textura blastomilonítica onde os porfiroclastos constituem cerca de 30% da rocha e são representados por feldspato potássico, oligoclásio e quartzo com tamanhos de até 5 mm. Estão imersos em uma matriz fina com seus cristais exibindo tamanhos inferiores a 0,2 mm, está recristalizada e muito orientada contornando os porfiroclastos desenvolvendo sombras de pressão. Mirmequitas também são encontradas em bordas de porfiroclastos de feldspato potássico. A composição mineralógica inclui feldspato potássico ($\pm 30\%$), oligoclásio ($\pm 25\%$), quartzo ($\pm 27\%$), biotita ($\pm 10\%$), opacos ($\pm 4\%$), titanita ($\pm 2\%$), sericita/muscovita (2%). Como traços ocorrem carbonato, allanita, apatita, zircão, clorita e stilpnomelano.

Os porfiroclastos de feldspato potássico estão parcial ou totalmente triclinizados (microclínio) às vezes não geminados, possuindo bordas corroídas comumente de formas ovaladas e de modo subordinado retangular. Estão orientados e rotacionados segundo a foliação blastomilonítica possuindo forte extinção ondulante e em alguns casos estão formando subgrãos.

Os porfiroclastos de oligoclásio apresentam-se freqüentemente com geminação albita, estando fraturados, com bordas corroídas, extinção ondulante forte, tendendo a formar subgrãos e rotacionados e orientados segundo a foliação blastomilonítica. Possuem com freqüência sericita/muscovita e epidoto associados (saussuritizados).

Os porfiroclastos de quartzo são menos freqüentes que os de feldspato potássico e oligoclásio. São anedrais com extinção ondulante forte e parcialmente recristalizados.

A matriz possui cristais de feldspato potássico (microclínio), muitas vezes não

exibindo geminação na seção de corte, oligoclásio freqüentemente límpido e alguns saussuritizados e quartzo, tanto dispersos quanto em agregados inequigranulares formando fitas (*ribbon*). Tem-se também na matriz finas lamelas de biotita verde, concentradas preferencialmente em níveis descontínuos de espessura submilimétrica a milimétrica, orientados segundo a foliação, ocorrendo juntamente com sericita, opacos e titanita, bem como allanita, apatita e zircão dispersos.

Foi classificada como monzogranito blastomilonitizado. Trata-se de uma rocha ortoderivada possivelmente intrusiva e de composição monzogranítica que esteve submetida a uma forte deformação dúctil, ocasionando uma intensa recristalização de seus minerais. Possui uma matriz bem orientada e porfiroclastos orientados e/ou rotacionados com sombras de pressão e mirmerquitas em bordas de feldspatos potássicos. A deformação dúctil aparenta evolução retrógrada com feições microestruturais dominantes, sugerindo condições termais entre 450-550°C, com início de cloritização de biotitas tardi cisalhamento.

Inicialmente, as relações de campo, aliadas à composição distinta dos metagabros e metanortositos adjacentes permitiram interpretar que tal corpo pudesse constituir uma fase ígnea tardia e mais diferenciada em relação ao Complexo Serra Negra, a exemplo do Complexo de Jacupiranga onde os termos alcalinos são posteriores aos ultramáficos. No entanto, a datação radiométrica U-Pb em zircões efetuada para a unidade em pauta, apontou idade neoproterozóica, inviabilizando a interpretação preliminar.

Foram realizadas quatro análises químicas em amostras do Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, cujos resultados são mostrados na Tabela II.2.3.

Tabela II.2.3 - Resultados analíticos de óxidos e elementos-traço do Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha.

Amostra	AY-133a	AY-133b	AY-133c	AY-133d
SiO ₂	71,95	72,54	74,45	73,85
TiO ₂	0,12	0,11	0,02	0,05
Al ₂ O ₃	14,79	14,68	14,17	14,47
Fe ₂ O ₃	1,28	1,13	0,43	0,65
MnO	0,04	0,04	0,01	0,02
MgO	0,31	0,22	0,01	0,18
CaO	1,17	1,06	0,56	0,76
Na ₂ O	4,90	5,14	4,68	5,04
K ₂ O	4,75	4,51	5,31	4,69
P ₂ O ₅	0,06	0,05	0,01	0,17
LOI	0,64	0,53	0,35	0,27
Cu	1	1	<1	50
Ce	38	23	<10	<10
Cr	98	79	52	90
La	26	20	<5	<5
Nb	34	43	6	20
Ni	5	4	3	6
Rb	198	229	256	225
Sr	221	195	35	22
Ba	517	451	4	<10
Y	8	5	5	3
Zn	31	34	3	15
Zr	120	112	52	60

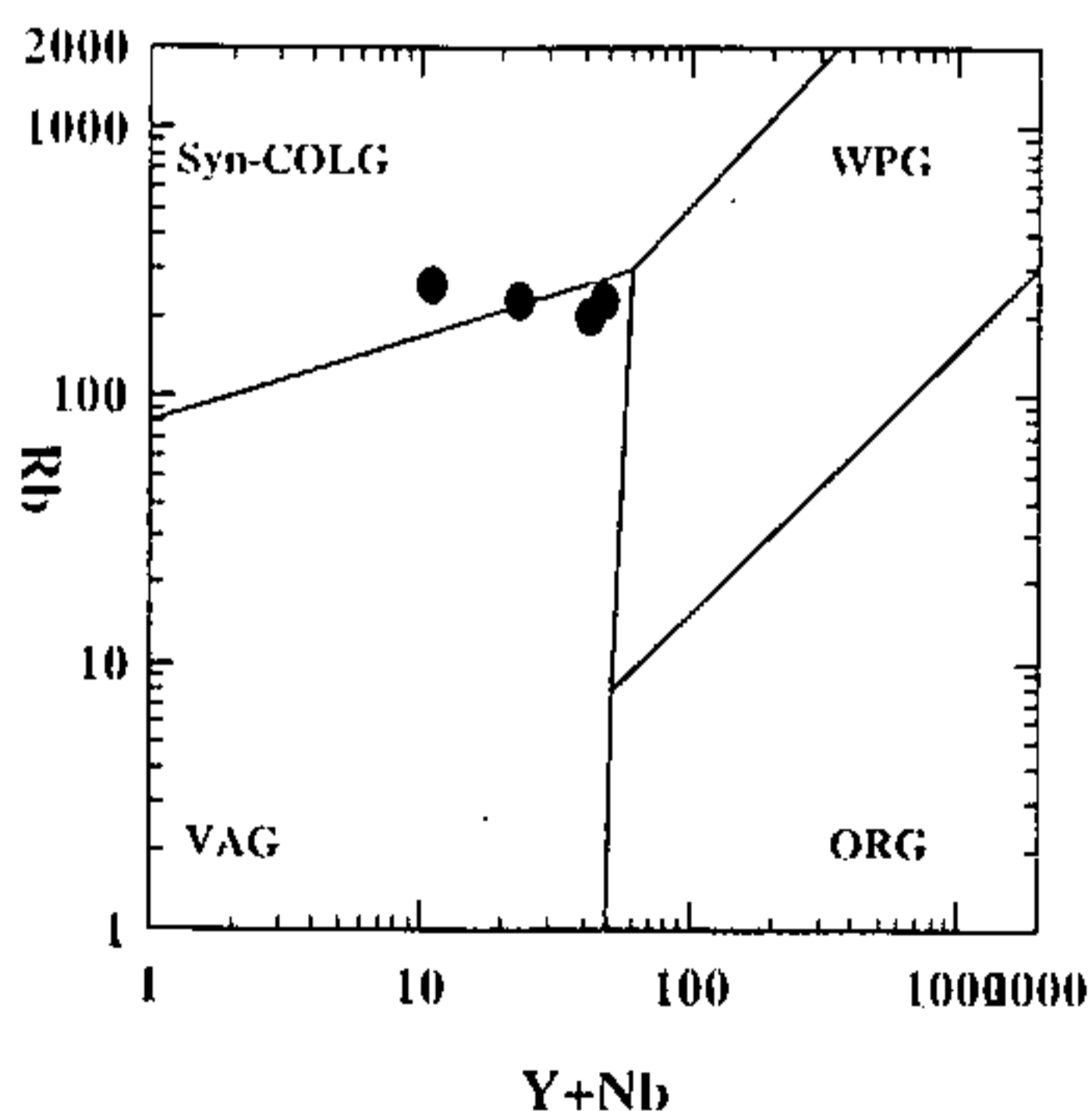


Figura II.2.6a - Diagrama discriminante

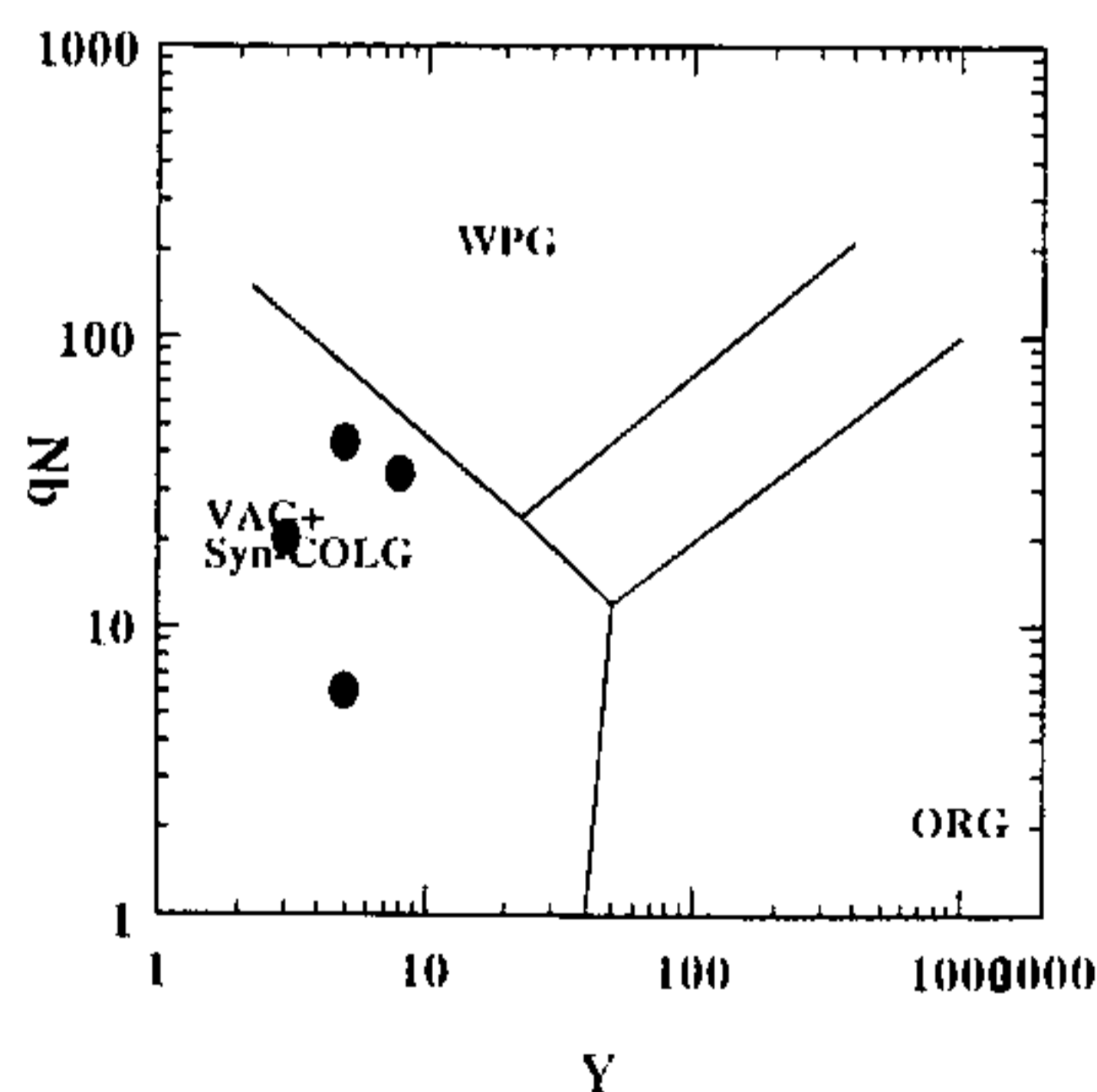


Figura II.2.6b - Diagrama discriminante.

As diversas características apresentadas permitem supor que se trata de um granitóide cálcio-alcálico deformado, com assinaturas químicas compatíveis com granitos de arco vulcânico, segundo diagramas discriminantes (figuras II.2.6 a,b).

Todos esses aspectos, aliados ao seu posicionamento estrutural e a idade ora obtida, permitem também correlacioná-lo com os granitóides deformados da Suíte Granítica Rio Piên (Machiavelli *et al.* 1993). Presume-se que esses granitóides foram alojados em zonas de cisalhamento, durante épocas pré- a sincolisional, pouco anterior ao magmatismo pós-colisional, alcalino a peralcalino, dos corpos da Suíte Intrusiva Serra do Mar.

Nos mapas aerogeofísicos radiométricos, este corpo destaca-se pelas anomalias exibidas no canal da contagem total com taxa de exposição de até 13 $\mu\text{R/h}$. O tório e urânio também são elevados, registrando valores de 20 ppm (eTh) e 4 ppm (eU).

2.4.1.1 Idade

A qualidade dos zircões analisados para datação radiométrica do Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha revelou-se

bastante baixa. As razões $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ são indicativas do material analisado. Esse dado está de acordo com as características dos zircões utilizados, onde a quantidade de inclusões e fraturas presentes nos grãos é expressiva (ver fotos 26a e 26b). Essas características influenciaram decisivamente nos resultados obtidos.

O elevado erro obtido na idade de 742 ± 120 Ma. reflete a dispersão entre as diferentes frações analisadas (figura II.2.7). Esse fato deve ser o resultado de uma herança (memória) isotópica presente nesse material, produzida pela provável origem crustal dessa rocha. Conclui-se que para uma definição da idade da amostra AY-133 ainda são necessárias análises adicionais.

Vale ainda ressaltar que, de acordo com as assinaturas aeroradiométricas, o local de coleta da amostra analisada apresenta-se fortemente anômalo, com altos valores, que refletem enriquecimento em radioelementos dos litótipos, sobretudo U e Th. Também não se exclui a possibilidade de atuação de processos hidrotermais, haja vista a presença de scheelita que fora detectada em amostras de concentrado de batéia, nos domínios desta unidade.

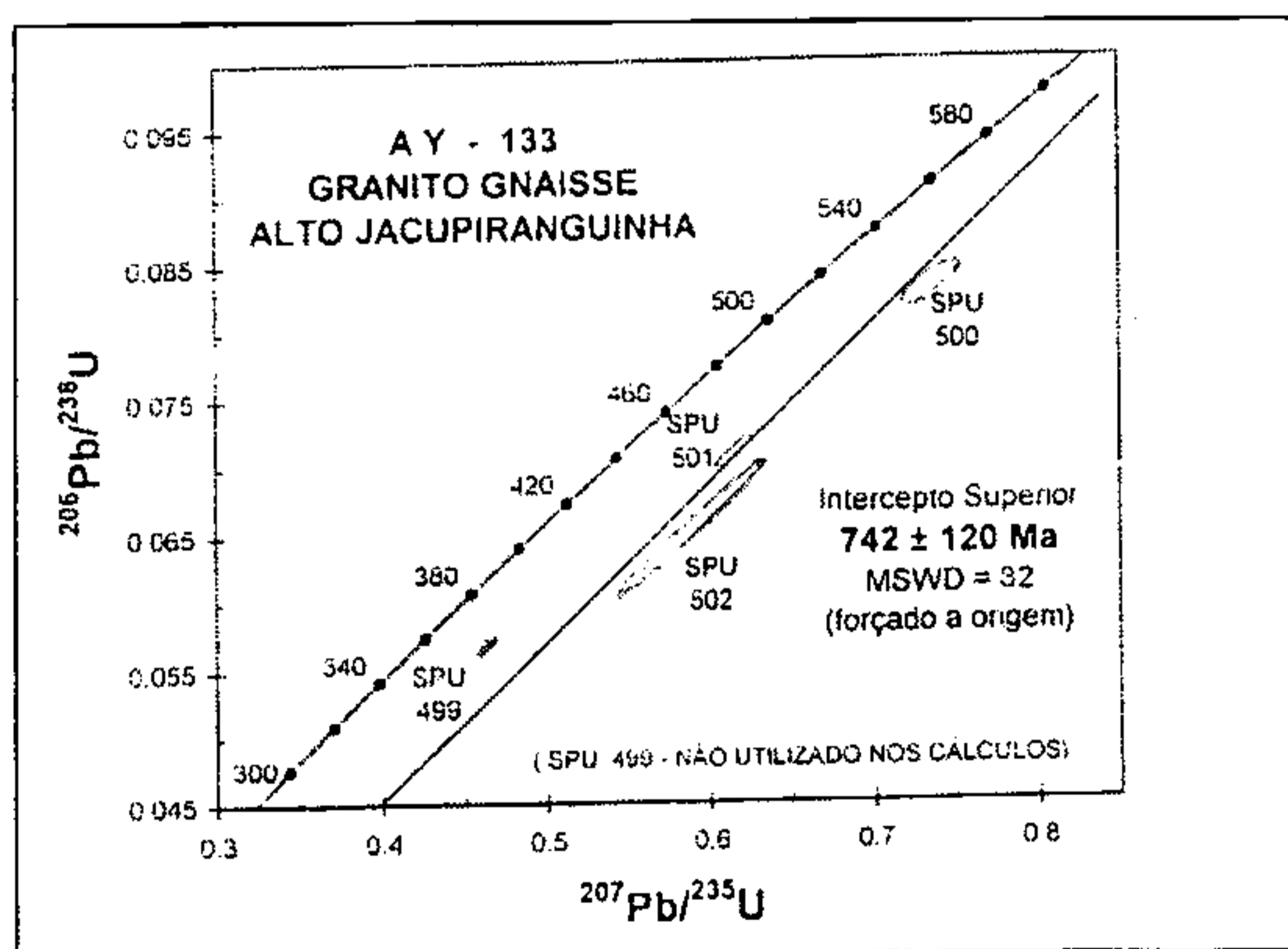


Figura II.2.7 - Diagrama U-Pb em zircões – Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha

2.4.2 Granitóides Pós-Colisionais

Representam corpos granitóides não deformados, caracterizados na área pelos maciços graníticos Guaraú e Mandira e pelos granitos Barra do Braço e Votupoca. Os dois primeiros maciços possuem maiores dimensões e são relativamente bem conhecidos, também associando diques ácidos, enquanto que os últimos representam pequenas intrusões, com cartografia inédita, caracterizada no presente trabalho, no âmbito da Folha Jacupiranga.

Conforme já mencionado, esses corpos integram e/ou são correlatos a Suíte Intrusiva Serra do Mar (Kaul, 1984), caracteristicamente posicionada no Domínio Costeiro, representada por plutonismo granitóide com quimismo de tendência alcalina a peralcalina, do Tipo A, formados em ambientes distensivos, intra-placa, compreendendo maciços circunscritos pós-tectônicos e/ou pós-orogênicos a "anorogênicos", de predominante composição sienogranítica. Os termos litológicos em geral exibem coloração rósea a cinza clara, equigranulares, isótropos e supersaturados em sílica. Kaul (1997) refere-se ao condicionamento estrutural dos alojamentos desses maciços cujos falhamentos tensionais ocorreram, inicialmente segundo N20-30W (correspondentes à distensão na direção NE-SW) e posteriormente segundo N50-60E (correspondentes à distensão na direção NW-SE). Também recomenda a designação de granitos pós-colisionais, em detrimento do termo "granitos anorogênicos" para os corpos desta suíte, concluindo ser o uso deste termo mais adequado, do ponto de vista tectônico. Este tipo de magmatismo consistentemente apresenta idades que situam-se entre o final do Neoproterozóico e início do Paleozóico, concentrando-se em torno de 580 ± 20 Ma.

2.4.2.1 Maciço Granítico Guaraú (Nyg)

O Maciço Granítico Guaraú, ou simplesmente Granito Guaraú constitui um expressivo corpo com forma alongada e irregular, disposto segundo a direção NE-SW, situado integralmente na Folha Rio Guaraú. Seu eixo maior mede cerca de 25 Km, com larguras que variam de 3 a 8 Km, possuindo uma área aflorante de aproximadamente 115 Km^2 e, portanto, com *status* de batólito. Apresenta relevo bastante acidentado, compreendido pelas serras do Cadeado, do Guaraú, do Azeite, do Braço Feio ou Anta Gorda, com altitudes que atingem até 1.310 metros (Serra do Cadeado). Toda a área de exposição do maciço apresenta intensa cobertura vegetal que, aliada aos seus relevos agrestes, dificulta os acessos ao interior do corpo. As melhores exposições podem ser encontradas na porção nordeste do maciço, ocorrendo sob a forma de blocos ou lageados, ao longo da estrada que liga Cajati ao Bairro Guaraú, acompanhando a margem esquerda do rio homônimo.

Foi originalmente descrito por Cordani *et al.* (1971) que lhe atribuíram a designação de Complexo Granítico Guaraú. Merecem destaque os trabalhos de Morgental *et al.* (1975), Silva *et al.* (1981), IPT (1985, 1986), Oliveira *et al.* (1987) e Kaul (1997), onde foi denominado de Granito ou Maciço Granítico Guaraú.

No presente trabalho, dadas as dificuldades de acesso e a razoável disponibilidade de informações na literatura, procurou-se caracterizar os domínios deste maciço apenas do ponto de vista cartográfico, utilizando-se sobretudo as assinaturas aerogeofísicas radiométricas aliadas à fotointerpretação. Os aspectos faciológicos, petrográficos, litogeoquímicos e de ambiente tectônico aqui abordados são remetidos aos trabalhos de Oliveira (1987) e Kaul (1997).

Os contatos com as encaixantes são sempre bruscos, ora intrusivos, ora tectôni-

cos, realizados a sul e sudoeste com as rochas do Complexo Serra Negra, a sul com a Seqüência Cachoeira, e nas partes centrais, a norte e nordeste com os complexos Gnáissico-Migmatítico e Turvo-Cajati. Junto a este último observa-se localmente metamorfismo de contato.

Oliveira *et al.* (1987) reconhecem duas unidades faciológicas que constituem o maciço, designadas pela Unidade Desemboque e Unidade Azeite (figura II.2.8). As rochas de ambas unidades, em diversos locais, são afetadas por processos de alteração tardi a pós-magmáticos (graisenização e metassomatismo sódico).

A Unidade Desemboque (Mygd) ocupa a porção norte do maciço sendo constituída por biotita sienogranitos de coloração em geral cinza clara, eventualmente rósea e esbranquiçada, normalmente maciços isotropos, equigranulares de granulação média a fina, localmente porfíricos. Petrograficamente os litótipos mostram textura granular hipidiomórfica a xenomórfica, porfiróide, "mortar" ou granofírica. A composição inclui mesopertita a ortoclásio pertítico, quartzo e plagioclásio (oligoclásio, por vezes albitizado). O teor de máficos é normalmente inferior a 5%, podendo ocorrer biotita verde a parda, micas verdes (possivelmente flúor-litíniferas) e brancas, opacos (magnetita), zircão fluorita, allanita. A alteração da biotita e dos feldspatos são indicativas de processo hidrotermal e/ou deutérico de baixa intensidade, porém pervasivo. Os graisens associados a esta unidade exibem coloração cinza clara a escura, granulação milimétrica a submilimétrica, constituídos por quartzo, biotita verde e castanha, mica verde clara a branca, e minerais acessórios (zircão, fluorita, topázio, esfalerita e cassiterita).

A Unidade Azeite (Myga) domina as partes centrais e sul do maciço. Compreende biotita álcali-feldspato granitos de coloração rósea, equigranulares, de gra-

nulação média a grossa, isotropos. A mineralogia básica inclui mesopertita e quartzo. Em proporções menores ocorrem plagioclásio (oligoclásio), biotita verde a parda, opacos (magnetita e/ou ilmenita), allanita, zircão, fluorita, micas verdes-claras (possivelmente flúor-litíniferas) a pardas, turingita e albita. Apresenta textura granular hipidiomórfica, localmente granofírica (intercrescimento gráfico de quartzo e feldspato potássico). Os graisens presentes são semelhantes àqueles ligados à Unidade Desemboque, podendo apresentar, entretanto, grande concentração de sulfetos (esfalerita, calcopirita, pirita, calcocita e covelita).

Diques de riólitos são comuns tanto no interior como nas encaixantes do maciço. Ocorrem dispostos em diversas direções, geralmente com espessura métrica. São rochas de coloração cinza clara a escura, por vezes rósea e esbranquiçada, de textura porfírica, com matriz afanítica a fanerítica fina, onde encontram-se imersos fenocristais milimétricos de feldspato alcalino, quartzo (geralmente bipiramidal) e raramente plagioclásio (oligoclásio) e biotita. A matriz inclui opacos, zircão e biotita, eventualmente esfalerita, plagioclásio, titanita, clorita, allanita, epídoto e stilpnomelano. Oliveira *et al.* (1987) também assinalam a ocorrência de um corpo situado na porção oriental do maciço, constituído por aegerina ortoclásio álcali-feldspato granito pórfiro.

Diversos sistemas de fraturas/falhas estão presentes no maciço. Na porção norte, as direções NNW são predominantes e provavelmente estão relacionadas com diques de olivina lamprófiros e diabásios. Um expressivo lineamento de direção WNW ocorre na parte norte, ao longo dos rios Desemboque e Braço de Baixo enquanto que a sul, outro lineamento com mesmas características ocorre acompanhando os cursos dos rios Erval e as cabeceiras do Guaraú, separando os domínios

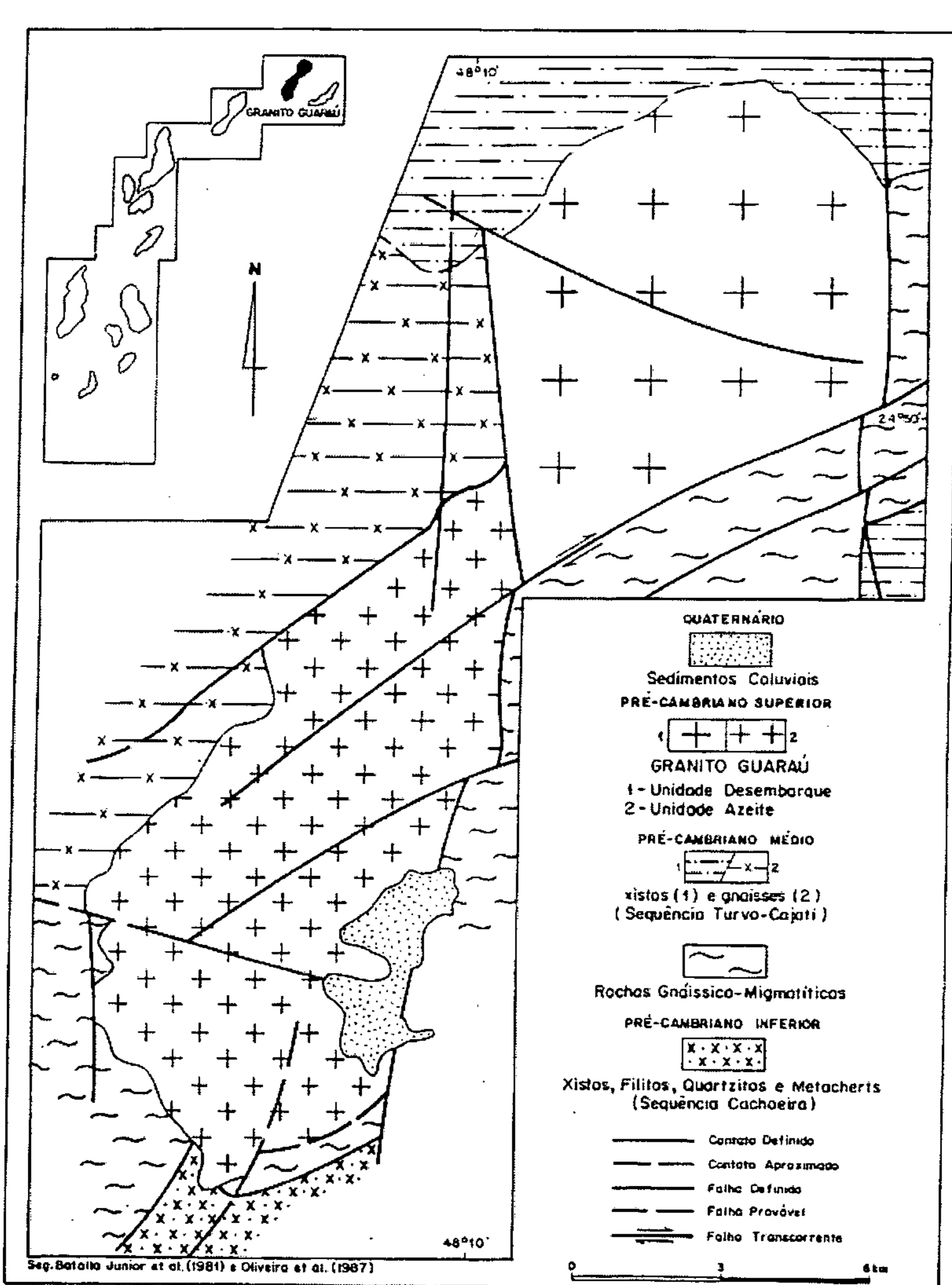


Figura II.2.8 – Unidades do Maciço Granítico Guaraú (modif. de Kaul, 1997)

de relevos das serras do Cadeado e Guaraú. Os demais lineamentos, em geral, dispõem-se segundo a direção NE-SW, nas partes centrais e sul do corpo, provavelmente associados à fraturas de resfriamento sem associação a diques básicos/lamprófiros.

Suspeita-se que toda a área de exposição deste maciço não deva constituir apenas uma única intrusão. Observou-se que a distribuição das assinaturas aeroradiométricas no maciço não é homogênea, bem como os traços de alinhamentos das serras. A parte norte, compreendida pela Unidade Desemboque, parece constituir uma intrusão diferenciada, com forma de tendência aproximadamente circular, enquanto que nos domínios centrais, as serras dispõem-se segundo NE-SW e, a sul, a linha de crista da Serra do Cadeado tem direção NW-SE, sugerindo tratar-se também de um outro pulso magmático. Posteriores trabalhos de maior detalhe poderão corroborar tal hipótese.

Estudos litogeoquímicos apresentados por Oliveira *et al.* (1987) indicam que as unidades presentes no maciço colocam-no como granitos intra-placas. Suas características petrográficas e petrogenéticas permitem enquadrá-lo no grupo dos granitos alcalinos e peralcalinos, do Tipo A. A relação ternária em diagrama Rb-Ba-Sr, mostram que as rochas do granito em pauta são fortemente diferenciadas, sendo que a Unidade Desemboque apresenta valores de Rb extremamente elevados.

Datações Rb-Sr a partir de isócronas de referências que incluem amostras dos granitos Guaraú e Mandira apontam idades de 506 e 540 Ma. (Kaul *et al.*, 1982b e Kaul, 1984), e mais recentemente 558 Ma. (Kaul, 1997). Campagnoli (1996) efetuou uma datação K-Ar, em biotita, para o Granito Guaraú, apontando idade de 434 ± 20 Ma.

As assinaturas aerogeofísicas demonstram que o Granito Guaraú é fraca-

mente magnético, porém apresenta elevados valores radiométricos. As concentrações de urânio são altas e mais expressivas a sudeste da Unidade Desemboque, atingindo valores de até 6,0 ppm eU. As anomalias de tório também são altas e praticamente mapeiam todo o maciço. Consequentemente baixos valores são registrados na razão eTh/eU. Anomalias de potássio concentram-se principalmente nas porções a norte e a sul do maciço.

2.4.2.2 Maciço Granítico Mandira (Nym)

Parte do Maciço Granítico Mandira ou simplesmente Granito Mandira aflora no canto sudeste de Folha Rio Guaraú, ocupando uma área de cerca de 33 Km². Possui forma irregular e sustenta relevos bastante acidentados, com intensa cobertura vegetal, englobando as serras Porto do Meio (Acaráú), do Mandira, Boacica, do Aleixo ou Tassuva, e do Itapitangui, erguendo-se desde a baixada litorânea, próximo ao nível do mar, até a cota 987 metros (Serra do Aleixo). Os flancos das serras são circundados por depósitos coluvionares de talus, constituídos principalmente por blocos e matacões. Dadas essas condições, os acessos ao interior do maciço são extremamente precários, porém algumas exposições podem ser observadas ao longo da estrada estadual que liga Itapitangui a Ariri (SP-101) e no vale do Rio Mandira.

Foi descrito originalmente por Cordani *et al.* (1971) como Complexo Granítico Mandira e posteriormente designado de Granito Serra do Itapitangui (Morgental *et al.*, 1975) e como Maciço Granítico ou Granito Mandira pelos demais autores. Dentre os trabalhos anteriores destacam-se os Boin *et al.* (1982), que realizaram estudos de cunho prospectivo; o de Oliveira (1989), onde são abordados os aspectos faciológicos, petrológicos e petrogenéticos do maciço, e Kaul (1997), que o caracteriza

quanto aos aspectos tectono-magmáticos. Esses últimos são aqui utilizados na descrição do maciço em pauta.

Os contatos são, quase que na totalidade, encobertos pelos depósitos coluvionares de suas encostas e sedimentos cenozóicos das baixadas litorâneas, em raros pontos fazendo contato direto com suas encaixantes (rochas dos complexos Gnáissico-Migmatítico e Turvo-Cajati), de natureza brusca, discordante e nitidamente intrusivos (Oliveira, 1989).

As unidades faciológicas reconhecidas por Oliveira (*op. cit.*) são:

- Unidade Acaraú
- Unidade Mandira
- Unidade Mandira 1

(ver figura II.2.9)

A Unidade Acaraú (N_{yma}) distribui-se a sudoeste do maciço, ocupando os domínios da Serra do Mandira e a maior parte do setor ocidental da Serra Porto do Meio (Acaraú). Os contatos com as outras unidades, em geral, são dados através de falhamentos.

É constituída essencialmente por álcali-feldspato granitos com hastingsita que, devido sua coloração cinza-esverdeada e estrutura maciça, conferem à rocha aspecto charnoquitóide. Petrograficamente mostra composição à base de ortoclásio pertítico e/ou mesopertítico e quartzo, que perfazem 85% do total dos constituintes minerais. Os máficos (hastingsita) ocorre em quantidades inferiores a 5%. Os demais minerais estão representados por zircão, opacos, albita, allanita, fluorita, esfalerita, stilpnomelano (?), riebeckita, apatita e calcita.

Comparada com as outras unidades faciológicas do maciço, esta é a que menos foi afetada por processos de alteração deutérica tardi e pós-magmáticos.

A Unidade Mandira (N_{ym}) é a de maior abrangência em área, distribuindo-se segundo o eixo maior do maciço, na direção N40E. É composta por álcali-feldspato granitos com riebeckita, de coloração cinza-clara, raramente rósea, creme ou cinza-escura, granulação média a fina, em geral isotropos excetuando-se as zonas atingidas por cataclase. Petrograficamente, as rochas incluem mesopertita, ortoclásio pertítico e quartzo perfazendo mais do que 90% dos constituintes minerais. Subordinadamente ocorrem anfibólios sódicos, de tamanho milimétrico, representados principalmente pela riebeckita (altamente férrica). A mineralogia acessória compreende zircão, opacos (magnetita) e fluorita, com presença constante de esfalerita, biotita, mica branca ou verde clara, stilpnomelano, allanita e genthelvita ($Zn_4Be_3(SiO_4)_3S$) que tem ocorrência eventual. Entre os minerais secundários ocorrem albita neoformada, calcita, leucóxênio e hidróxidos de ferro. As rochas desta unidade encontram-se medianamente afetadas pelos processos de alteração tardi a pós-magmáticos, sobretudo albitização.

A Unidade Mandira 1 (N_{ym1}) ocorre em dois pequenos domínios na área deste trabalho: o primeiro situado a leste da Serra Porto do Meio (Acaraú) e outro no flanco leste da Serra do Itapitangui, a nordeste do maciço. Os contatos com as outras unidades, quando observados, são nítidos, por vezes através de falhas.

É formada principalmente por biotita sienogranitos e biotita álcali-feldspato granitos, estes últimos de ocorrência mais subordinada. São rochas de coloração rósea, cinza rosada ou cinza-clara, estrutura maciça, raramente suborientada. Apresentam textura inequigranular hipidiomórfica, por vezes granular, porfirítica (em parte, rapakivi) e granofírica. A mineralogia básica consiste em mesopertita e/ou feldspato potássico pertítico, quartzo e plagioclásio (oligoclásio), por vezes albitizado. Subor-

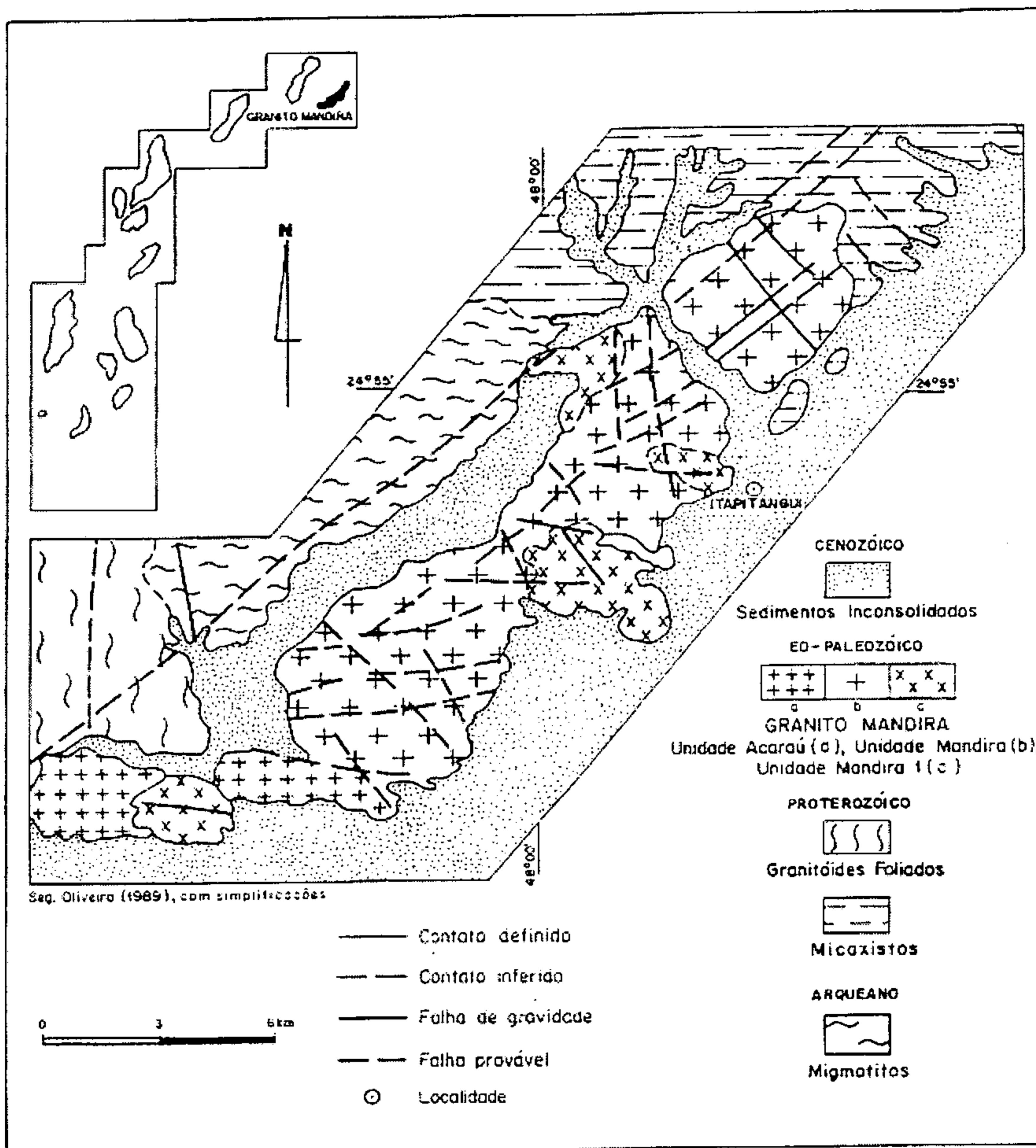


Figura II.2.9 – Unidades do Maciço Granítico Mandira (Seg. Oliveira, 1989 apud Kaul, 1997).

dinadamente aparecem biotita castanha a verde, mica verde clara e branca, sericita, turingita, carbonato, leucóxênio, epídoto, minerais opacos, zircão, fluorita, allanita e apatita.

Os processos de alteração deutérica atuaram de forma mais intensa nesta unidade do que nas demais. Além dos processos de metassomatismo sódico, podem apresentar também efeitos de metassomatismo potássico (adularização) e de graisenização, este último podendo apresentar teor elevado em sulfetos (esfalerita, pirita, calcopirita e galena).

A caracterização litogeoquímica e os estudos petrogenéticos das rochas do maciço, de acordo com Oliveira (1989), permite enquadrá-lo como do Tipo A, intraplacas, com características anorogênicas, formado a partir de magmas anidros, gerados em ambiente tectônico de distensão crustal. As unidades presentes são cogenéticas e comagmáticas, sendo que a Unidade Mandira mostra maior diferenciação em relação a unidade Acaraú. O Padrão de distribuição de elementos terras-raras assinala acentuado esgotamento em európio, com equilíbrio entre elementos terras raras leves e pesados. Este padrão é bastante característico para os granitos especializados em estanho, com mineralizações do tipo graisen, fato este também constatado em outros diagramas e pelas demais características apresentadas pelo maciço, podendo ainda incluí-lo no grupo dos granitos HHP (*High Heat Production*).

Todas as unidades do maciço encontram-se atingidas por diversos falhamentos que ocorrem segundo três direções gerais: NE-SW, NW-SE e E-W. Diques de diabásios e lamprófiros, brechas tectônicas, alasquitos, aplitos e microgranitos podem ocorrer associados a essas falhas.

É importante ressaltar que as serras da porção sudoeste do maciço, englobando as unidades Acaraú e Mandira 1, têm seu eixo orientado segundo WNW, distinto

daquelas que sustentam a Unidade Mandira, com direção NE-SW. Tal como considerado para o Granito Guaraú, estas feições podem também ser sugestivas de pulsos magmáticos distintos.

As assinaturas aeromagnéticas acusam nos domínios da Serra Porto do Meio (Acaraú) anomalia dipolar. Já os padrões de anomalias radiométricas são semelhantes aos descritos para o Granito Guaraú, diferenciando-se apenas pela maior concentração de potássio e menores valores máximos de urânio (até 3,0 ppm eU). No vale do Rio Boaciquinha registra-se um expressivo baixo radiométrico formando uma anomalia aproximadamente circular, não compatível com assinatura de rochas granitóides. Pode estar refletindo a presença de rochas de outra natureza ou então atuação de processos tardi a pós-magmáticos, associados com substancial empobrecimento em radioelementos.

Datações Rb-Sr apontam em isócronas de referência para granitóides póstectônicos idade de 560 Ma. (Cordani e Kawashita, 1971) ou pouco mais nova 540 e 506 Ma. em Kaul *et al.* (1982a), Kaul (1984) e 558 Ma. em Kaul (1997).

2.4.2.3 Granito Barra do Braço (N₇b)

Constitui um pequeno corpo localizado a sudoeste da localidade de Itapeúna, na porção oriental da Folha Jacupiranga. Possui forma alongada com extensão de 5 Km e larguras entre 1,0 e 1,5 Km. Seu eixo maior posiciona-se segundo a direção N50E. Ocupa área aflorante em torno de 6 Km², ocorrendo intrudido exclusivamente nos domínios do Gnaisse Itapeúna, com relevo mais destacado, atingindo a cota 596 metros que é maior altitude registrada nesta folha. Embora não observados, presume-se que os contatos dados com as encaixantes sejam bruscos e de natureza intrusiva.

A sul de Itapeúna foram observados abundantes blocos rolados, de dimensões

decimétricas, sobre o leito do Córrego Roseli, na Fazenda San Diego. São provenientes da encosta sudeste do corpo. Notou-se também expressiva contribuição de material arenoso sobre as aluviões do referido córrego. Essas mesmas características também foram assinaladas nas encostas a noroeste junto a ZCT Cubatão-Lancinha (Córrego Arrelá).

A delimitação cartográfica deste corpo foi possibilitada através do uso simultâneo das interpretações dos padrões das assinaturas aeroradiométricas, aliadas às características do relevo.

A denominação da unidade em pauta é decorrente de sua correlação com o Granito Barra do Braço, identificado por Campanha *et al.* (1985), que ocorre nas proximidades a sudoeste do corpo, já no contexto da Folha Braço (Antiga Gruta do Diabo), junto à localidade de Barra do Braço. A porção cartografada na área do presente trabalho poderia corresponder à extremidade nordeste daquele corpo, porém as assinaturas radiométricas indicam tratar-se de intrusão isolada, embora bastante próxima e geneticamente relacionada, dadas as características similares.

Litologicamente compreende biotita sienogranitos de coloração rósea e creme, com textura inequigranular a equigranular, de granulação média a fina, isótopos, localmente porfiríticos, de aspecto subvulcânico, apresentando fenocristais de quartzo bipiramidal, indicativos de inversão na ordem de cristalização, também implicando em rochas de tendência alcalina.

Ao microscópio, uma amostra de granito róseo coletada no ponto CL-78 revelou que a rocha apresenta uma textura geral cataclástica, localmente mortar, preservando, entretanto, sua textura granular original, constituída essencialmente por ortoclásio perítico e quartzo, com proporções subordinadas de ortoclásio mesoperítico e plagioclásio e fração acessória de mica branca alterada e ainda, opaco e zir-

ção. Foi classificada como um sienogranito cataclástico.

Uma amostra representativa dos termos porfiríticos coletada no ponto CL-26g revelou rocha de coloração rósea, levemente intemperizada, leucocrática (índice de cor próximo a 2%), estrutura geral maciça, algo porfirítica (escassos fenocristais de feldspato e quartzo com cerca de 0,4mm em média) dispersos numa matriz fanerítica fina composta essencialmente por feldspato e quartzo. Em lâmina mostra-se composta por pertita (60%), plagioclásio (13%), quartzo (25%) e biotita (2%), além de sericita e opacos. Exibe textura porfirítica composta por fenocristais de pertita (principalmente) e de quartzo, aleatoriamente dispostos numa matriz xenomórfica granular formada por pertita, plagioclásio e quartzo, com teor bem subordinado em biotita. O feldspato potássico, em vários locais, engloba cristais subbedrais de plagioclásio. O plagioclásio altera-se localmente para sericita, enquanto a biotita sofre processo de muscovitização e desferrificação liberando hidróxido de ferro.

Embora posicione-se de modo adjacente e sobre área de forte influência da ZCT Cubatão-Lancinha, as rochas deste corpo não se apresentam afetadas por este evento de cisalhamento.

Não há dados geocronológicos disponíveis para este granito. Todas as suas características permitem estabelecer correlação com os granitos da Suíte Intrusiva Serra do Mar (Kaul, 1984), no que tange aos aspectos tectônicos e de idade. Acrescente-se o fato de que o Granito Barra do Braço ocorre intrudido no domínio do Gnaiss Itapeúna, este último apresentando idade de 634 ± 26 Ma.

Cabe ainda ressaltar que diversos corpos granitóides com aspectos bastante semelhantes ao granito ora descrito, ocorrem ao longo do mesmo *trend* estrutural, ou seja, bordejando a faixa sul da ZCT Cu-

batão-Lancinha, tendo como exemplos o próprio Granito Votupoca (descrito no presente trabalho), o Granito Biritiba-Açu (Theodorovicz *et al.*, 1991), entre outros.

Do ponto de vista das assinaturas aerogeofísicas, as anomalias verificadas no canal de tório são bastante fortes e praticamente mapeiam a área de ocorrência deste corpo, com valores de concentração que atingem até 2,0 ppm eTh. As concentrações de urânio também são altas, da ordem de 4,0 ppm eU, enquanto que a taxa de exposição no canal da contagem total atingem valores de 11 μ R/h.

2.4.2.4 Granito Votupoca (N_V)

Parte deste pequeno corpo foi interpretada como provavelmente aflorante na extremidade nordeste da Folha Jacupiranga, ocupando uma área de cerca de 3,5 Km², intruso nos domínios do Gnaisse Itapeúna. Esta interpretação foi baseada nas assinaturas aerogeofísicas radiométricas, e geoquímicas, através de anomalias de Sn e Mo verificadas em sedimentos de corrente.

A designação de Granito Votupoca é aqui empregada pela primeira vez, tratando-se, conforme já exposto, de uma ocorrência inédita. Não foram descritos afloramentos no âmbito da Folha Jacupiranga, porém a realização de um perfil na Folha Pariquera-Açu, nas imediações do Morro do Votupoca, que lhe empresta o nome, permitiu a identificação das rochas que o integram.

Consiste em sienogranitos de coloração rósea a cinza avermelhada, equigranulares de granulação média, isótopos a fracamente orientados, compostos basicamente por feldspato potássico, quartzo, plagioclásio e biotita.

Ao microscópio, uma amostra procedente das encostas do Morro Votupoca revela textura Granular hipidiomórfica apresentando feições orbiculares seme-

lhantes a rapakivi. A granulação é média com seus grãos possuindo tamanhos predominante entre 1 e 2.5 mm. A composição estimada inclui feldspato alcalino ($\pm 56\%$), quartzo ($\pm 20\%$), plagioclásio + sericita ($\pm 15\%$) opacos ($\pm 5\%$), biotita ($\pm 4\%$), com traços de clorita, zircão, apatita e epídoto.

As relações mineralógicas demonstram que o feldspato alcalino é pertítico a mesopertítico, subedral e com finíssimas inclusões fluidas. Mostra-se com aspecto "sujo" em função da presença de material criptocristalino associado. Muitas vezes são identificados cristais de feldspato alcalino com coroas ou franjas de material granofírico.

O quartzo é representado por cristais anedrais, com forte extinção ondulante tendendo a formar subgrãos e possuem contatos predominantemente lobulares.

O plagioclásio é subedral ripiforme e também tabular. Está altamente sericitizado e com raros e finos grãos de epídoto associados. A biotita é lamelar subedral a anedral de coloração verde com clorita, opacos e epídoto associados. Os opacos são anedrais e ocorrem principalmente junto a lamelas de biotita ou dispersos.

Foi classificado como sienogranito. Trata-se de uma rocha com marcantes evidências de desequilíbrio de suas fases minerais, notadamente nos feldspatos, onde cristais de plagioclásio estão intensamente sericitizados e os cristais de feldspato alcalino com intensa alteração criptocristalina.

O corpo posiciona-se ao longo do mesmo *trend* estrutural do Granito Barra do Braço, sendo a este último correlato, atribuindo-lhe as mesmas considerações já expostas.

Embora a porção aflorante na Folha Jacupiranga seja restrita, as anomalias aeroradiométricas corroboram sua presença, praticamente mapeada pelas assinaturas do canal de tório, onde as concentrações atingem valores acima de 2,0 ppm

eTh. As concentrações de urânio também são altas, da ordem de 4,0 ppm eU, enquanto que a taxa de exposição no canal da contagem total atingem valores de 11 μ R/h. Estes padrões radiométricos também são idênticos aos descritos para o Granito Barra do Braço.

2.4.2.5 Diques Ácidos (Nyd)

Constituem-se principalmente de riólitos que ocorrem sob a forma de diques, em geral relativamente extensos, porém com espessuras da ordem de alguns metros. Foram assinaladas, em mapa, algumas ocorrências localizadas na Folha Rio Guaraú, nas regiões do Rio Pindaúva e a sul da localidade de Barra do Azeite, respectivamente a nordeste e noroeste do Maciço Guaraú. As ocorrências ao longo do Rio Itapitangui podem estar relacionadas ao Maciço Mandira.

Conforme já mencionado no item referente ao Maciço Granítico Guaraú, são rochas de coloração cinza-clara a esbranquiçada de textura porfirítica, isótropas, com matriz afanítica a fanerítica fina, onde encontram-se imersos fenocristais milimétricos de feldspato alcalino, quartzo (geralmente bipiramidal). A maior parte desses diques parece estar relacionada com este maciço.

Uma amostra representativa desses litótipos, coletada num dique aflorante na BR-116, próximo a localidade de Braço Feio, evidencia rocha de estrutura isótropa com fenocristais cinza claros a brancos ou avermelhados. São ripiformes, tabulares ou irregulares, milimétricos a submilimétricos, destacando-se em uma matriz de coloração cinza média e granulação muito fina. São observadas fraturas descontínuas preenchidas ou não por um material esbranquiçado.

Ao microscópio, mostra textura porfirítica com matriz granofírica. Os fenocristais são de quartzo e feldspato alcalino,

constituindo cerca de 15% da rocha e possuem tamanhos de até 0,5mm imersos em uma matriz granofírica com cristais exibindo tamanhos inferiores a 0,1 - 0,2mm. A composição modal inclui: quartzo ($\pm 40\%$), intercrescimento granofírico ($\pm 30\%$), feldspato alcalino ($\pm 13\%$), plagioclásio ($\pm 8\%$), biotita ($\pm 5\%$) e opacos ($\pm 4\%$). Fluorita, apatita e zircão ocorrem como traços.

Os fenocristais de quartzo são anedrais com extinção ondulante moderada a forte, apresentando freqüentemente fraturas preenchidas ou não pelo material granofírico. Na matriz os cristais de quartzo ocorrem isolados, muitas vezes subarredondados e com formas bipiramidais. Exibem extinção ondulante moderada a forte, e estão também em intercrescimentos submilimétricos com feldspato alcalino constituindo o material granofírico.

O feldspato alcalino encontra-se como fenocristais pertítico a mesopertítico, anedrais com bordas corroídas e com fraturas preenchidas por quartzo e lamelas muito finas de biotita. Na matriz o feldspato alcalino também é pertítico a mesopertítico, subedral a anedral, estando como cristais isolados ou fazendo parte do material granofírico juntamente com o quartzo.

O plagioclásio está representado por albita e em alguns cristais são identificados restos de oligoclásio. São cristais anedrais bastante destruídos e dispersos na matriz.

A biotita ocorre como finas lamelas castanhas esverdeadas, submilimétricas, subedrais dispersas e com opacos associados.

Os opacos possuem formas retangulares, estão dispersos ou associados à biotita. Os cristais de zircão, apatita e fluorita são subedrais a euedrais dispersos.

Trata-se de álcali microgranito granofírico porfirítico. Os fenocristais e os cristais da matriz apresentam-se com extinção ondulante moderada a forte, sugerindo que estiveram submetidos a deformação possivelmente devido a movimentação

ção do líquido residual granofírico de alta viscosidade.

2.5 Magmatismo Mesozóico

O magmatismo Mesozóico encontra-se representado na área em estudo pelas rochas que integram o Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga e pelas rochas que ocorrem sob a forma de diques (diabásios, lamprófios e restritos termos alcalinos) representantes magmatismo fissural.

Está relacionado com os eventos iniciais da abertura do Atlântico sul, ocorridos durante o Cretáceo Inferior (Neocomiano), em contexto tectônico distensional.

2.5.1 Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga

2.5.1.1 Introdução

O Complexo de Jacupiranga foi descoberto por H.E. Bauer em 1877 (Melcher, 1966). As primeiras descrições foram publicadas por Derby (1891) onde as rochas designadas de "jacupiranguito" foram então definidas. Melcher (1954, 1965) mapeou e caracterizou petrograficamente a intrusão, produzindo os dados básicos que representam o trabalho clássico sobre o complexo. O desenvolvimento da mina de fosfato, nos carbonatitos, permitiu os primeiros estudos detalhados dessas rochas por Melcher (1966). Gaspar (1980) apresenta um mapa do complexo na escala 1:25.000 e da lavra de carbonatito na escala 1:10.000. Resultados de detalhados estudos sobre os carbonatitos têm sido publicados (Gaspar e Wyllie, 1982, 1983a, 1983b, 1987; Roden *et al.* 1985). German *et al.* (1987) estudou os processos de alteração na porção norte da intrusão, e com base em estudos de trincheiras, detalhou principalmente os contatos dos dunitos e

apresentou uma descrição petrográfica geral e modelo petrogenético para o complexo. Boctor e Svisero (1978) estudaram alguns óxidos e sulfetos dos carbonatitos. Perfis de alteração das rochas de Jacupiranga têm sido tema de diversos estudos (Oliveira e Trescases, 1985; Oliveira *et al.* 1987; Oliveira e Delvigne, 1988; Friederich *et al.*, 1987).

Este complexo localiza-se na porção sul da Folha Jacupiranga, possuindo uma área aflorante de cerca de 65 Km², sob forma de uma elipse alongada com eixo maior segundo NNW, composto por rochas ultramáficas, carbonatíticas, alcalinas e peralcalinas, intrusivo nas rochas do Complexo Turvo-Cajati, sobre as quais evidencia metamorfismo de contato (fentização).

Constitui um dos diversos complexos alcalinos que ocorrem na borda da Bacia do Paraná. Sua idade é de 131 ± 3 Ma. (Amaral, 1976; Roden *et al.*, 1985). De acordo com Ulbrich e Gomes (1981) este complexo e outros complexos vizinhos de idades similares formam a Província Jacupiranga. Esta província foi interpretada por Herz (1977) como local de *Hot Spot* do manto, associado com a primeira junção triplíce formada na área, durante a abertura inicial da porção sul do Oceano Atlântico.

Situa-se numa região de alta pluviosidade e temperaturas relativamente altas, condições climáticas que favorecem intensa alteração intempérica das rochas e desenvolvimento de solos espessos. Conseqüentemente há raridade de bons afloramentos. Estas características, aliadas à complexidade dos litótipos que o integram, bem como a existência de diversos trabalhos anteriores já realizados, permitiram optar pela integração geológica e bibliográfica, utilizando-se na confecção do presente trabalho os dados de Gaspar (1988), a partir do qual realizou-se compilação do mapa geológico e tradução de parte do texto original, adaptado às observações de

campo e interpretações dos trabalhos desenvolvidos no âmbito deste projeto.

Ressalte-se que as informações obtidas com o processamento dos dados aerogeofísicos, permitiram inclusive assinalar a existência de um pequeno corpo satélite deste complexo, aqui designada de Intrusão Barro Branco.

O Complexo de Jacupiranga reveste-se de importância econômica, sobretudo pela expressiva ocorrência de corpos de carbonatito, lavrados pela Serrana S.A. de Mineração. A apatita que ocorre associada ao carbonatito é beneficiada para obtenção do ácido fosfórico, que por sua vez é destinado à fabricação de fertilizantes. O minério é aproveitado integralmente, pois a calcita e magnetita são subprodutos utilizados na fabricação do cimento.

2.5.1.2 Geologia do Complexo

O Complexo de Jacupiranga é uma intrusão elíptica (10,5 x 6,7 Km) composta de dois principais corpos de rocha: dunitos na porção norte e magnetita clinopiroxenitos na parte sul. Este último é intrudido por um corpo de ijolito com forma de lua crescente e por uma alongada intrusão de carbonatito. Melteigitos, flogopita clinopiroxenitos e clinopiroxenitos portadores de nefelina ocorrem numa faixa alongada que cobre as bordas da porção noroeste do corpo de magnetita clinopiroxenito. Diversos tipos de rochas que contêm plagioclásio ocorrem bordejando os corpos de dunitos e magnetita clinopiroxenitos e intrudem nas proximidades das bordas sob a forma de enxames de diques e pequenas intrusões. Essas rochas variam de andesina-flogopita clinopiroxenito e mela-gabros a quartzo monzonitos e quartzo sienitos. Veios de granulação média a grossa (pegmatíticos) de nefelina sienitos também são profusos nas margens do complexo. As rochas que ocorrem nas bordas do complexo parecem representar fases magmáticas tardias em relação aos

termos ultramáficos. A fenitização das rochas encaixantes e intrusivas também são freqüentemente encontradas principalmente nas bordas do complexo.

Do ponto de vista estrutural, a única bem documentada falha do complexo é a que ocorre cortando os carbonatitos. Possíveis falhas/fraturas ligadas ao resfriamento dos corpos também podem ser notadas, embora mascaradas por processos erosivos e por coberturas aluvionares atuais.

Em termos tectônicos o principal processo de falhamento que atuou no complexo após seu *emplacement*, está certamente relacionado com a abertura do Oceano Atlântico que é o maior evento tectônico da região após 130 Ma.

O mapeamento geológico das encaixantes do complexo em pauta, realizados no âmbito deste projeto, identificou uma importante zona de cisalhamento transcorrente de alto mergulho, com indicadores cinemáticos sinistrais (ZCT Macaco Branco), a qual parece ocorrer seccionada pela porção norte da intrusão do complexo. Considera-se que tais características são de relevante importância para o entendimento do *emplacement* da intrusão, uma vez que o sítio desta última pode também ter sido favorecido em decorrência de seu alojamento na interseção de antigas estruturas de alto mergulho do embasamento com profundas fraturas relacionadas a um dos braços da junção triplíce, durante o início do episódio Sul-Atlântico, a exemplo do grande dique que ocorre sobre a aluvião do Rio Itapitangui, na Folha Rio Guaraú, que possivelmente constitui a principal estrutura alimentadora do complexo.

2.5.1.2.1 Modo de Ocorrência e Petrografia

De acordo com Gaspar (1988), as rochas que ocorrem no Complexo de Jacu-

piranga podem ser divididas em três principais grupos: rochas ultramáficas; rochas alcalinas (portadoras de nefelina) e rochas que contêm plagioclásio. As rochas ultramáficas representam a maior parte em termos de volume desses três grupos, seguidas pelas alcalinas e rochas portadoras de plagioclásio. Rochas alcalinas e ultramáficas serão descritas em conjunto, pois são bem conhecidas associações que existem entre esses dois tipos de rochas, principalmente em complexos similares ao de Jacupiranga.

Rochas que contêm plagioclásio e aquelas que contêm nefelina terão uma designação geral de rochas portadoras de plagioclásio e de nefelina, respectivamente. Nomes específicos de rocha seguirão a nomenclatura da IUGS (Streckeisen, 1974). A rocha designada de "jacupiranguito" não existe na classificação da IUGS, mas ainda é utilizada por alguns autores (Le Bas, 1977; German *et al.* 1987). Como fora definida originalmente em Jacupiranga, merece considerações: Derby (1891) foi o primeiro a definir e utilizar o termo. Sua definição é: "*as rochas incluídas nesta designação correspondem as séries portadoras de nefelina e presentes nos diversos tipos de magnetita pura, magnetita com piroxênio acessório, piroxênio com magnetita acessória, e piroxênio e nefelina com biotita e olivina como acessórios ou (no caso de se formar ao menos) elementos essenciais*".

Derby (*op. cit.*) enfatizou que "*o principal constante e característico elemento é o piroxênio titanífero violeta*". Mais tarde, Johansen (1938), recomendou o uso para "rochas compostas por augita e minério de ferro e sem nefelina ou somente traços dela". Seguindo esta recomendação, Le Bas (1977) usou o termo para rochas que contem "cerca de 80% de titano-augita e 20% de magnetita e ilmenita". No glossário de Sorensen (1974) o jacupiranguito é descrito como um álcali piroxenito contendo

do titanoaugita, titanomagnetita, nefelina, apatita, perovskita, melanita, etc. Esta orientação é seguida por German *et al.* (1987) que inclui nefelina como constituinte que pode atingir até 10% em volume da rocha, exceto para a "rocha pura em magnetita" descrita por Derby (1891). A descrição que este autor dá ao jacupiranguito corresponde à seqüência de rochas que ocorre na porção noroeste do principal corpo de piroxenito, onde todas as variações petrográficas ocorrem, e devido a ausência de afloramentos, não é sempre possível verificar as relações entre elas. Entretanto, elas são diferentes rochas, com características químicas distintas e deveriam ter nomes diferentes.

A posterior redefinição do termo (Johansen, 1938; Sorensen, 1974) toma um ou outro dos principais tipos originalmente descritos (Derby, 1891); i.e. – ou um nefelina piroxenito ou um magnetita piroxenito. Para evitar qualquer erro ou desentendimento, o termo jacupiranguito será evitado neste trabalho. Ao invés disso, serão utilizados termos mais específicos e descritivos para os nomes de rocha, como magnetita clinopiroxenito, nefelina clinopiroxenito, etc. que segue a recomendação da IUGS. Um outro ponto conflitante deve-se ao fato que os piroxênios dos piroxenitos de Jacupiranga são diopsídios e não titano-augitas, uma característica considerada essencial na definição original do termo jacupiranguito (Derby, 1891).

2.5.1.2.2 Rochas Ultramáficas e Portadoras de Nefelina

2.5.1.2.2.1 Dunitos e Wehrlitos (Kλjd)

Os dunitos correspondem quase que a totalidade da parte norte do Complexo Jacupiranga. Raros wehrlitos foram encontrados sob a forma de blocos nas elevações que cortam o corpo de dunito. Clinopiroxênio dunitos foram obtidos em teste-

munhos de sondagem realizados para prospecção de níquel na área. O corpo de dunito é caracterizado geomorfologicamente por um platô onde ocorre um espesso perfil de alteração de solo com um nível de blocos de sillexitos. Duas pequenas concentrações de sillexitos (Kλjsx) encontradas no solo do corpo de magnetita clinopiroxenito podem representar pequenos corpos de dunitos. Uma brecha alterada que contém fragmentos (1 a 10 cm) de sillexitos e piroxenitos, em matriz de composição sienítica ou monzonítica foi encontrada no contato a oeste do complexo. Esta brecha é intrusiva num sienito fenitizado.

Ferro cromo espinélios estão sempre presentes nos dunitos de Jacupiranga.

Um acamamento irregular pode ser observado em alguns clinopiroxênio dunitos que é determinado por várias delgadas camadas de piroxênio. O grau de serpentinização dos dunitos é variável (10 a 90 %). Hidróxidos de ferro estão presentes, mas os carbonatos são raros.

2.5.1.2.2.2 Piroxenitos e Melteigitos (Kλjp)

Os piroxenitos de Jacupiranga sempre apresentam orientação preferencial e são algumas vezes bandados. Diferentes piroxenitos são: magnetita clinopiroxenitos, flogopita clinopiroxenitos, nefelina clinopiroxenitos, nefelina-olivina clinopiroxenitos e andesina-flogopita clinopiroxenitos.

Magnetita clinopiroxenitos são os piroxenitos mais abundantes, formando a maior parte da região sul do Complexo. Ao lado da magnetita e clinopiroxênio podem conter perovskita, kaersutita e flogopita. A magnetita é sempre intersticial ao piroxênio que é preferencialmente orientado. Todos outros piroxenitos são observados numa zona alongada, localizada na porção noroeste do corpo de magnetita clinopiroxenito. Flogopita clinopiroxenitos e nefelina-flogopita clinopiroxenitos são os tipos de

rocha mais abundantes nesta região, principalmente na porção centro-norte da intrusão (Kλjnp). Quando observáveis, estas rochas são concordantes com os magnetita clinopiroxenitos, embora não se tenha observado contato entre as mesmas. Sempre contêm magnetita e podem conter anfibólio kaersutítico. Clinopiroxenitos portadores de nefelina e melteigitos (melteigito é um nefelina clinopiroxenito, i.e., um clinopiroxenito que contém mais do que 10 % de nefelina) foram principalmente observados nas porções central e sul da zona alongada. Foi possível observar que elas ocorrem como pequenos diques ou soleiras nos flogopita clinopiroxenitos. Andesina-flogopita clinopiroxenitos são menos abundantes de todos os clinopiroxenitos. Eles são concordantes com flogopita e magnetita clinopiroxenitos. Os minerais acessórios são: magnetita, anfibólio kaersutítico e apatita.

Fenitização é uma característica comum nos piroxenitos em geral. É marcada pelo surgimento do feldspato potássico em veios, recristalização dos halos de piroxênios, e transformação da nefelina (quando presente) em cancrinita.

Algumas atitudes da foliação dos piroxenitos, embora poucas, sugerem que o corpo tem a forma de bacia onde os mergulhos aumentam do centro para as bordas.

2.5.1.2.2.2.1 Intrusão Barro Branco (Kλjbg)

“Diques de piroxenitos ocorrem nas margens do complexo, sobretudo nas rochas encaixantes. Uma pequena intrusão de piroxenito ocorre a sudeste do complexo, cerca de 2 km do contato. Ela é cortada por diques de piroxenitos e veios pegmatíticos de nefelina sienito. Todos os piroxenitos desta intrusão são fenitizados.”

No parágrafo anterior descreveu-se a citação traduzida a partir do texto original

de Gaspar (1988), porém o referida "pequena intrusão" não consta no mapa apresentado por este autor. No presente trabalho, o processamento dos dados aeromagnéticos da Folha Jacupiranga evidenciou importante dipolo magnético posicionado cerca de 5 Km a sudeste da borda do Complexo de Jacupiranga, mais precisamente na localidade de Barro Branco. Realizou-se em campo um perfil geológico, auxiliado por navegação com GPS, que evidenciou sobre o mencionado dipolo magnético, a ocorrência de afloramentos de blocos de gabros pegmatóides, que certamente deve constituir um corpo satélite em relação ao complexo, e para o qual sugere-se então a denominação de Intrusão Barro Branco, supondo-se ainda tratar-se da mesma ocorrência assinalada em Gaspar (*op. cit.*).

Trata-se de uma pequena intrusão com área aflorante em torno de 0,75 Km². A interpretação aeromagnética no mapa de intensidade magnética (campo total) indica que o corpo possui maior dimensão, aflorando apenas sua porção oeste enquanto que a leste encontra-se encoberto pela planície aluvial do Rio Jacupiranga. É provável que deva possuir no mínimo o dobro da área da porção aflorante. A polarização da anomalia é normal e a distância entre os centros dos polos positivo e negativo é de 1.250 m. Esses polos estão deslocados, alinhando-se segundo a direção N45W.

A descrição deste corpo no contexto do item em pauta é provisória, pois efetuou-se apenas uma descrição petrográfica que revelou biotita-olivina gabro com hornblenda. Estudos de maior detalhe poderão melhor caracterizá-lo se está incluído no contexto de piroxenitos ou gabros/dioritos.

A amostra coletada em afloramento de blocos no ponto CL-339 revela rocha de coloração cinza escuro esverdeada, salpicada por porções milimétricas esbranquiçadas irregulares às vezes ripiformes. Pos-

sui anisotropia fraca, granulação média grossa e eventualmente são observadas fraturas contínuas preenchidas por um material esbranquiçado (plagioclásio e/ou carbonato). São identificadas também porções irregulares de sulfetos desde submilimétrica a 3mm de diâmetro.

Ao microscópio, exibe textura ofítica com tamanho de seus grãos predominando entre 1 e 5mm, porém o exame macroscópico revela a presença de cristais de augita com tamanhos de até 15mm, indicando uma tendência à textura porfirítica. A composição modal estimada inclui: augita ($\pm 51\%$), plagioclásio ($\pm 16\%$), biotita ($\pm 9\%$), olivina ($\pm 8\%$), hornblenda ($\pm 4\%$), opacos ($\pm 6\%$), apatita ($\pm 2\%$), iddingisita ($\pm 1\%$), filossilicatos finos ($\pm 1\%$) e traços de carbonatos.

A augita ocorre em cristais subedrais, inequigranulares com tamanhos desde próximos a 1 mm a até 15 mm. Exibem um marcante zoneamento composicional com microfraturas preenchidas ou não por carbonatos. Possuem uma leve orientação provavelmente de fluxo, e formam uma malha aberta englobando parcialmente cristais de plagioclásio.

Os cristais de plagioclásio são subedrais ripiformes de composição de andesina intermediária ($An_{\pm 40}$), muito embora são freqüentemente zonados com núcleos mais cálcicos e bordas mais sódicas. Possuem finos cristais de carbonatos associados e estão distribuídos na rocha englobados parcialmente por cristais de augita ou preenchendo fraturas na rocha juntamente com o carbonato.

A olivina é representada por grãos anedrais subarredondados com diâmetros predominantes de $\pm 0,5$ e ocasionalmente atingem ± 2 mm. Mostram-se com microfraturas e estão total ou parcialmente alterados para iddingisita. Possuem ângulo 2V próximo a 80-85° o que sugere conteúdos da molécula forsterita em torno de 65 a 75% ($FO_{65 a 75}$).

Os filossilicatos finos são de coloração verde oliva claro, submilimétricos, birrefringência moderada, levemente pleocróicos com ângulo $2V$ em torno de 25° . Ocorrem juntamente com carbonatos em porções irregulares submilimétricas, representando material de alteração tardia.

A biotita é subedral a anedral de pleocroísmo variando de castanho amarelado a vermelho e freqüentemente apresentam opacos associados. A hornblenda é subedral, castanha com tons avermelhados e muitas vezes encontra-se em bordas de augita. Os opacos são anedrais e raros subedrais, estão dispersos ou associados a cristais de augita, anfibólio e principalmente de biotita. A apatita apresenta-se como cristais eudrais aciculares dispersos.

Foi petrograficamente classificada como biotita-olivina gabro com hornblenda. A rocha foi originada a partir de um líquido magmático de composição basáltica possivelmente próximo ao plano crítico de subsaturação em sílica, tendo seu líquido residual hidratado com alguma tendência alcalina em função de sobras de potássio, proporcionando a cristalização de biotita, além da hornblenda.

Embora a granulação da rocha seja média a grossa, seu resfriamento não deve ter ocorrido em condições plutônicas típicas, ou seja, a amostra analisada deve se tratar de uma rocha possivelmente "diabasóide" em função da presença de cristais de augita e plagioclásio fortemente zonados.

Amostra geoquímica de sedimento de corrente coletada no domínio deste corpo evidenciou anomalias para P, Ba e Sr, também corroborando a existência da intrusão.

2.5.1.2.2.3 Ijolitos e Melteigitos ($K\lambda ji$)

Ijolitos ocorrem como blocos de variadas dimensões cobrindo a elevação conhecida por Morro Grande, com forma de lua crescente. A ausência de afloramentos

na vertente deste morro não permite precisar o exato contato ijolito/piroxenito. O contato mostrado no mapa geológico foi inferido baseando-se principalmente em interpretação geomorfológica. Gaspar (1988) sugere que as verdadeiras dimensões do corpo de ijolito são menores das que foram representadas em mapa. A forma de lua crescente desta intrusiva é também encontrada em alguns corpos de carbonatito. No mapa de drenagem da Folha Jacupiranga, o padrão apresentado pelo domínio dos ijolitos destaca-se com maior densidade em relação as demais litologias do complexo que possuem padrões de baixa densidade de drenagem, sobretudo os dunitos.

Dois tipos de ijolitos ocorrem no Complexo de Jacupiranga: ijolitos que contém melilita (menos abundantes) e aqueles sem, i.e., melilita ijolitos e ijolitos. Ijolitos são rochas fortemente orientadas que contém, ao lado de clinopiroxênio e nefelina, magnetita, perovskita, biotita e rara kalsilita e apatita. Melilita ijolitos também são rochas fortemente orientadas e contém basicamente a mesma mineralogia dos ijolitos. Um incremento na proporção de clinopiroxênio permite a classificação dessas rochas como melteigitos.

A fenitização é profusa nos ijolitos, porém ausente nos melilita ijolitos. Fenitização é marcada pela substituição da nefelina por feldspato potássico (mesopertitas), pela formação de titanita ao redor das magnetitas e pelo aparecimento de simplectitos nas bordas dos clinopiroxênios. Estes simplectitos são compostos de nefelina e clinopiroxênio que é mais esverdeado do que os primários (usualmente mais rico no membro final hedenbergita).

2.5.1.2.2.4 Carbonatitos ($K\lambda jc$)

Gaspar (1988) reconhece cinco corpos de carbonatitos cortados por diques de calcita (alvikito) e dolomita (berforsito) que

ocorrem intrudindo o corpo de magnetita piroxenito. Compreendem os corpos C1 (sovito em geral muito rico em olivina, magnetita e apatita), C2 (sovito dolomítico/rauhaugito calcítico), C3 e C4 (sovitos), e C5 (rauhaugito).

Os carbonatitos exibem bandamento ígneo que é definido pelas variações nas quantidades relativas dos diversos minerais presentes, principalmente a proporção de carbonatos e não-carbonatos (apatita, magnetita, flogopita, sulfetos). A lineação mineral é marcada pelos prismas de apatita em agregados ou cristais individuais (figura II.2.10). Com o aprofundamento da lavra houve mudanças nos contatos e novas características puderam ser observadas (figura II.2.11). As composições das olivinas são bastante constantes em cada intrusão de carbonatito, podendo ser considerada como um bom indicador de corpos de carbonatito onde eles ocorrem. As magnetitas podem mostrar amplo espectro composicional. Xenólitos de piroxenitos são bastante comuns nos carbonatitos.

Segundo Melcher (1954) a análise microscópica dos carbonatitos fornece uma textura granular (sacaróide), sendo composta essencialmente de calcita, que exhibe geminação e clivagem. O material opaco surge em cristais bem desenvolvidos de magnetita e pirita. A apatita ocorre em cristais euédricos incolores, com birrefringência anômala ou, então, formando nódulos glômero-porfiríticos. Acessoriamente foram detectadas monticellita, biotita, pirrotita, badeleíta e serpentina. Uma análise procedente de uma média de 14 afloramentos forneceu os seguintes valores em %: SiO₂ - 0,2 FeO - 0,8 Fe₂O₃ - 2,4 TiO₂ - traços CaO - 51,0 MgO - 3,4 P₂O₅ - 5,2 CO₂ - 36,0.

2.5.1.2.2.5 Nefelina Sienitos (Kλjs)

Nefelina sienitos têm ocorrência profusa no complexo, sob a forma de veios

pegmatíticos intrudindo todos os tipos de rochas. As ocorrências são mais abundantes nas porções marginais do complexo. Nos dunitos, os nefelina sienitos formam pequenos veios de granulação mais fina. A maior ocorrência de nefelina sienito pegmatítico corresponde a menor das duas intrusões que ocorrem no extremo leste da intrusão.

Os veios pegmatíticos são compostos por ortoclásio, nefelina, clinopiroxênio, titanita e biotita. Magnetita, melanita e cancrinita também podem estar presentes.

2.5.1.2.2.6 Fonólitos

Blocos de fonólitos ocorrem na margem norte do complexo. Diques de fonólitos também são observados. Esses fonólitos são compostos por álcali feldspato, nefelina, anfibólio e biotita.

2.5.1.2.3 Rochas Portadoras de Plagioclásio

Excetuando-se os flogopita clinopiroxenitos portadores de andesina, são aqui descritas todas as rochas portadoras de plagioclásio. Essas rochas ocorrem sob a forma de veios, enxames de diques e pequenas intrusões. As regiões de maior abundância destas rochas estão assinaladas no mapa geológico.

2.5.1.2.3.1 Gabros e Dioritos (Kλjs)

Gabros não são rochas comuns no complexo. A maior parte das rochas gabróicas contém plagioclásio com An < 50 e portanto deveriam ser classificadas como dioritos. Duas ocorrências foram encontradas. Uma delas situa-se no contato entre as intrusões de piroxenito e dunitos e a outra localiza-se a sudeste do corpo de piroxenitos. Ambas compreendem melagabros compostos por clinopiroxênio, anfi-

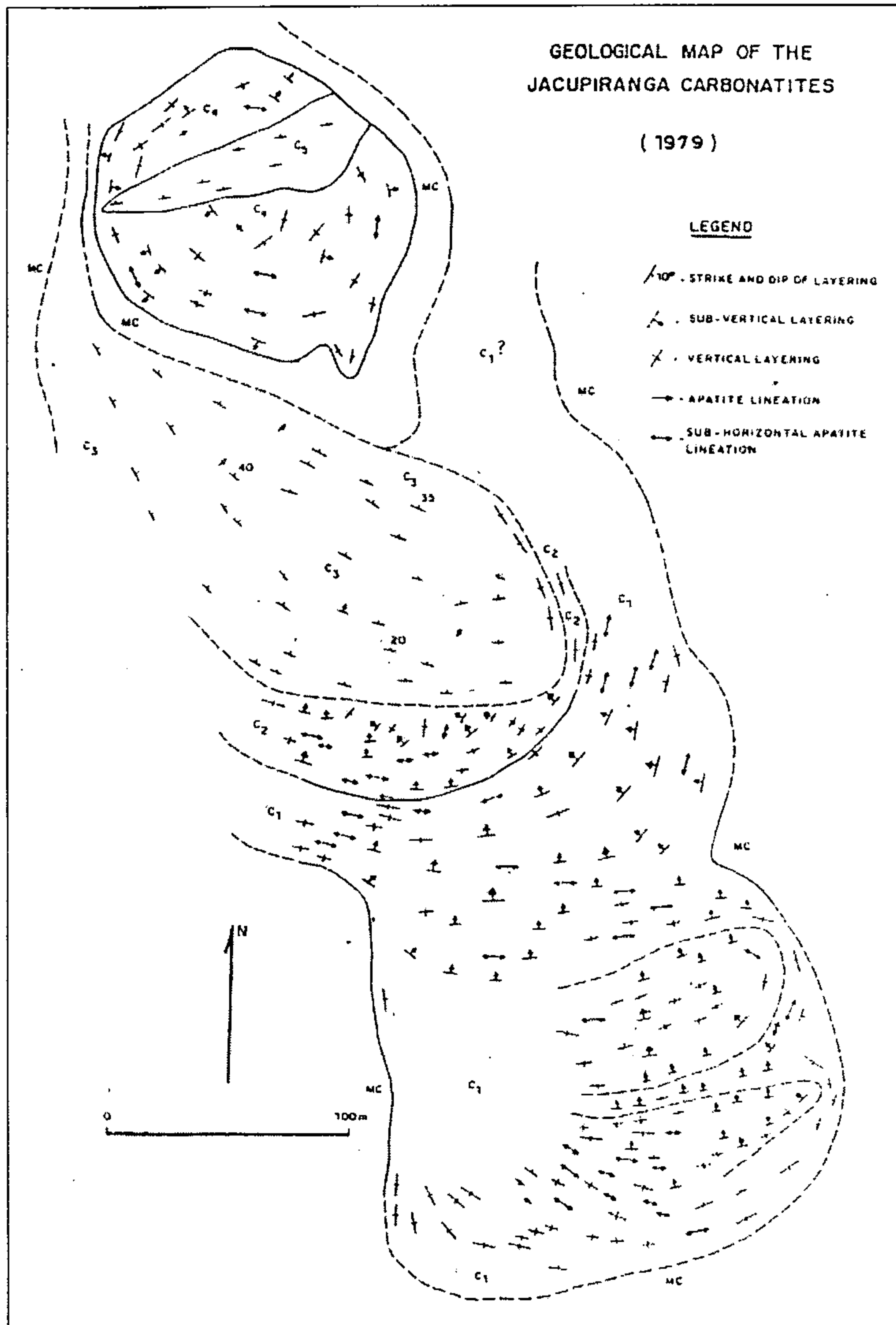
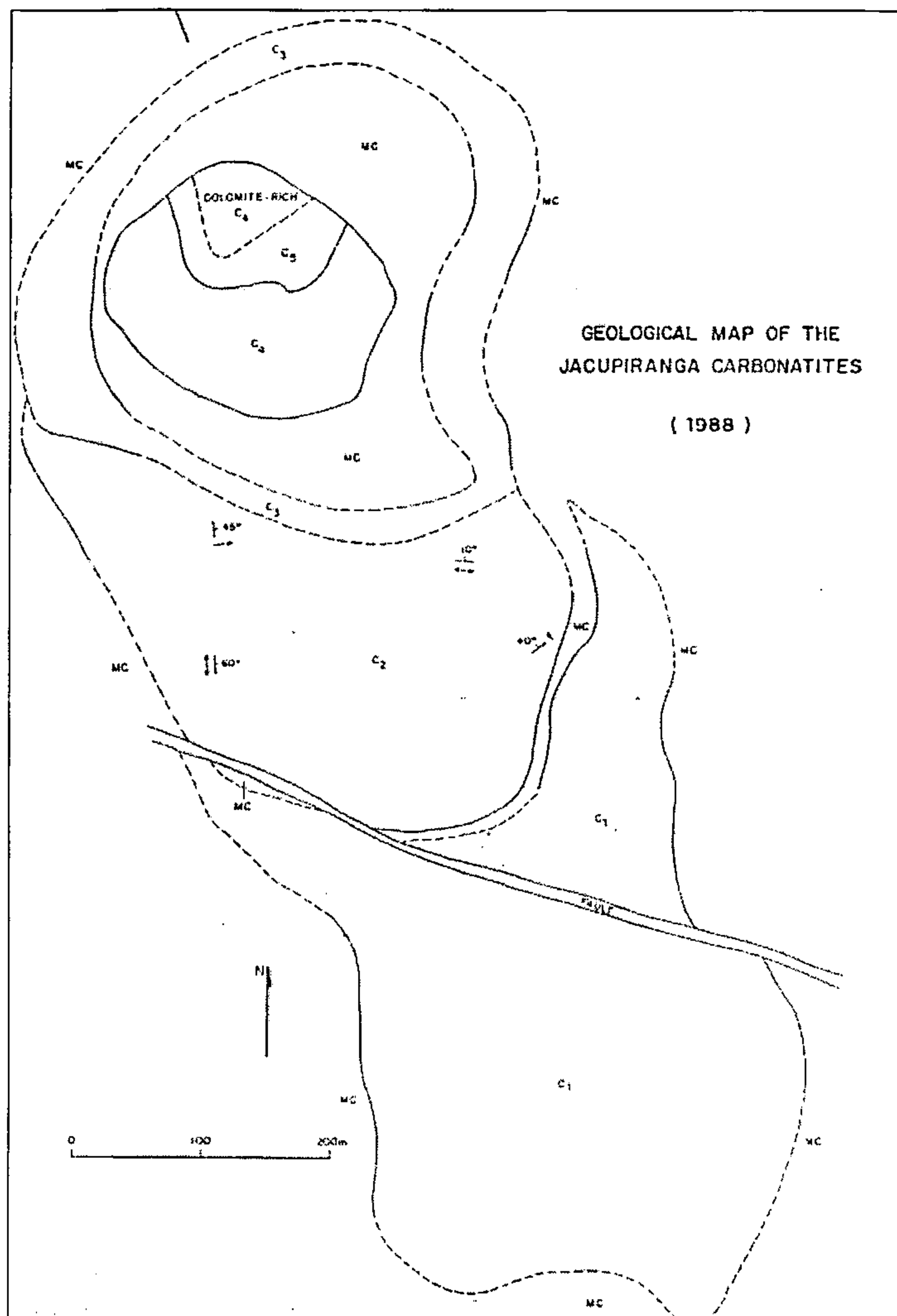


Figura II.2.10 – Mapa geológico do corpo de carbonatito do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, em 1979 (Gaspar, 1988).



C1 – sovito; **C2** – dolomítico; **C3** – sovito; **C4** – sovito; **C5** – rauhauugito,
MC – magnetita clinopiroxenito.

Figura II.2.11 – Mapa geológico do corpo de carbonatito do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, em 1988 (Gaspar, 1988).

bólio, labradorita, biotita, magnetita, titanita e apatita.

O gabro situado a sul do complexo é um anfibólio gabro (kaersutita gabro). Dioritos são compostos de clinopiroxênio, andesina, biotita, magnetita, apatita e zircão.

2.5.1.2.3.2 Monzonitos (Kλjs)

Ampla variedade de composições monzoníticas ocorrem no complexo. Os olivina monzonitos constituem-se na única unidade mapeável na escala (Kλjom). Mela-monzonitos, monzonitos porfiríticos, monzonitos e quartzo monzonitos são os tipos litológicos presentes.

Olivina monzonitos são compostos por clinopiroxênio, andesina, feldspato potássico, biotita, olivina, magnetita e apatita. O maior corpo de olivina monzonito ocorre na porção a norte do complexo, sendo as vezes heterogêneo quanto a abundância em feldspato potássico e como consequência algumas variedades podem ser classificadas como monzodioritos ou monzosienitos.

Mela-monzonitos, monzonitos e quartzo monzonitos são rochas compostas por plagioclásio (às vezes como fenocristais), feldspato potássico (perítico), clinopiroxênio, magnetita e biotita; podendo eventualmente ocorrer quartzo e anfibólio como minerais essenciais. Zircão e apatita são os minerais acessórios.

2.5.1.2.3.3 Sienitos (Kλjs)

Os tipos de sienitos presentes no complexo são: mela-sienitos, sienitos porfiríticos, sienitos, álcali feldspato sienitos e quartzo sienitos.

São compostos de feldspato potássico (peritas, micropertitas, mesopertitas), oligoclásio, clinopiroxênio, biotita, anfibólio, quartzo, magnetita, mirmequita, titanita e apatita.

Álcali feldspato sienitos são os termos mais abundantes. Eles são praticamente o único tipo de sienito que ocorre numa ampla área entre os corpos de piroxenitos e dunitos, na porção leste do complexo. Em geral exibem textura porfirítica e podem conter agregados ultramáficos a máficos.

2.5.1.2.4 Diques

Piroxenitos e todas as rochas portadoras de plagioclásio são as variedades mais abundantes que ocorrem sob a forma de diques.

Nefelina sienitos e fonólitos também são rochas de dique, assim como alguns olivina monzonitos e raros lamprófiros.

2.5.1.2.5 Fenitos (Kλjf)

A fenitização nas rochas encaixantes ocorre em geral como estreitas faixas próximas ao contato, podendo ainda ocorrer fracas evidências de fenitização até 2 Km do contato.

Toda a fenitização nas margens do complexo é predominantemente sódica e geram rochas compostas essencialmente de albita, clinopiroxênios sódicos, anfibólios sódicos e mesopertita. Biotita, quartzo e muscovita podem ser encontrados como relictos. Rutilo é a única fase óxido presente.

A fenitização potássica é generalizada nos piroxenitos e ijolitos e principalmente caracterizada pelo desenvolvimento de feldspato potássico nestas rochas.

2.5.1.3 Assinaturas Geofísicas

Do ponto de vista geofísico, a intrusão do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga constitui uma entidade anômala.

A expressiva quantidade de rochas ultramáficas, freqüentemente portadoras

de magnetita, refletem fortes anomalias gravimétricas, com valores que atingem até +12 mGal, segundo registros do banco de dados gravimétricos do Estado de São Paulo.

As anomalias aeromagnéticas do campo total são tão elevadas que praticamente obliteram todas as anomalias relacionadas com as rochas do embasamento e também os diques básicos, de modo que para melhor caracterização, utilizou-se das anomalias magnéticas representadas pelo sinal analítico (ver Capítulo 6).

No tocante as assinaturas aerogamaespectrométricas, verifica-se que o corpo de carbonatito apresenta valores anômalos de tório, sobretudo na porção norte, onde atinge até 2,8 ppm eTh. Na parte sul registram-se valores localizados de 3,0 ppm eU. Anomalias de tório também são verificadas no domínio dos ijolitos.

As rochas sieníticas da localidade de Areia Preta apresentam valores anômalos localizados (4,0 ppm eU; 1,9 ppm eTh e 2,5% de K). Na região designada Retiro da Fazenda São Jorge registra-se anomalia isolada no canal de tório (2,5 ppm eTh), associando baixos valores de potássio, provavelmente refletindo uma intrusão de sienitos não assinalada no mapa de Gaspar (1988). Os domínios de rochas monzoníticas da região do Bairro Frigorífico apresentam valores de concentração de potássio em torno de 1,5%, enquanto que neste mesmo local, o tório evidencia baixos valores.

2.5.2 Magmatismo Fissural

O magmatismo fissural, de idade mesozóica, presente na área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú acha-se representado por rochas que ocorrem sob a forma de diques. Esses diques têm larga distribuição na área em estudo, ocorrendo invariavelmente intrudidos em todas as

unidades litológicas pré-cenozóicas. São corpos tabulares que exibem espessuras variáveis, desde decimétricas até decamétricas, por vezes com notável extensão aflorante, quase sempre orientados segundo as direções NW-SE e NNW, predominando os mergulhos subverticalizados. A composição também mostra grandes variações, sendo reconhecidos diques de diabásios normais, lamprófiros de filiação ultrabásica e de rochas alcalinas. Os primeiros, em geral, estão associados ao enxame de diques que compreendem o Alinhamento de Guapiara (Ferreira et al., 1981) enquanto que os últimos muito provavelmente estão ligados ao Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga.

Em geral, os diques são magnéticos e configuram anomalias lineares e paralelas, posicionadas segundo NW-SE, refletindo preenchimento de falhas/fraturas por corpos básicos.

Em termos tectônicos, tal como a intrusão de Jacupiranga, estão relacionados aos estádios de fragmentação do Gondwana, no evento de abertura do Atlântico Sul, com idades atribuídas ao Cretáceo Inferior.

2.5.2.1 Diques Básicos e Ultramáficos (Kβd)

Distribuem-se principalmente a partir da porção nordeste da Folha Rio Guaraú, atingindo diversos domínios da Folha Jacupiranga, onde são mais comuns, concentrando-se nesta, a partir das porções nordeste e norte, constituindo a borda sul do Alinhamento de Guapiara. São rochas de coloração preta a cinza-escura, de granulção fina a média, isotropos. Esses litótipos freqüentemente ocorrem alterados, exibindo coloração variegada a avermelhada, por vezes mostrando formas bizarras, decorrentes de processos de alteração concêntrica (anéis de Liesegang). Muitos afloramentos associam blocos de tamanho

decimétrico a métrico, não raro apresentando esfoliação esferoidal.

Na Folha Rio Guaraú, a ocorrência mais expressiva encontra-se representada pelo grande dique posicionado ao longo do vale do Rio Itapitangui, segundo direção geral N40W, prosseguindo, para sudeste, interceptando o Maciço Granítico Mandira, na Folha Ilha de Cananéia e, para noroeste, atingindo a borda NNE do Maciço Granítico Guaraú. Apresenta forte expressão magnética linear nos mapas aerogeofísicos, cujas anomalias sugerem que o mesmo atinge o Complexo de Jacupiranga, possivelmente constituindo a principal estrutura alimentadora. Os afloramentos observados são raros, porém ocorrem outras variedades composicionais, além dos diabásios normais. Uma amostra deste dique, coletada no ponto CL-150, compreende um piroxenito/websterito, que revelou ser constituída basicamente por ortopiroxênio (68%), tremolita (15%), clinopiroxênio (10%) e talco (5%), tendo como traços biotita, clorita, opacos e quartzo. Outro dique expressivo, porém subordinado em relação a este último, ocorre na extremidade nordeste desta folha, posicionado segundo N60W, ao longo do Ribeirão do Soldado. É constituído por diabásios normais.

Na Folha Jacupiranga, um dique de diabásio normal com notável extensão cruza-a diagonalmente, segundo a direção N45W. Na porção central da folha, este dique apresenta relevo positivo, sustentando o morrote do Espigão Comprido. Dadas estas características, presume-se que deva possuir espessuras da ordem de várias dezenas de metros. Em afloramentos deste mesmo dique, situados na Serra do Lageado, observa-se que as zonas de borda apresentam granulação fina, textura afanítica, semelhante a basaltos, com presença de fraturamentos, por vezes concóides, enquanto que nas porções centrais a granulação varia de média a grossa. Essas características refletem os efeitos do res-

friamento do corpo. Constatou-se neste local que já houve tentativas de exploração neste dique para fins de utilização como rocha ornamental.

Os demais diques básicos presentes nessa folha afloram de modo profuso, sobretudo a norte do dique do Espigão Comprido, onde as ocorrências são menos espaçadas, cujos corpos orientam-se segundo N35-45W. No ponto CL-16, a sul de Eldorado, uma amostra de diabásio normal revelou a seguinte composição mineralógica: plagioclásio (55%), augita sub-cálcica (32%), opacos (7%), em proporções menores aparecem anfibólio, quartzo e apatita. Ao microscópio a rocha apresenta uma textura intergranular de transição para subofítica e mesmo para hipidiomórfica granular, com discretos intercrescimentos granofíricos (quartzo no plagioclásio). O Plagioclásio ocorre em cristais subédricos e euédricos de duas gerações: a primeira é representada por cristais mais desenvolvidos (granulação média) aleatoriamente dispostos, enquanto que na segunda ocorrem em cristais relativamente menores, anédricos, tardios e dispostos entre os da primeira geração, juntamente com os minerais ferromagnesianos da rocha. O clinopiroxênio aparece em cristais subédricos, turvos, parcialmente desestabilizados para substância argilo-ferruginosa, associado a anfibólio quase que totalmente cloritizado.

Ao se observar os aspectos do traçado do curso do Rio Ribeira, deduz-se que em parte é condicionado por falhamentos que coincidem com a direção de diversos diques. Estas estruturas, de modo geral são encobertas sobretudo pelas planícies aluvionares do Ribeira, Taquari e Xiririca. Este condicionamento estrutural, conjugado com as direções dos planos verticalizados dos litótipos afetados pela ZCT Cubatão-Lancinha, provavelmente influíram na evolução do Gráben de Sete Barras (Melo *et al.*, 1989a), cuja porção sudoeste inicia-se a partir das proximida-

des a nordeste de Eldorado. Estudos neste sentido já foram assinalados por Melo (1990), figura II.2.12.

2.5.2.2 Diques de Lamprófiros (K β I)

Estas rochas têm distribuição em larga escala no âmbito das folhas mapeadas. Concentram principalmente ao redor do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, ocorrendo também em seu interior. Parecem constituir um sistema radial em relação a este complexo, embora preferencialmente estejam orientados segundo NNW. Boas exposições, apesar de alteradas, ocorrem nas proximidades a leste de Itapeúna. Também são notáveis os diques que interceptam a porção norte do Maciço Granítico Guaraú.

São corpos tabulares que ocorrem sob a forma de diques discordantes, com espessuras quase sempre inferiores a 1,0 metro. Eventualmente podem ser subconcordantes e concordantes, formando pequenos *sills*, sobretudo nas áreas em que a foliação/bandamento do Gnaisse Itapeúna encontra-se em baixo ângulo de mergulho. Frequentemente ocorrem alterados, exibindo coloração verde-escura. Quando são exibem coloração preta a cinza-escura, com textura porfirítica, por vezes destacando fenocristais idiomórficos a hipidiomórficos de augita, olivina e flogopita em matriz afanítica a fanerítica fina, caracterizando texturas lampróficas. Junto às paredes, no contato com as encaixantes, são comuns as feições de borda de resfriamento (*chilled margin*), ressaltadas mesmo quando muito alterados. Geralmente apresentam forte magnetismo, devido a constante presença de magnetita.

Numa pedreira abandonada, localizada na borda nordeste do Maciço Granítico Guaraú, descrita no ponto (CL-232), observou-se um dique de olivina lamprófiro com espessura métrica, cujos fenocristais de olivina ocorrem com tamanho de até 1,0

cm, por vezes serpentinizados. Petrograficamente registra-se composição que inclui augita (36%), biotita (20%), feldspato potássico (5%), plagioclásio (5%), uralita (10%), hornblenda (5%) serpentina (5%), opacos (8%), com demais minerais representados por titanita, sericita e argilomineerais. Os microfenocristais são de augita prismática, ripiforme a tabular, zonada e de biotita marrom avermelhada, lamelar, por vezes poiquilítica, incluindo micrólitos do clinopiroxênio. Agregados de serpentina de contornos ovalados representam pseudomorfos de fenocristais de olivina pré-existentes. A matriz é constituída por minúsculos prismas e micrólitos de augita, lamelas e agregados lamelares de biotita, feldspato potássico e plagioclásio, parcialmente alterados e intersticiais aos minerais máficos, hornblenda verde, prismático tabular, opacos e titanita xenomórficos. Uralita, serpentina, sericita e argilominerais são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal.

No feixe de diques de lamprófiros que ocorrem na localidade de Itapeúna, a amostra CL-77e revelou a seguinte composição mineralógica: augita (24%), biotita (25%), olivina (15%), opacos (10%), sanidina (10%), plagioclásio (5%), titanita (5%) apatita, com proporções menores de epidoto, sericita, quartzo/sílica. Trata-se de rocha máfica a ultramáfica, mostrando textura microporfirítica com matriz afanítica e estrutura maciça. Os fenocristais são de augita e de olivina. Os de augita são euédricos a anédricos, tabulares a prismáticos, mostram-se por vezes zonados e geminados. Os fenocristais de olivina são anédricos e ovais a subédricos. A matriz é constituída por lamelas e agregados lamelares de biotita parda a marrom avermelhada, titanífera; ripas e prismas finos e longos de clinopiroxênio; cristais xenomórficos de minerais opacos; ripas e cristais disformes, intersticiais de plagioclásio e sanidina; agregados microgranulares e de cristais

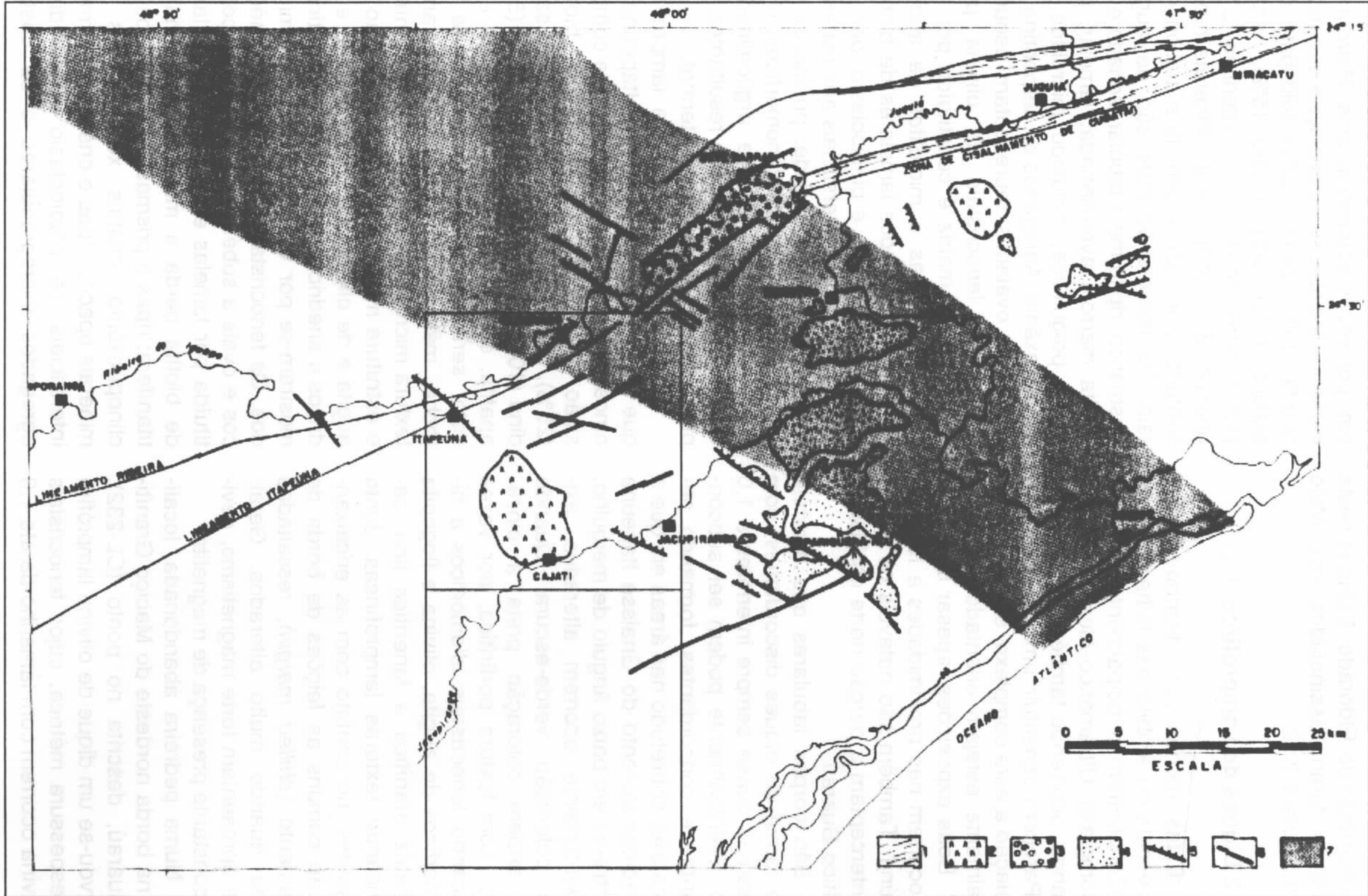


Figura Il.2.12 - Relações entre as principais estruturas e a sedimentação cenozóica no baixo vale do Ribeira do Iguape (1= faixas cataclásticas PC a CO; 2= maciços alcalinos; 3= Fm. Sete Barras; 4 = Fm. Pariquera-Açu; 5= falhas normais cenozóicas; 6= falhas indeterminadas cenozóicas; 7= Alinhamento de Guapiara), segundo Melo (1990), modificado.

xenomórficos de titanita; palhetas de sericita e grãos e prismas curtos de epídoto. O quartzo ocorre apenas preenchendo vênulas, associa-se a agregados de sílica criptocristalina. A apatita ocorre como acessório, em minúsculos prismas ou em seções basais hexagonais.

A composição da maioria dos diques de lamprófiros é indicativa de tratar-se de fases ligadas às manifestações de caráter ultrabásico (e.g. dunitos) do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, concomitantes ou pouco precoces.

Amostras de concentrados de batéia coletadas no interior e fora dos domínios do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, evidenciaram a presença da liga metálica natural *Osmiridium* (Os-Ir) possivelmente com gênese relacionada com os diques de olivina lamprófiros, notadamente os de composição ultrabásica. Uma melhor da caracterização desta liga metálica é abordada no Capítulo 6 - Geoquímica.

No feixe de diques que ocorrem na localidade de Itapeúna, uma datação K-Ar, em um dique de augita-biotita lamprófiro, revelou idade de 137 Ma. (IPT, 1989 *apud* Melo, 1990). Esta idade é pouco anterior àquelas atribuída para o Complexo de Jacupiranga (131 Ma.)

2.5.2.3 Diques Alcalinos (Kλd)

Na região a sudoeste de Eldorado, mais precisamente junto às proximidades da margem esquerda e foz do Córrego Vira-Saia, ocorre um dique posicionado aproximadamente segundo a direção N45W, cuja composição revelou ser distinta dos demais, enquadrando-o como vinculado às manifestações de tendência alcalina, presumivelmente de idade mais jovem que a dos termos ultramáficos (lamprófiros). O traçado deste dique foi inferido com base em três afloramentos: CL-57 (no leito do Rio Ribeira), CL-89 (a

oeste da Fazenda Alabama) e CL-97 (no Córrego Feital). O primeiro afloramento ocorre junto à margem esquerda do Rio Ribeira, sob a forma de blocos decimétricos ovalados, com esfoliação esferoidal, apresentando aspecto de gabro, porém os estudos petrográficos revelaram tratar-se de um tonalito granofírico com textura subvulcânica. É composto por plagioclásio sódico (60%), quartzo (20%), anfibólio alterado (8%) e, subordinadamente, por piroxênio, biotita, opacos, magnetita, apatita, zeólita(?) e titanita. O segundo afloramento compreende um dique com espessura decamétrica, encaixado nos micaxistos do Complexo Embu, de composição similar ao primeiro, embora com feldspatos levemente rosados, menor quantidade de máficos, granulação mais fina e freqüentes disseminações de sulfetos claros. Já no terceiro afloramento, a rocha exibe maior índice de cor e, ao microscópio, revelou tratar-se de um monzogranito granofírico, composto por plagioclásio (34%), feldspato potássico (25%), clinopiroxênio (10%), hornblenda (5%), quartzo (5%) e, subordinadamente por biotita, clorita, opacos, epídoto, tremolita, apatita e zircão. O plagioclásio ocorre em cristais prismático-tabulares, idiomórficos, geminados segundo as leis da albita e albita-carlsbad. O Feldspato potássico é xenomórfico, invariavelmente pertítico, está geralmente inter-crescido graficamente com o quartzo. O clinopiroxênio é tabular, xenomórfico, associa-se a hornblenda parda a marrom e a tremolita em feixes de prismas aciculares. Tremolita, clorita, sericita, epídoto e argilominerais são produtos secundários, resultantes de processos de alteração hidrotermal. Minerais opacos são acessórios abundantes, ocorrem em cristais xenomórficos, em geral associados aos minerais máficos. Os demais acessórios encontrados são apatita em prismas aciculares ou em seções basais hexagonais, zircão em cristais xenomórficos a idiomórficos e titanita.

2.6 Depósitos Cenozóicos

Os depósitos cenozóicos presentes no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú estão representados por Depósitos de Cascalhos Tércio-Quaternários, situados em diferentes níveis de terraços, relacionados à Formação Pariquera-Açu e Coberturas Quaternárias, representadas por depósitos aluvionares marinhos, incluindo mangues, depósitos de tálus e depósitos aluvionares.

Os depósitos de cascalhos presentes foram anteriormente atribuídos por diversos autores como correlatos ou cartografados sob a denominação de Formação Pariquera-Açu. Entretanto, neste trabalho, adota-se a proposição de Melo (1990) que restringe a área de ocorrência da Formação Pariquera-Açu, cuja distribuição ocorre principalmente na área da cidade que lhe empresta o nome, estendendo-se ao vale do Rio Jacupiranga e às vizinhanças da cidade de Registro (figura II.2.13). Segundo este autor, a Formação Pariquera-Açu compreende depósitos fanglomeráticos de leques aluviais associados a falhas sin-sedimentares, gradando lateralmente para depósitos de planície fluvial meandrante e lagos, com espessura máxima de cerca de 15 metros em afloramentos. Atribui-lhe, a partir de correlações, idade terciária (e o a mesomiocênica, como a mais provável). Reconhece também a Formação Sete Barras, que constitui o preenchimento sedimentar de uma depressão tectônica alongada na direção N50E, denominada Grá-

ben de Sete Barras (figura II.2.14), com depósitos originados por leques aluviais coalescentes, gradando para um lago no interior da depressão tectônica. As espessuras verticais estimadas por sondagens elétricas verticais estão entre 130 e 200 metros. Admite como de idade terciária, situando-a entre o Eoceno e Oligoceno. As áreas de ocorrência das formações anteriormente mencionadas, embora próximas, não afloram nos domínios da área em estudo, registrando-se nesta, apenas os depósitos de cascalhos situados em diferentes níveis de terraços (superior e intermediário), que ocorrem preferencialmente ao longo dos vales dos rios Ribeira e Jacupiranga.

2.6.1 Depósitos de Cascalhos Tércio-Quaternários

Esses depósitos distribuem-se quase que exclusivamente na Folha Jacupiranga, como coberturas em terraços sob a forma de manchas irregulares, conforme já mencionado, ao longo das margens dos rios Ribeira e Jacupiranga e seus principais afluentes (foto 22).

Ocorrem dois níveis de terraços de cascalhos designados de superior (TQcs) e intermediário (TQci). Admite-se idade plio-pleistocênica para ambos.

O nível superior de terraços com cascalhos elevam-se de 35 a 70 m acima do leito atual dos rios, com aumento progressivo das cotas de jusante para montante (Melo, 1990).

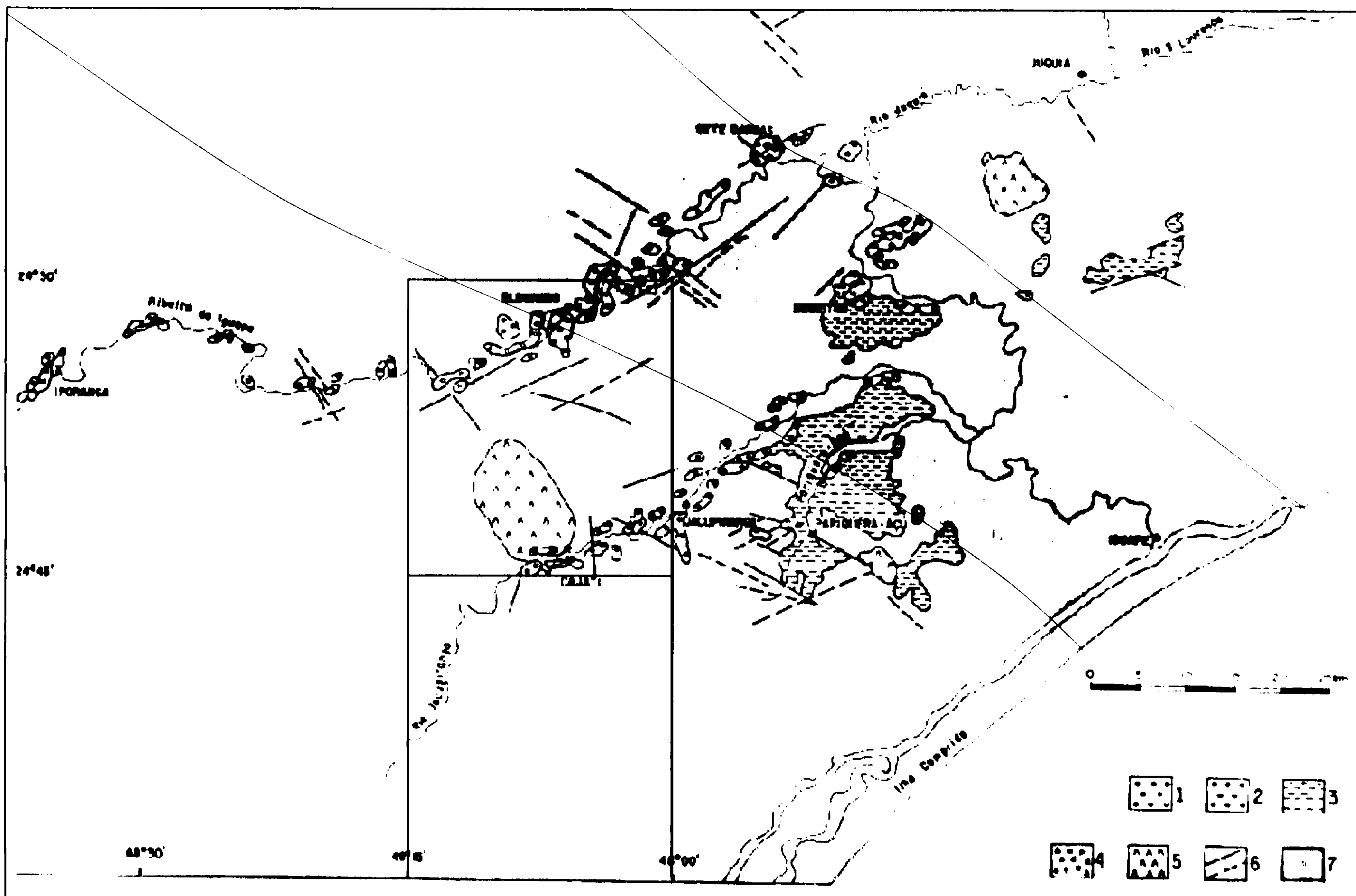


Figura II.2.13 - LOCALIZAÇÃO DOS TESTEMUNHOS DE TERRAÇOS FLUVIAIS NO BAIXO RIBEIRA DO IGUAPE (1= Nível intermediário de terraços com cascalhos; 2= Nível superior de terraços com cascalhos; 3= Formação Paripiranga-Açu; 4= Formação Sete Barras (aflorante); 5= maciços intrusivos alcalinos; 6= falhas cenozóicas; 7= alinhamento de Guapiara), segundo Melo (1990), modificado.

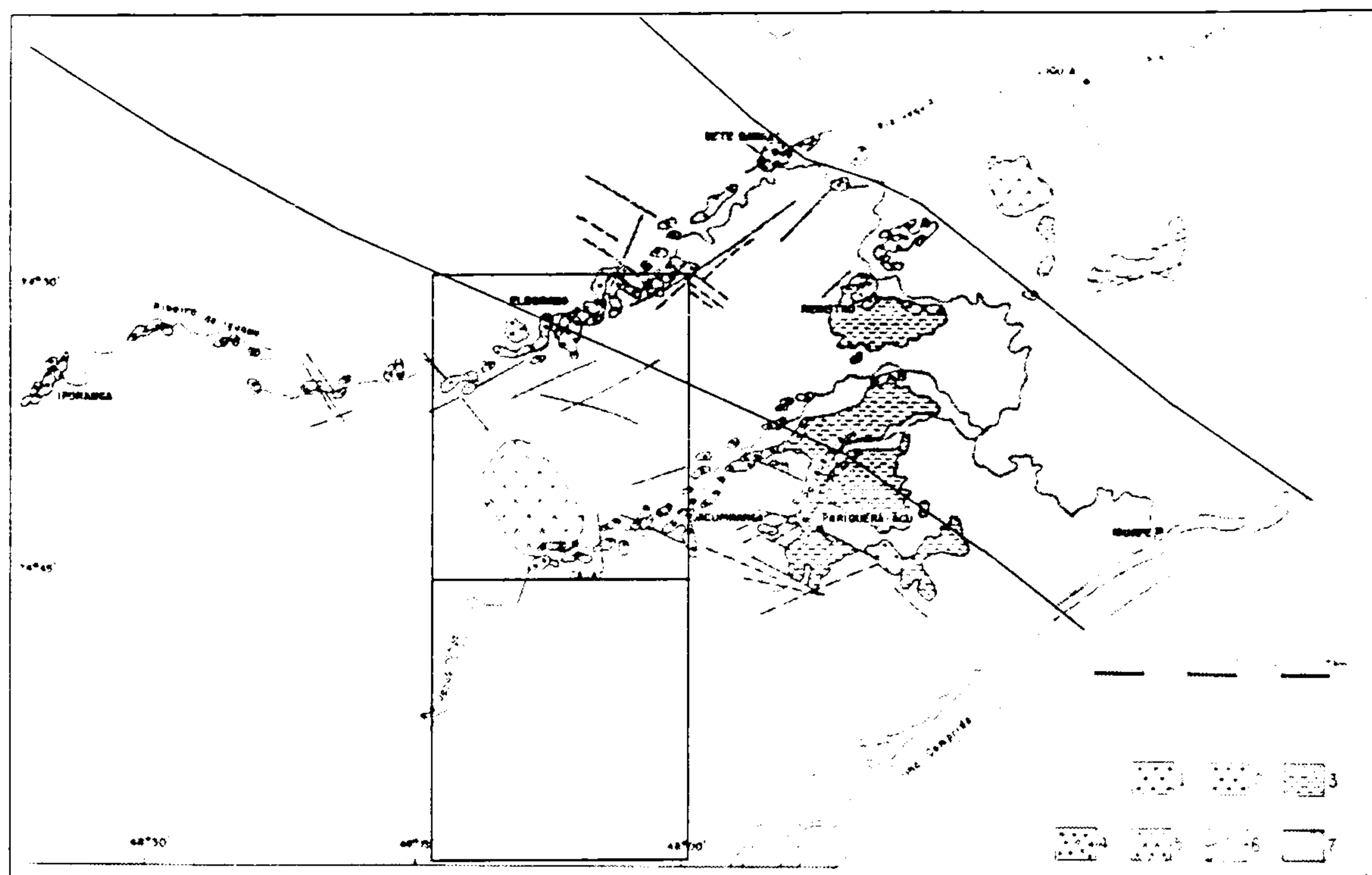


Figura II.2.14 - ESBOÇO GEOLÓGICO DO GRÁBEN DE SETE BARRAS: 1. aluviões recentes; 2. cascalhos do nível intermediário de terraços; 3- cascalhos do nível superior de terraços; 4. Formação Sete Barras; 5. embasamento proterozóico a paleozóico; 6. falhas reativadas, encobertas no pontilhado; 7. meandros abandonados; 8. sondagem elétrica vertical com direção de expansão de eletrodos; 9. área urbana de Sete Barras (modificado de MELO et al. 1989a).

assinala que em Iporanga, o nível superior de terraços chega a atingir a cota 140 m, cerca de 70 m acima do leito atual do Rio Ribeira.

São constituídos de rudáceos oligomíticos associados a areias feldspáticas, ocorrendo subordinadamente intercalações de areias e camadas de lamitos. Desenvolveram-se em sistema fluvial entrelaçado, atribuídos a uma fase de vigência de clima seco. Podem ainda constituir, na realidade, um complexo de pequenos leques aluviais e pedimentos associados à paleodrenagem principal.

Sua localização está vinculada à tectônica das estruturas associadas ao Alinhamento de Guapiara, que influenciou decisivamente na distribuição geográfica e no soerguimento e desnivelamento dos terraços. Localmente se apresentam falhas, indicando atividade tectônica posterior.

Os testemunhos mais expressivos ocorrem nas áreas urbanas e arredores das cidades de Eldorado e Jacupiranga. Na região da Estância Eldorado, situada a montante do Córrego Vira-Saia, a oeste de Eldorado, também registra-se ampla ocorrência desses depósitos que atingem até a cota 87 m e que foram equivocadamente interpretados por Morgental *et al.* (1975) como depósitos de tálus.

Os cascalhos do nível intermediário de terraços têm constituição semelhante àquela dos depósitos do nível superior, também com mesmas características deposicionais e paleoclimáticas. Ocorrem cerca de 20 a 30 metros acima do leito atual dos rios, apresentando-se sob a forma de testemunhos erodidos, embutidos em níveis topográficos abaixo do nível superior de terraços, e situando-se acima dos terraços baixos, estes últimos representan-

do depósitos colúvio-aluviais. Situam-se em torno de 50 m e 30 m, respectivamente em Eldorado e Jacupiranga, estando a menos de 20 m acima da drenagem atual. Os testemunhos que ocorrem no vale do Rio Jacupiranga são numerosos, mas desfeitos pelo erosão e descontínuos, dificultando a distinção entre os dois níveis.

O posicionamento topográfico deste nível indica que ele é mais novo em relação ao nível superior

2.6.2 Coberturas Quaternárias

2.6.2.1 Depósitos Marinheiros (QHm)

Representam depósitos de sedimentos litorâneos pré-atuais e depósitos indiferenciados de deposição mista na planície costeira, incluindo também os depósitos de mangues. Parcialmente estão remobilizados pela ação fluvial mais moderna com restrita ocorrência de lagunas

Distribuem-se de modo bastante restrito na área deste trabalho, numa pequena faixa situada a extremo sudeste da Folha Rio Guaraú.

Os depósitos de mangues (Qhmg) caracterizam-se pela presença de lamias e lodos argilosos ricos em matéria orgânica, sob influência de água doce e salgada, com sedimentação holocênica. Têm topografia plana e pode haver adensamento de uma vegetação arbustiva típica, que desenvolvem raízes adventícias e pneumatóforos. Na área em questão foi cartografada uma pequena incursão de depósitos de mangues, na região baixa do Canal de Batuva e Rio Boacica Grande, relacionados ao canal do Itapitanguí, que integra o estuário de Cananéia.

2.6.2.2 Depósitos Coluvionares de Tálus (QHc)

Os depósitos de tálus aparecem nas áreas de relevo pronunciado, com encos-

tas íngremes. Formam rampas com inclinação relativamente acentuada, junto ao sopé das encostas, ou nas cabeceiras de drenagens de áreas montanhosas, podendo gradar para depósitos aluviais. Destacam-se, pela extensa área, os depósitos situados nas vertentes que bordejam o Maciço Granítico Mandira e, subordinadamente, os que ocorrem a oeste da Serra do Cadeado (Maciço Granítico Guaraú). Predominam nesses depósitos blocos e matações de tamanhos variados, englobando também material colúvio-aluvial rudáceo variegado, texturalmente imaturo, apresentando fragmentos de rochas de tamanhos variados em matriz constituída pelo próprio material do manto de regolito. Ao longo da estrada Itapitanguí-Ariri são notáveis as exposições de blocos de granito que ocorrem entulhando os vales dos rios, não raro intermitentes, oriundos da encosta leste do Granito Mandira,

2.6.2.3 Depósitos Aluvionares (QHa)

Constituem as aluviões e várzeas além de baixos terraços que ocorrem generalizadamente ao longo dos principais rios da área e seus afluentes, em topografia plana e alongada. Representam depósitos inconsolidados de constituição variada, incluindo cascalhos, areias, siltes e argilas.

Na Folha Jacupiranga esses depósitos ocorrem de modo mais profuso, destacando-se sobretudo as planícies aluviais dos rios Ribeira e Jacupiranga, com seus principais afluentes Taquari e Xiririca; Guaraú, Turvo e Padre André, respectivamente.

Nos mapas aerogeofísicos as planícies aluvionares dos rios Jacupiranga e a do baixo Jacupiranguinha apresentam notável assinatura radiométrica, sendo integralmente mapeada pelas assinaturas evidenciadas no mapa de concentração de potássio (1,0 a 1,5%), revelando também valores de 6 a 11 ppm de (eTh). Cogitou-se

inicialmente que tais assinaturas poderiam representar falsa anomalia, causada pela utilização de fertilizantes nas extensas culturas de banana situadas sobre as aluviões, mas verificou-se que a proximidade com os domínios das rochas do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, incluindo também a Intrusão Barro Branco, poderia melhor explicar a origem de tais anomalias. Deste modo presume-se que a

pretérita erosão dos litótipos daquele complexo, que originalmente eram enriquecidos em radioelementos, carreeu materiais para a planície aluvionar, trabalhada pelos rios em referência e seus tributários oriundos dos domínios da intrusão. Esta segunda hipótese é mais plausível, corroborada por exemplo, pela ausência ou fraca incidência dessas anomalias nos domínios da foz do Rio Guaraú, em direção a montante.

3

Geologia Estrutural

3.1 Introdução

A área compreendida pelas folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, na escala 1:50.000, abrange terrenos pertencentes a dois grandes domínios tectônicos regionais: o domínio do Cinturão de Cisalhamento Atlântico (CCA), correlato à parte da Faixa Ribeira (FR) e o Domínio Costeiro (DC). A articulação entre estes domínios tectônicos, na área em apreço, é mostrada na figura II.1.1.

O domínio do CCA constitui uma entidade geotectônica do Ciclo Brasileiro (Almeida, 1973), composta por uma expressiva faixa de orientação nordeste, onde afloram rochas supracrustais metamorfisadas no fácies xisto-verde a anfibolito, rochas ortoderivadas mais antigas e rochas granitóides cálcio-alcálicas e de anatexia. As rochas metavulcanossedimentares associadas a este segmento crustal foram denominadas de Faixa de Dobramento Apiaí por Hasui *et al.* (1975). Estruturalmente a FR é caracterizada por

um arranjo anastomosado de zonas de cisalhamento direcionais destrais de caráter transpressivo (Ebert *et al.*, 1993 a e b; Machado & Endo, 1993 a e b), interpretadas como reflexo de uma tectônica colisional (Soares, 1987; Fiori, 1990; Campanha, 1991; Ebert & Hasui, 1998). Estas zonas de cisalhamento se superpõem a uma estruturação compressiva anterior (Ebert *et al.*, 1993 a; Soares, 1988; Heilbron, 1993). Na área do presente projeto o domínio tectônico considerado está restrito à extremidade noroeste da Folha Jacupiranga (Domínio Ribeira), compreendendo rochas do Grupo Açungui e do Complexo Embu que afloram a norte da zona de cisalhamento (ZC) Cubatão-Lancinha, de movimentação direcional dextral.

A sul da ZC Cubatão-Lancinha aflora o DC, que corresponde à área de afloramento do Complexo Costeiro no sentido de Bistrichi *et al.*, (1981). Outra compartimentação tectônica é proposta por Hasui (1986) que considera as rochas localizadas a norte da ZC Cubatão-Lancinha como

sendo constituintes do Bloco São Paulo e as rochas aflorantes a sul como pertencentes ao Bloco Vitória. Grande parte da área física deste projeto encontra-se em terrenos deste domínio, onde aforam rochas metassedimentares das Seqüências Turvo-Cajati e Cachoeira, rochas ortognáissicas, granulíticas e rochas granitóides. A estruturação é complexa e carente de estudos sistemáticos regionais. Segundo Bistrichi *et al.* (1981), este domínio tem uma estruturação variável de leste-oeste a noroeste, com as foliações configurando um arco que seria resultado de uma evolução estrutural polifásica. A vergência dos movimentos principais é ainda problemática, sendo reportados cavalgamentos para noroeste (Campos Neto, 1983) e para oeste (Hasui *et al.*, 1994), assim como cavalgamentos oblíquos para sudeste (Siga Júnior, 1995).

Objetivando-se a análise estrutural da área do projeto seguiu-se a proposta de Turner & Weiss (1963) de delimitar domínios homogêneos quanto a um atributo estrutural. Optou-se pela atitude das lineações de estiramento-mineral (L_x/L_m). Estes podem representar ou não domínios litológicos. Delimitou-se três domínios estruturais na área abrangida pelo presente projeto (figura II.3.1). Optou-se por delimitar o domínio estrutural III em três subdomínios, objetivando uma melhor caracterização da geometria da foliação tectônica principal.

3.2 Análise Estrutural

3.2.1 Domínio Estrutural I

3.2.1.1 Geometria das Estruturas

Este domínio aflora na porção norte da Folha Jacupiranga, limitando-se com o domínio estrutural II pela ZC Cubatão-Lancinha, de movimentação direcional dextral (figura II.3.1). As rochas aflorantes exibem, de acordo com o estereograma da

foliação tectônica principal (figura II.3.2a), uma estruturação predominantemente de direção NE, com mergulhos médios a íngremes para NW, segundo a atitude das principais zonas de cisalhamento. Localmente ocorrem inflexões importantes das estruturas, como a da ZC Ribeira, que inflete de ENE para NNE na porção NW da folha.

A deformação presente afetou tanto as rochas de baixo grau metamórfico, compostas por filitos, xistos finos e rochas metabásicas da Formação Votuverava, assim como as rochas xistosas do Complexo Embu já em condições metamórficas mais enérgicas, atingindo a zona da sillimanita e gerando, localmente, fusão parcial dos metassedimentos. Estas diferenças metamórficas foram importantes no condicionamento dos elementos estruturais em cada litotipo.

As rochas de baixo grau são caracterizadas por uma clivagem ardosiana S_n paralela a um bandamento composicional, materializado pela alternância de leitos cinzentos (carbonosos) de espessura variável, com leitos esbranquiçados mais claros. Esta alternância entre leitos confere um caráter rítmico marcante às rochas desta unidade. Os contatos litológicos são via de regra paralelos à foliação tectônica principal S_n . Localmente a clivagem ardosiana é oblíqua ao bandamento composicional S_o , notadamente nas zonas de charneira de dobras intrafoliais. Estas dobras são freqüentemente sem raiz, denotando o caráter milonítico da foliação principal.

Nas rochas xistosas do Complexo Embu, a foliação S_n é uma xistosidade fina a grossa, anastomosada, milonítica, paralela a variações composicionais nos xistos e mobilizados graníticos anatéticos.

Nos planos da foliação S_n caracterizaram-se lineações de estiramento-mineral (L_x/L_m), dada por minerais micáceos orientados preferencialmente na direção das foliações. Estas lineações plotadas em

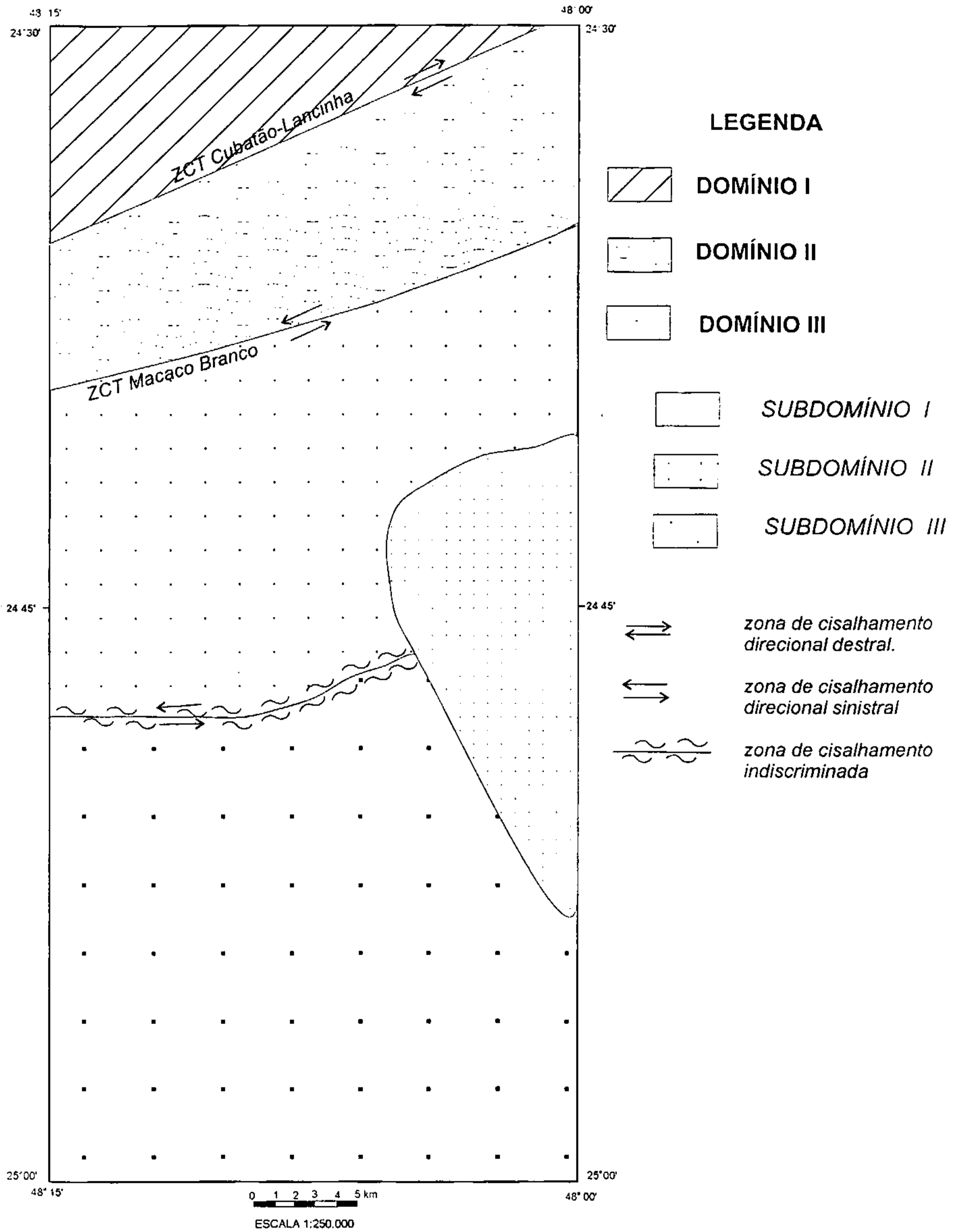


Figura II.3.1 - Domínios Estruturais na Área das Folhas Jacupiranga e Rio Guaraú

estereograma (figura II.3.2b) mostram uma concentração principal a N034 e outra secundária a N222, com baixo caimento para ambos os quadrantes.

Estruturas como dobras foram descritas localmente não tendo sido amplamente descritas em afloramentos deste domínio estrutural. Em sua maioria são intrafoliais internas ao bandamento principal. Em perfil são apertadas a isoclinais, assimétricas, com plano axial paralelo à foliação principal e com zonas de charneira espessadas e angulosas, assim como flancos adelgaçados. Na classificação de Ramsay (1967) se enquadrariam em dobras da classe 3.

3.2.1.2 Cinemática

Os estereogramas das foliações miloníticas S_m e lineações de estiramento-mineral L_x/L_m (figura II.3.2) indicam uma forte estruturação em alto a médio ângulo associada a importante transporte lateral das massas rochosas, paralelo à orientação regional do orógeno (CCA). Os indicadores cinemáticos associados à esta estruturação observados na área do projeto sugerem uma cinemática direcional destal.

Regionalmente tem sido proposto um modelo evolutivo que envolveria, inicialmente, movimentos de empurrão com vergência para noroeste seguido de movimentos laterais destrais, concentrados em planos de fluxo subverticais paralelos às margens do orógeno. Esta evolução tectônica pressupõe que elementos de uma trama estrutural anterior foram girados e/ou obliterados pelas transcorrências tardias. No campo a distinção dos diferentes regimes tectônicos é de difícil caracterização devido ao forte paralelismo entre as estruturas assim como pela ausência de uma quebra metamórfica evidente. Este fato sugere que, embora os dados cinemáticos colhidos neste trabalho sejam coerentes com os apresentados na literatura, é possível que representem um quadro finito originado em diferentes regimes tectônicos.

3.2.2 Domínio Estrutural II

3.2.2.1 Geometria das Estruturas

Este domínio estrutural localiza-se em terrenos do Complexo Costeiro, no sentido de Bistrichi *et al.* (1981), sendo limitado a norte pela ZC Cubatão-

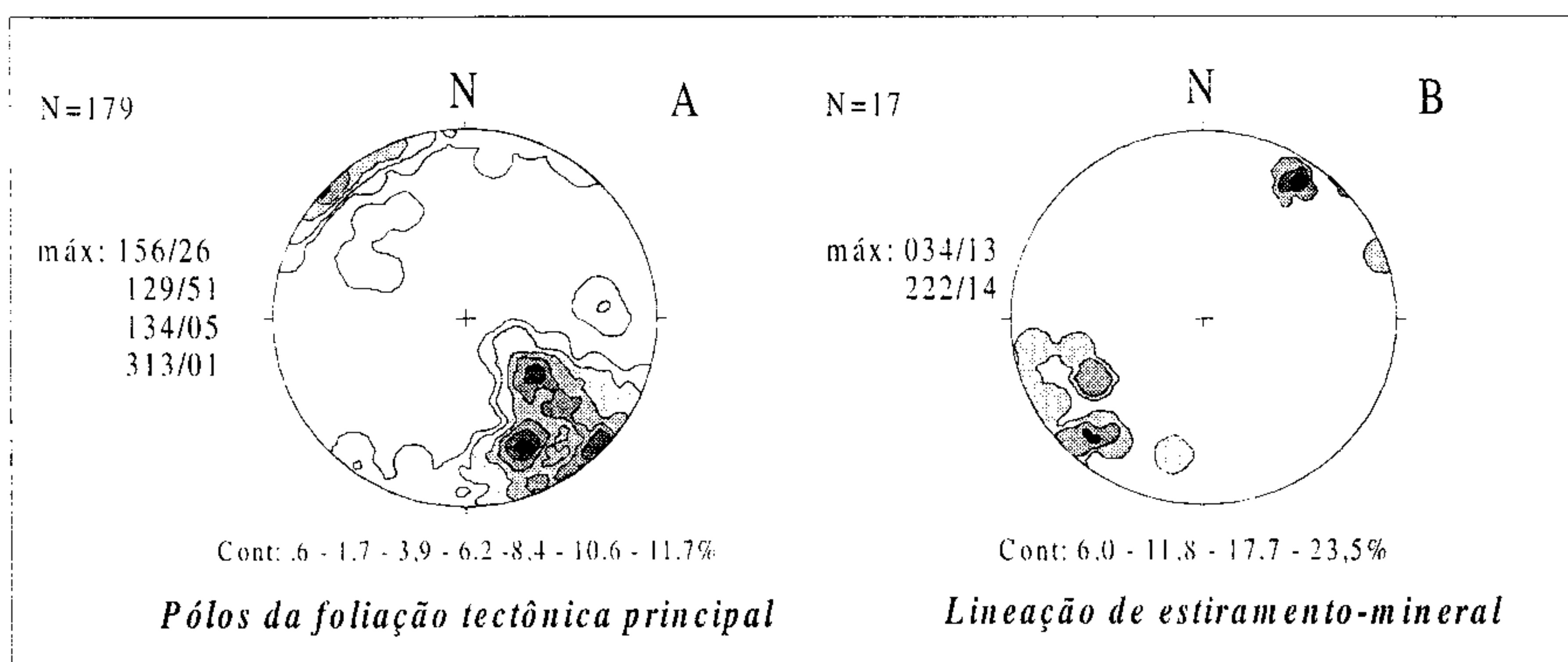


Figura II.3.2 – Estereogramas Domínio Estrutural I.

Lancinha, e a sul pela ZC Macaco Branco de alto ângulo, com direção geral N75E e movimentação direcional sinistral. Neste domínio afloram na base, rochas granitoides foliadas, localmente gnáissicas, que compõe a unidade do Gnaiss Itapeúna capeados por metassedimentos migmatíticos correlatas à Seqüência Turvo-Cajati, compostos por xistos e gnaisses kinzigíticos com intercalações de mármore calcíticos e dolomíticos e gnaisses cálcio-silicáticos.

No Gnaiss Itapeúna a foliação milonítica S_m desenvolve-se de maneira heterogênea, intercalando domínios homogêneos ou incipientemente foliados, e domínios com estruturas planares bem desenvolvidas. Nestes, a foliação S_m apresenta uma morfologia anastomosada devido à profusão de pórfiros/porfiroclastos de feldspato e localmente é paralela a um bandamento gnáissico, dado principalmente pela abundância relativa de biotita entre as bandas.

Nos metassedimentos pelíticos migmatizados a foliação S_m é uma xistosidade grossa, anastomosada, localmente paralela a um bandamento composicional e provavelmente reflete mudanças composi-

cionais primárias, modificadas pela deformação, assim como pela ação de processos termomecânicos posteriormente impressos nas rochas.

Os leucossomas presentes nos metassedimentos são deformados e subconcordantes com a estrutura externa das encaixantes. Esta relação bem marcada nos xistos aluminosos e nos gnaisses kinzigíticos confere uma estrutura bandada, provavelmente resultante de anatexia sin-deformacional, compatível com o grau metamórfico vigente durante a deformação destas unidades. Nos mármore a foliação principal é marcada pela orientação dos bordos de grãos de carbonato deformados, denotando uma textura granoblástica. Quando impuros alinham-se paralelamente micas e anfibólios.

A estruturação geral deste domínio é compatível com foliações de direção nordeste e mergulhos variáveis para noroeste e sudeste. Em projeção estereográfica os pólos da foliação milonítica S_m dispõem-se segundo uma guirlanda de pólo N250 com caimento de 10° (figura II.3.3a), subparalelo ao máximo da lineação de estiramento mineral L_x (figura II.3.3b).

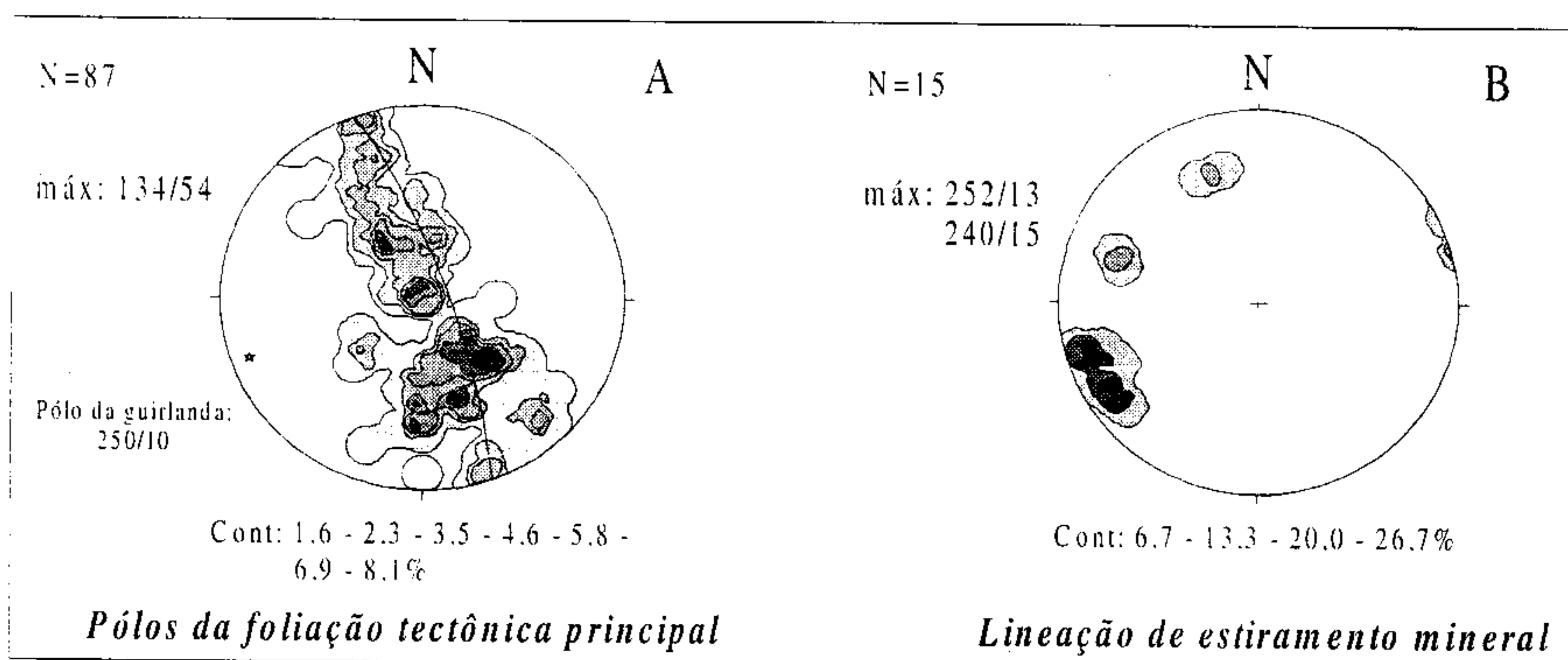


Figura II.3.3 – Estereogramas Domínio estrutural II.

Nos planos da foliação milonítica ocorrem lineações de estiramento-mineral L_x de baixo *rake* com caimento para sudoeste e, subordinadamente, para noroeste (figura II.3.3b). Nos gnaisses esta lineação é marcada principalmente por biotitas e nos metassedimentos por sillimanita, micas e quartzo, isoladamente ou como agregados poliminerálicos.

3.2.2.2 Cinemática

As estruturas indicadoras do sentido de cisalhamento observadas neste domínio foram os pares de foliações SC, que sugerem uma movimentação de topo para SW, tendo a foliação milonítica S_m de baixo ângulo durante a fase de deformação principal. Em porções onde a foliação milonítica S_m tem atitude subvertical a movimentação é sinistral. Esta deformação ocorreu em condições metamórficas da fácies anfibolito, zona da sillimanita.

A estruturação geral deste domínio é, como descrito anteriormente, de baixo ângulo, com mergulhos preferencialmente para NNW e subordinadamente para SSE. Esta estruturação é evidente na Serra do Lajeado e Serra do Lençol onde o Gnaiss Itapeúna é sobreposto por metassedimentos migmatíticos em baixo ângulo.

Em direção ao limite sul deste domínio, materializado pela ZC do Macaco Branco, de movimentação direcional sinistral, as rochas metassedimentares adquirem uma franca estruturação em alto ângulo com direção ENE.

3.2.3 Domínio Estrutural III

3.2.3.1 Geometria das Estruturas

Este domínio abrange a porção a sul da ZC do Macaco Branco, na Folha Jacupiranga e a totalidade da Folha Rio Guaraú.

Embora os dados obtidos de lineações de estiramento/mineral L_x/L_m justifi-

quem a delimitação deste domínio (figura II.3.4a) pôde-se visualizar num mapa preliminar de foliações e lineações de estiramento, três subdomínios bem marcados por diferentes orientações estruturais, dados pelas atitudes das foliações miloníticas principais S_m .

O primeiro subdomínio inclui regiões onde a foliação milonítica S_m nos metassedimentos tem direção predominantemente WNW, na extremidade NEE da Folha Rio Guaraú (figura II.3.4b).

O segundo subdomínio ocorre entre a ZC do Macaco Branco e uma zona de cisalhamento indiscriminada que ocorre a norte do Granito Guaraú, também de movimentação sinistral, onde a orientação regional da foliação milonítica (S_m) mostra características híbridas entre a orientação WNW e ENE (figura II.3.4c). Nesta região as foliações com orientação ENE-WSW são limitadas pelas zonas de cisalhamento e isolam porções intermediárias com orientação NW. Os dados cinemáticos obtidos no campo, assim como a própria geometria desenhada pela orientação das foliações sugerem uma geometria final resultante da superposição de estruturas num regime de cisalhamento não-coaxial sinistral.

O terceiro subdomínio é representado pelos ortognaisses e metassedimentos que afloram a sul da zona de cisalhamento que ocorre a norte do Granito Guaraú e mostram uma estruturação geral de orientação ENE e mergulhos variáveis para sul (figuras II.3.4d e II.3.5a).

Os xistos apresentam-se anastomosados, com a foliação S_m subparalela a um bandamento composicional, marcado pela intercalação entre bandas micáceas e de rochas calciossilicáticas, mármore e, subordinadamente quartzitos micáceos. Esta variação composicional provavelmente representa a superfície de acamamento original, modificada e reorientada pela deformação. Alternativamente ocorrem varia-

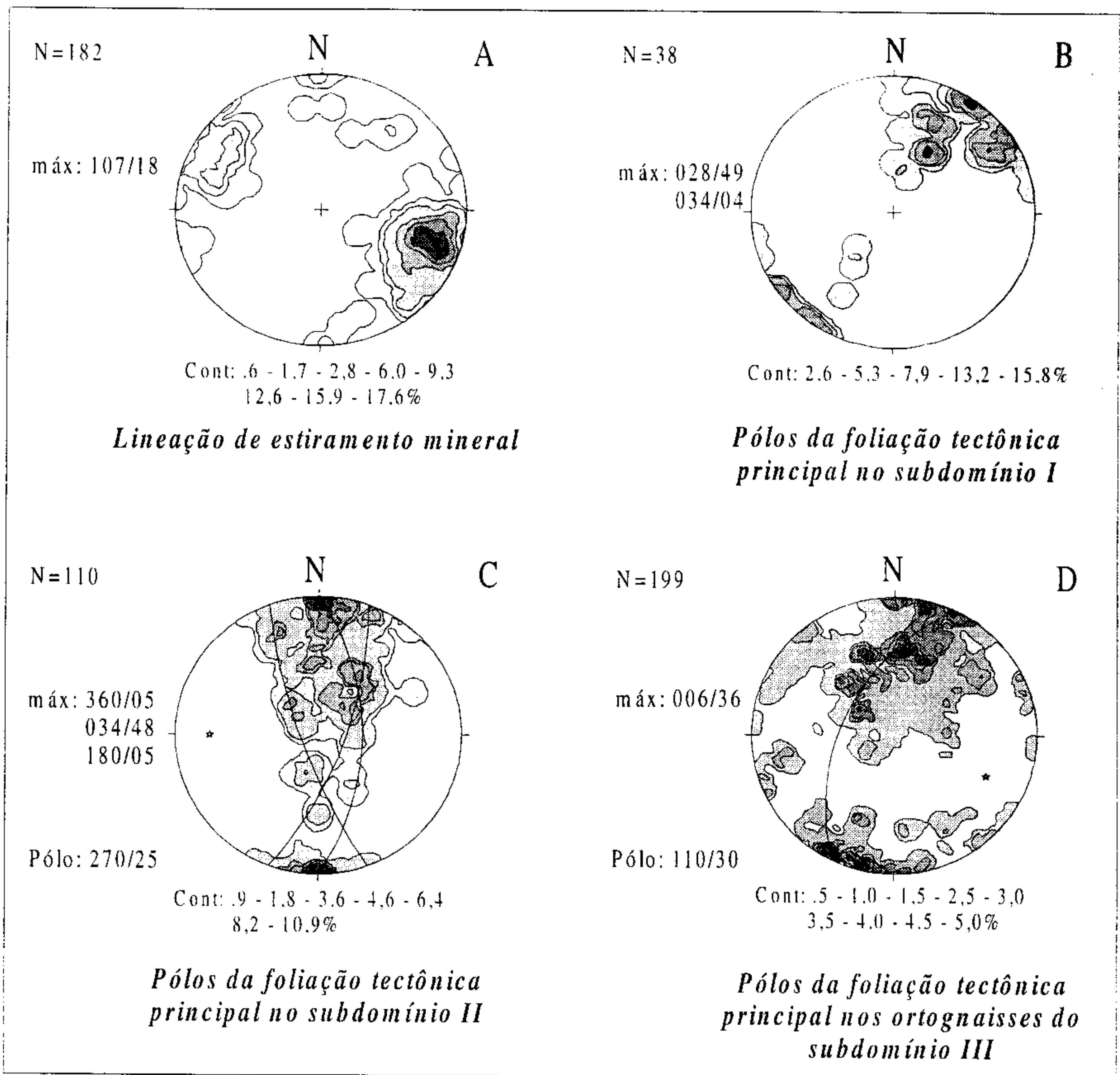


Figura II.3.4 – Estereogramas Domínio Estrutural III

ções composicionais resultantes de diferenciação deformacional/metamórfica, como por exemplo, bandas graníticas foliadas hololeucocráticas intercaladas com bandas micáceas nos fácies migmatizadas. Em zonas restritas, a foliação principal S_m é freqüentemente uma xistosidade de crenulação. Nos ortognaisses a foliação principal é invariavelmente subparalela a um bandamento composicional simétrico e extremamente regular, marcado pela intercalação entre bandas de composição tonalítica/granodiorítica, anfibolíticas e, na porção centro-ocidental da Folha Rio Guaraú, rochas ultrabásicas (talco-xistos). Estas rochas ocorrem na maioria das vezes como inclusões tectônicas dentro dos ortognaisses sem uma ligação clara com *trails* de *boudins*.

Na região oeste da Folha Rio Guaraú, no perfil da BR-116, as estruturas budinadas, notadamente em anfibolitos, têm uma expressão espetacular traduzindo-se numa característica desta unidade; localmente apresentam dimensões métricas. Em projeção estereográfica estas foliações S_m mostram orientações distintas dentro de cada subdomínio, como discutido anteriormente (figuras II.3.4b,c,d e figura II.3.5a). No subdomínio II a foliação S_m delinea uma guirlanda principal que engloba os máximos principais com pólo a 270/25 e guirlandas secundárias que representam o lugar geométrico de foliações com direção NE e NW, e mergulhos variáveis para sul, podendo ocorrer em menor grau a inversão do mergulho (figura II.3.4c). No subdomínio III os estereogramas mostram uma estruturação geral EW e mergulhos predominantes para sul (figura II.3.4d e figura II.3.5a).

Nos planos da foliação milonítica S_m ocorrem forte lineações de estiramento mineral L_x , marcados por minerais como sillimanita, feldspato, quartzo e micas nos metassedimentos, e hornblenda, biotita e feldspatos nos ortognaisses. Freqüentemente a lineação é marcada por agregados

destes minerais. A intensidade destas estruturas é marcante nas rochas deste domínio, constituindo tectonitos do tipo SL; podem ocorrer ainda tectonitos do tipo L. Em projeção estereográfica as lineações mostram uma concentração consistente a N107° e caimento de 18°. Outras estruturas lineares, com amplo desenvolvimento na área do projeto, são as do tipo *mullions* L_b , geralmente associadas à zonas de charneira de dobras.

As estruturas dobradas que ocorrem neste domínio são de caráter restrito predominando uma estruturação planar bem desenvolvida. Podem ser agrupadas em dois grandes grupos de estilo: o primeiro englobaria as dobras sin-miloníticas, freqüentemente intrafoliais, e o segundo é composto por dobras tardias, superpostas à estruturação principal.

No primeiro grupo a superfície axial dos dobramentos é paralela à foliação milonítica S_m , ou tem a própria foliação em posição plano axial. São geralmente assimétricas com charneira espessada, angulosas, flancos adelgaçados e freqüentemente rompidos, ocorrendo ainda zonas de charneira isoladas entre domínios cuja foliação é de geometria planar. Esta característica sugere uma deformação intensa e se enquadra na classificação de Ramsay (1967) em dobras da classe 3, com arco externo mais fechado do que o interno. Apesar do número restrito de medidas, os eixos destas estruturas são subparalelos à lineação de estiramento-mineral. Localmente os eixos são curvos formando dobras em bainha, denotando o caráter acilíndrico destas estruturas.

O segundo grupo é formado por dobras abertas que afetam a foliação principal S_m . São estruturas, em perfil cilíndricas, variando de assimétricas a mais raramente simétricas, localmente associadas a uma clivagem de crenulação. A espessura das bandas dobradas se mantém constante, tanto nos flancos como na zona de char-

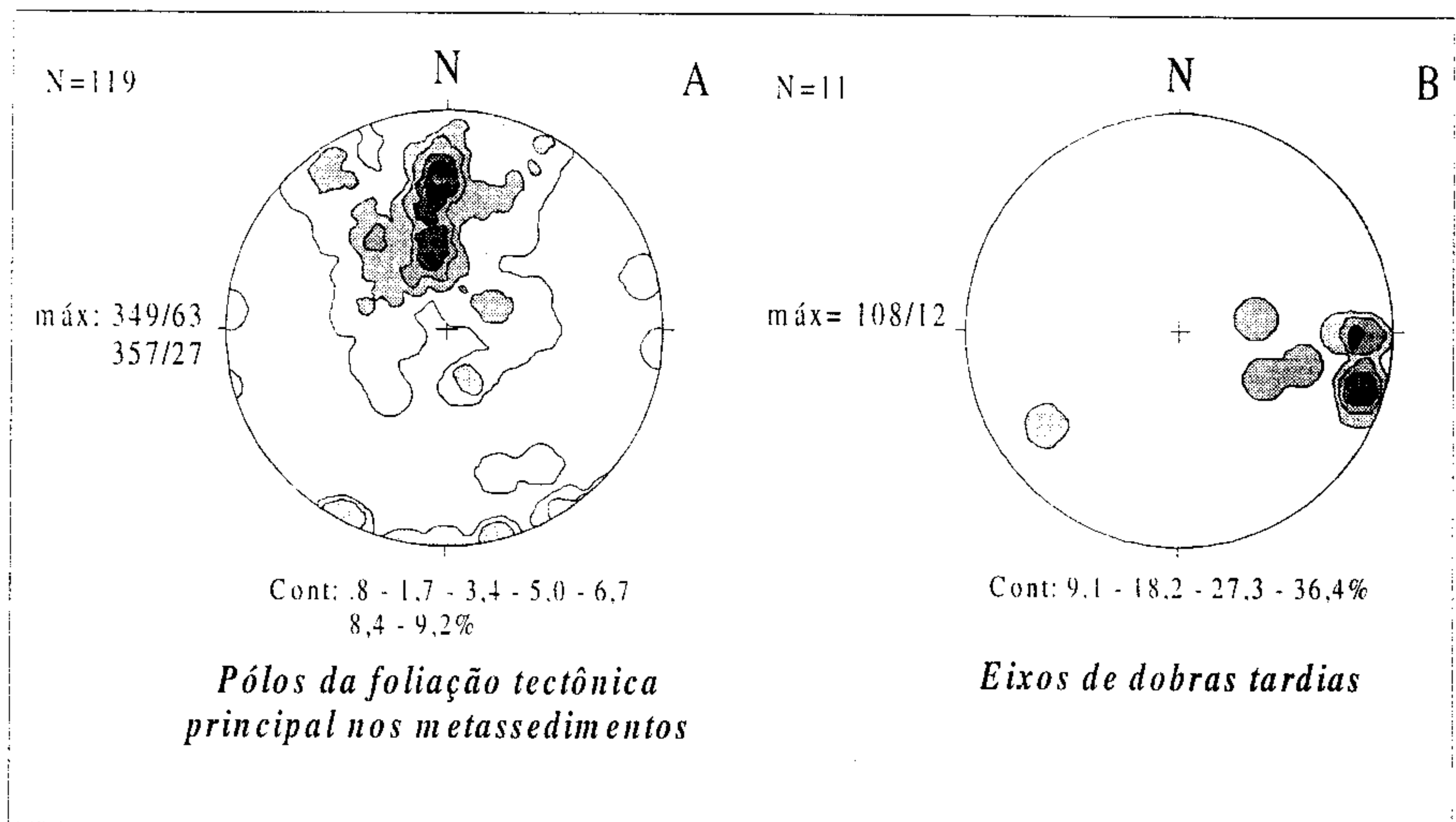


Figura II.3.5 – Estereogramas Domínio estrutural III

neira e não têm uma distribuição ampla por este domínio, tendo sido observadas somente em escala mesoscópica. Apesar do número restrito de medidas, em projeção estereográfica mostram-se concentradas a N108° com caimento de 12°, para o subdomínio III (figura II.3.5b). Nos demais subdomínios têm um desenvolvimento ainda mais restrito.

3.2.3.2 Cinemática

As estruturas indicadoras do sentido de cisalhamento sugerem uma evolução tectônica complexa para este segmento. Para os domínios com foliação milonítica orientada segundo ENE, o sentido de rotação do fluxo é predominantemente sinistral, com movimentos direcionais e oblíquos associados. Esta deformação estaria associada a uma milonitização pervasiva em todos os litotipos em condições metamórfi-

cas compatíveis com a fácies anfibolito, zona da sillimanita.

No domínio com foliações orientadas NW, a qualidade dos afloramentos não permitiu uma observação segura das estruturas indicativas de rotação do fluxo e uma melhor interpretação das ambigüidades presentes. Apesar disso os dados disponíveis sugerem que representem domínios com movimentação dúctil predominantemente direcional, com sentido de rotação destal.

Além do quadro cinemático identificado acima observou-se na porção ocidental da Folha Rio Guaraú uma estruturação imbricada por empurrões, provavelmente de natureza dúctil-rúptil, cuja vergência não pôde ser determinada com precisão devido à ausência de dados confiáveis de lineações. Entretanto a orientação dos eixos de dobras assimétricas abertas sugerem que tenham uma vergência heterogênea para norte. Esta estruturação é

responsável pela compartimentação geomorfológica nessa região.

3.2.4 Conclusões e Recomendações

Os dados estruturais levantados no presente projeto sugerem que em escala regional, dois grandes domínios tectônicos sejam separados: o primeiro grande domínio englobaria as rochas correlatas ao Grupo Açungui e ao Complexo Embu, localizadas a norte da ZC Cubatão-Lancinha, representando portanto, o domínio estrutural I abordado neste trabalho. Este domínio tem padrão tectônico correlato ao Cinturão de Cisalhamento Atlântico (Machado & Endo, 1993), de movimentação principal direcional dextral; o segundo grande domínio englobaria todas as unidades litológicas que afloram a sul da referida zona de cisalhamento, englobando assim os domínios estruturais II e III. Este grande domínio é estruturalmente heterogêneo se comparado ao primeiro.

Os dados geométricos e cinemáticos levantados nos domínios estruturais II e III sugerem uma evolução tectônica complexa para este segmento, envolvendo articulações entre diferentes orientações estruturais, provavelmente com idades distintas. Este dado é contrastante com o domínio I, caracterizado por uma relativa homogenei-

dade tectônica. Além disso, enquanto que no domínio estrutural I predomina uma cinemática dextral, nos domínios II e III a cinemática identificada é predominantemente sinistral em planos sub-paralelos a orientação regional do orógeno, o que sugere idades distintas para a geração destas estruturas.

Internamente ao DC, as relações estruturais são muito prejudicadas pela qualidade das exposições. Os dados coletados sugerem que a estruturação regional NW, identificada nos xistos da Seqüência Turvo-Cajati (Silva & Algarte, 1981 a e b) provavelmente representem estruturas mais antigas que as expressivas faixas de cisalhamento sinistrais oblíquas de direção geral ENE. Por outro lado, os empurrões aparentam ser estruturas mais jovens com relação à estruturação discutida neste trabalho para o DC.

Pelos dados coletados no presente projeto concluiu-se que a estruturação do DC é muito complexa e ainda praticamente desconhecida. Somente o desenvolvimento de trabalhos de mapeamento geológico-estrutural sistemáticos, aliados ao emprego de ferramentas como a geocronologia, geobarometria e geoquímica, entre outras, pode caracterizar melhor a evolução estrutural deste domínio.

4

Evolução Geológica

O entendimento da evolução geológica de uma área e a elaboração de um modelo geotectônico para a região estudada requer análise de dados geológicos de abrangência de escala, no mínimo regional. Dessa forma, seria temerário compor a história evolutiva da área, embasada tão somente na interpretação dos dados obtidos no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, que correspondem apenas a um pequeno trato de terreno.

No que depreende do acima exposto, se faz necessário um estudo bastante detalhado de áreas representativas dos diferentes segmentos cartografados neste trabalho, com apoio de técnicas multidisciplinares (geocronologia por diversos métodos simultâneos, litogeoquímica, petrologia, estrutural, entre outras), integrando-as com os dados regionais existentes, de forma a testar a aplicabilidade e consistência do modelo. A não observação dessas condições mínimas conduz a proliferação de modelos imprecisos, muitas vezes divergentes entre si, apesar de, em parte, apresentarem certa concordância e coerência com os dados obtidos. Assim, quanto menor o número de informações sobre uma área e quanto menor a confiabilidade nos

dados disponíveis, maior o número de modelos passíveis de explicar sua evolução geológica.

Este capítulo deve ser entendido como um estímulo às discussões e interpretações, que de alguma forma possam contribuir, além dos dados aqui apresentados, para o estabelecimento de um modelo geodinâmico de maior aplicabilidade para a região do Vale do Ribeira, englobando os terrenos do sul paulista e leste paranaense. Ressalte-se que a referida região ainda é carente de informações geológicas, sobretudo de mapeamentos de maior detalhe, tendo em vista as dificuldades de acesso inerentes.

Considera-se que teoria é uma ferramenta e não uma crença, e deve reunir todos os elementos que permitam amplo entendimento da evolução. Neste sentido, a Teoria da Tectônica de Placas é a que unifica todos os conhecimentos no campo da geologia.

Tentar-se-á elaborar um quadro evolutivo das diversas unidades litoestratigráficas presentes na área em estudo, com ênfase na evolução da Faixa Ribeira, à luz da teoria anteriormente mencionada, sobretudo quanto as características geológi-

cas do Complexo Embu e do Grupo Açungui, extrapolando-se os limites ora investigados, apesar de representarem pequena faixa de distribuição na área deste trabalho. Obviamente, esta tentativa está embasada nas inúmeras contribuições dos diversos autores que se dedicaram ao conhecimento geológico da região. Quanto as rochas de infra-estrutura presentes no Domínio Costeiro, dada sua complexidade, julga-se ainda prematuro compor uma história evolutiva baseada na teoria de placas, sobretudo pela ausência ou não caracterização de coberturas metassedimentares vinculadas aos processos tectônicos, embora nesta última década tenha se verificado importantes contribuições para o entendimento desses terrenos.

O início da evolução geológica da área remonta provavelmente ao Arqueano. Este período teria sido marcado por um regime termotectônico de maior fluxo térmico, onde se deu a evolução das rochas do Complexo Serra Negra, que representa, em sua maior parte, um complexo ígneo cujos protólitos incluem termos básicos, ultrabásicos e anortositos. Posteriormente estas rochas sofreram metamorfismo de fácies granulito, seguido de acreção de terrenos granito-gnáissicos, com inclusões tectônicas de rochas ultrabásicas, que corresponderiam a parte dos ortognaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Entre estas duas unidades houve a implantação de processo distensivo de natureza tafrogenética linear, com incipiente formação de assoalho oceânico e sedimentação dos termos que compõem a Seqüência Cachoeira. Esta unidade representaria uma pequena e estreita bacia do tipo *greenstone belt*.

No início do Paleoproterozóico ocorreu o fechamento desta pequena bacia (Seqüência Cachoeira), através de um regime compressional, provavelmente de natureza transpressiva sinistral. Paralelamente teria ocorrido acreção de grande

parte dos terrenos gnáissicos ortoderivados e retrometamorfismo de parte das rochas granulíticas básicas do Complexo Serra Negra. Estes terrenos teriam se estabilizado em tempos paleoproterozóicos e integrariam o Terreno Cratônico Luís Alves (TCLA). Ainda durante o Paleoproterozóico teria ocorrido um evento distensivo responsável pela implantação de uma bacia de margem passiva, representando o sítio tectônico da deposição dos termos do Complexo Turvo-Cajati. Posteriormente, processos colisionais teriam sido responsáveis pela deformação e inversão desta bacia, também em provável regime transpressional sinistral. Este evento poderia corresponder à aglutinação de massas continentais, que ao final do Paleoproterozóico, teriam se estabilizado, formando uma plataforma maior, que englobaria além dos TCLA, o suposto Cráton do Paraná, aqui designado de Terreno Cratônico Paraná (TCP), figura II.4.1-A.

No Mesoproterozóico iniciou-se a fragmentação dessa plataforma, com a implantação de um sistema de riftes que evoluíram para um estágio oceânico em ampla escala, em cujas margens passivas opostas ocorreu, de um lado, a sedimentação da Formação Água Clara, no flanco a oeste/noroeste, tendo esta por embasamento, os TCP. Ao mesmo tempo, no outro flanco, a leste/sudeste, ocorreu a sedimentação do Complexo Embu, cujo embasamento seriam os TCLA (figura II.4.1-B). Esta interpretação encontra suporte na semelhança de ambientes de sedimentação e mineralizações associadas entre as unidades Formação Água Clara e Perau, esta última também aqui considerada como correlata ao Complexo Embu. Presumivelmente, o antigo limite desta abertura oceânica, estaria hoje situado sob o sistema das zonas de cisalhamento Ribeira (Antigo Lineamento Ribeira) e a ZCT Morro Agudo, em grande parte mascarado pela posterior cobertura da Formação Votuverava.

Em fins do Mesoproterozóico iniciou-se um longo processo de fechamento deste oceano, com o desenvolvimento de um regime convergente (oceano-continente), através de subducção da crosta oceânica de sudeste para noroeste, ocasionando a implantação da bacia Açungui, no flanco noroeste, desenvolvida predominantemente durante o Neoproterozóico (figura II.4.1-C). Neste ambiente compressivo, progressivamente ocorreu o desenvolvimento da sedimentação em plataforma de águas relativamente profundas, com mar aberto para leste, a qual estaria representada pelo Subgrupo Lageado/Formação Antinha, gerados a partir da erosão do embasamento (Formação Água Clara), já consolidada no evento tectônico anterior. Associado a esta mesma plataforma, há desenvolvimento de um expressivo sistema turbidítico de fluxo, com desenvolvimento de sedimentação em zona de talude, representado pelos depósitos da Formação Iporanga/Seqüência Bromado, notadamente conglomerados depositados em *canyons* submarinos e sopé de talude. Este sistema turbidítico grada a leste para águas ainda mais profundas, com sedimentos terrígenos mais finos, de região abissal, em ambiente de fossa tectônica, associando também vulcanismo subaquático e exalações submarinas. Todo este último conjunto representa a sedimentação marinha profunda (Formação Votuverava).

A continuidade do processo de subducção da crosta oceânica, promoveu o desenvolvimento de intensos cavalgamentos e dobramentos, configurando uma zona de *melange*, representando a formação de prisma ou cunha acrescionária, que incluiria delgadas fatias de crosta oceânica e/ou porções das seqüências vulcânicas/subvulcânicas, associadas ao complexo turbidítico, ocasionando também metamorfismo de fácies xisto verde. A bacia Lageado/Antinha, pela situação platfomal, em antefossa/bacia frontal, sofre me-

nor grau de deformação, com estruturação relativamente simples. O atual limite entre as zonas plataformais e as de águas profundas é dado pelas ZCT Figueira e Morro Agudo, que desenvolvem-se sobre os antigos ambientes de talude, marcados notadamente pelos metaconglomerados (Formação Iporanga e Seqüência/Conjunto Bromado).

O alto fluxo térmico atuante neste ambiente compressivo de margem ativa, promoveu em zonas de maior profundidade, a fusão parcial da crosta oceânica, com incipiente geração do arco magmático; ao mesmo tempo, mais a oeste, ocasionou subordinado processo distensivo, com adelgaçamento litosférico causado por convecção, evoluindo para um rifteamento seguido de vulcanismo bimodal e deposição dos termos da Faixa Itaiacoca, a qual poderia representar uma bacia marginal, em ambiente de retroarco. Posteriormente, a leste, junto a descontinuidade entre a Formação Água Clara e o Subgrupo Lageado, um processo também distensivo teria propiciado a intrusão do Gabro de Apiaí (Figura II.4.1-B).

No ambiente de arco magmático ocorreu a intrusão de expressivos corpos granitóides híbridos cálcio-alcálicos, do tipo I, Cordilheirano, representados pelos complexos graníticos Três Córregos e Cunhaporanga, representando o plutonismo na raiz do arco, cujo alojamento se implantou em antigas zonas de fraqueza do rifteamento pretérito (Faixa Itaiacoca), também promovendo o alçamento e termometamorfismo na Formação Água Clara. Este magmatismo é também acompanhado de intrusões de corpos granitóides menores, ou maiores como é o caso do Complexo Granítico Agudos Grandes, com alojamento posicionado no domínio do complexo de subducção, mas no contexto de uma suíte intrusiva cálcio-alcálica, vinculadas ao mesmo processo tectônico.

Em fins do Neoproterozóico, com a aproximação dos blocos de crosta continental - TCLA, a leste/sudeste e TCP, a oeste/noroeste – o oceano que os separava tornou-se cada vez mais restrito. Neste período a crosta oceânica praticamente já teria sido consumida e, na estreita faixa entre esses dois blocos crustais, teria se desenvolvido uma restrita e delgada bacia de margem passiva (Capiçu), tendo por embasamento os domínios litológicos presentes no TCLA (figura II.4.1-D). Esta bacia desenvolve-se com sedimentação litorânea de águas rasas e notável atividade biológica algal (estromatólitos colunares), associados a calcários dolomíticos, estes, representando o último ciclo de sedimentação, de caráter regressivo, no âmbito da Formação Capiçu. Trata-se também de uma unidade pouco espessa e isenta de atividade vulcânica. Neste sentido, o evento de sedimentação da bacia Capiçu teria ocorrido muito tempo após o da bacia Itaiacoca, favorecendo a interpretação de que os estromatólitos colunares presentes na Formação Capiçu são mais evoluídos e portanto mais recentes.

A partir do encerramento da sedimentação da Formação Capiçu, tem-se na seqüência, a implantação de um regime convergente colisional, do tipo continente-contidente, entre os TCLA e TCP (figura II.4.1-E), cuja zona de sutura é marcada pela ZCT Cubatão/Lancinha. Este processo colisional se dá de forma oblíqua, segundo compressão (E-W), configurando generalizadamente em toda a Faixa Ribeira, um padrão transpressional de caráter dextral (NE-SW), com importantes zonas de cisalhamento que se implantam sobre antigas descontinuidades (tectônicas, litológicas, metamórficas, paleoambientais, etc.), por vezes amoldando-se sobre os corpos granitóides cálcio-alcalinos preexistentes.

Em níveis crustais mais profundos, no lado norte desta sutura ocorre metamorfismo de fácies anfíbolito a xisto-verde

alto, com local fusão parcial e alçamento das rochas do Complexo Embu, este com possíveis intercalações de pequenos fragmentos de crosta oceânica primitiva. Do outro lado, a crosta continental do TCLA, sofre incipiente subducção A, gerando em níveis mais profundos, intensa migmatização, de parte das litologias do Complexo Turvo-Cajati, notadamente os termos carbonáticos e pelito-carbonáticos, gerando o Gnaisse Itapeúna, que representa um granitóide anatético gnaissificado, sincolisional, do Tipo S, porém com dominantes protólitos carbonáticos, acompanhando também diferentes tipos de retrabalhamentos junto a esta borda do cráton (Complexo Atuba). Neste ambiente compressivo, ao longo de zonas de cisalhamento implantadas no TCLA, ocorreu a intrusão do Granito Gnaisse Alto Jacupiranguinha, ao longo da faixa de granitóides cálcio-alcalinos deformados (Suíte Rio Piên). Em níveis crustais mais rasos ocorre metamorfismo de fácies xisto verde baixo, associando cavalgamentos, transpressões e aloctonia da Formação Capiçu sobre o embasamento.

Ao final do Neoproterozóico/início do Fanerozóico, o *stress* pós-colisional é condicionado pelo rebaixamento das isothermas que promovem um evento distensivo (extensional), impresso no TCLA por magmatismo granitóide alcalino a peralcalino, intraplaca, do tipo A, representado na área pelos granitos Guaraú, Mandira, Barra do Braço e Votupoca e, regionalmente, por bacias distensivas como por exemplo as de Guaratubinha e Campo Alegre. Pequenas reativações das zonas de cisalhamento geram bacias tipo *pull-apart* e depósitos molassóides. No TCP, este processo distensivo seria representado pelo alojamento de alguns pequenos corpos granitóides com características afins, que ocorrem junto aos complexos cálcio-alcalinos mais antigos e a Formação Água Clara (e.g. granitos Sguário, Correias). A finalização deste processo tectônico ter-se-ia dado com a implantação do Grupo Castro, no Ordoviciano.

Todo o processo tectônico que envolveu a colisão entre os TCLA e TCP está relacionado à aglutinação da porção ocidental do "Supercontinente" Gondwana e o estabelecimento da plataforma, seguida por sedimentação / subsidência da faixa paleozóica da Bacia do Paraná, que é considerada uma bacia do tipo intracratônica. Semelhantes processos teriam ocorrido no lado africano, relacionados com a evolução dos cinturões Damara e Gariep e os crátoms Kalahari e Congo.

No Mesozóico inicia-se o evento de fragmentação do Gondwana, com os processos distensivos ligados à abertura do Oceano Atlântico. Neste contexto, durante o Cretáceo Inferior desenvolvem-se junções triplíceis em áreas de pretérita fraqueza crustal, ocorrendo fraturamentos profundos que favorecem o magmatismo ultrabásico e alcalino, ao lado de enxames de diques básicos, soleiras e intenso vulcanismo basáltico de platô na Bacia do Paraná (Formação Serra Geral). No Cretáceo Superior ocorrem pulsos magmáticos de tendência mais alcalina, agpaíticos (e.g. Complexo de Poços de Caldas). Na área em estudo, o magmatismo mesozóico acha-se representado, no contexto de plutonismo do Cretáceo Inferior, pelo Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga e como de caráter fissural subvulcânico, pelos diques básicos, posicionados segundo NW-SE, que integram o Alinhamento de Guapiara. Esse evento Mesozóico representa estágios iniciais de um novo Ciclo de Wilson.

No Cenozóico (Terciário), a conjugação entre as estruturas mesozóicas e as

do embasamento, promovem a evolução de riftes continentais, preenchidos por sedimentação aluvial, fluvial e subordinadamente lacustre. Este evento, na área, está ligado à evolução do Gráben de Sete Barras e da Formação Pariquera-Açu. Posteriormente, no Quaternário (Pleistoceno) diversos depósitos de cascalhos semi-consolidados são depositados e retrabalhados pelos principais cursos de drenagem, destacando-se os rios Ribeira e Jacupiranga, enquanto que no Holoceno desenvolve-se a sedimentação atual e subatual de areias, siltes, argilas e cascalhos, ao longo das planícies aluvionares, os depósitos marinhos praias e de mangue, nas baixadas litorâneas, e os depósitos coluvionares e de tálus.

De acordo com o modelo teórico ora exposto, julga-se que a evolução da Faixa Ribeira, baseada num Ciclo de Wilson completo, envolvendo abertura oceânica, formação de margens passivas, subducção de crosta (de SE para NW), associando arco magmático ensialítico a NW, seguida de posterior colisão continental é adequada para explicar os processos geológicos da referida faixa.

Vale ressaltar que as exposições das diversas unidades pré-cambrianas que ocorrem na região que engloba o sul paulista e leste paranaense, propiciam um melhor entendimento da evolução da Faixa Ribeira, devido a presença de relevos mais jovens, com boa preservação das coberturas supracrustais, talvez condicionada pela proximidade da faixa devoniana/permo-carbonífera da Bacia do Paraná, que preteritamente teriam-nas protegido da erosão.

Legenda da figura II.4.1

TCLA	- Terreno Cratônico Luís Alves	CGTC	- Complexo Granítico Três Córregos
TCP	- Terreno Cratônico Paraná	CGAG	- Complexo Granítico Agudos Grandes
CO	- Crosta Oceânica	CGC	- Complexo Granítico Cunhaporanga
FAC	- Formação Água Clara	FC	- Formação Capiru
CE	- Complexo Embu	GGAJ	- Granito Gnaisse Alto Jacupiranguinha
FP	- Formação/Seqüência Perau	GI	- Gnaisse Itapeúna
FV	- Formação Votuverava	SISM	- Suíte Intrusiva Serra do Mar
SGL	- Subgrupo Lageado/Seqüência Antinha	ZCTCL	- Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha
FIT	- Faixa Itaiacoca	ZCTR	- Zona de Cisalhamento Ribeira
GA	- Gabro de Apiaí	ZCTFMA	- Zona de Cisalhamento Figueira-MorroAgudo

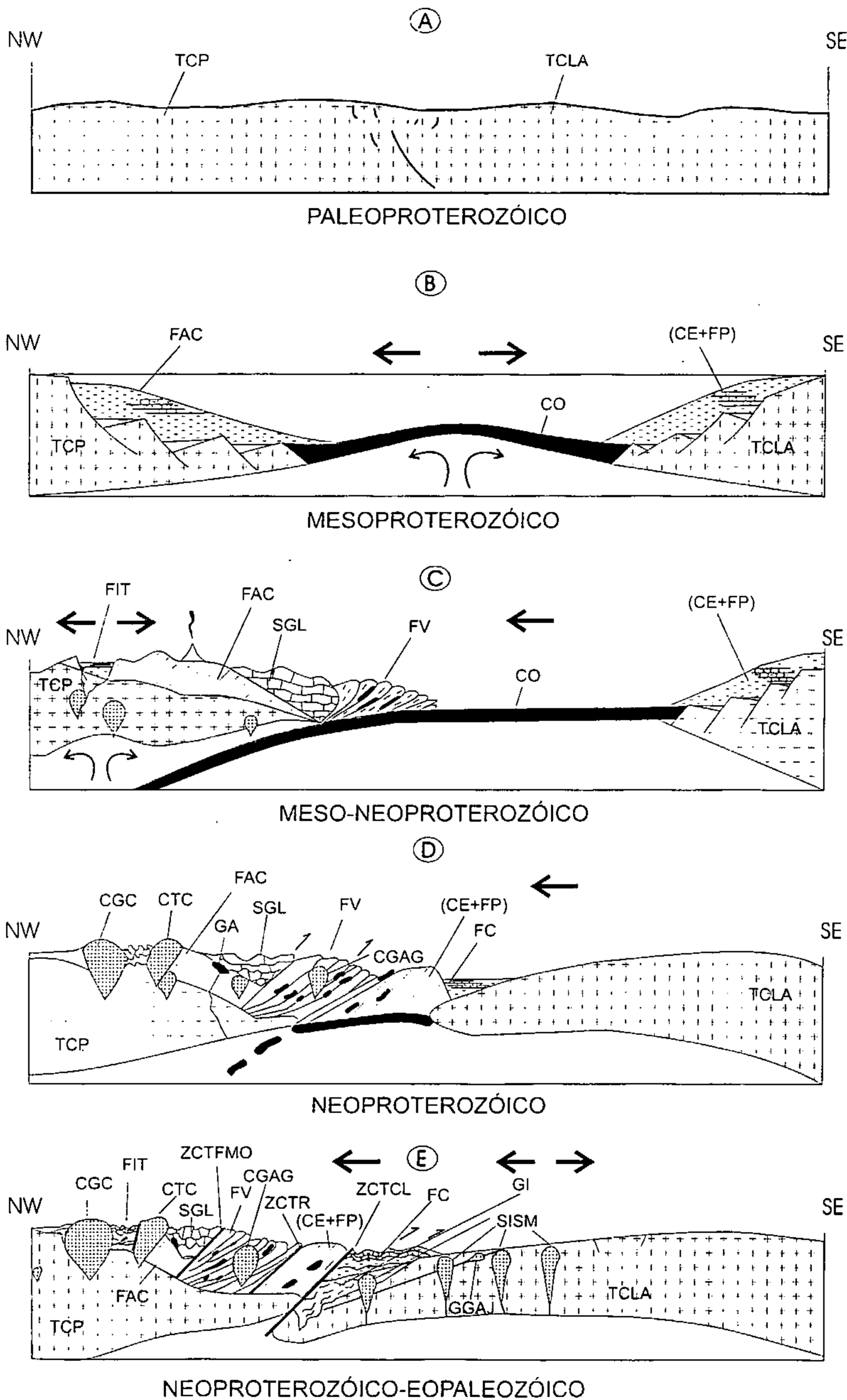


Figura II.4.1 - Modelo de evolução proposto

5

Geoquímica

5.1 Sistemática Adotada

Os trabalhos de levantamento geoquímico sistemático foram organizados na fase pré-operacional, quando se estruturou o planejamento de amostragem, escolheu-se os materiais e os elementos a serem analisados além dos métodos analíticos a serem empregados. As equipes, que dominam a metodologia de coleta, também foram definidas nessa fase.

5.1.1 Planejamento de Amostragem

O planejamento das estações de coleta de amostras de sedimentos de corrente e concentrados de batéia, na área abrangida pelas folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, foi executado sobre as cópias transparentes e indeformáveis das bases planialtimétricas (com traçado da rede de drenagem) das referidas folhas (1:50.000). Cruzando informações dos mapas geológicos preliminares e de mapas aerogeofísicos, foram definidas as estações de coleta e concomitantemente traçadas suas respectivas bacias de captação à montante (figuras II.5.1 e II.5.2). As estações foram

numeradas, de forma crescente de Sul para Norte e de Leste para Oeste, com os números colocados dentro de suas bacias. Com isso a densidade de amostragem, os elementos químicos e as técnicas analíticas foram avaliadas a partir das características litológicas e do potencial metalogênico esperado para os domínios a serem investigados, considerando ainda as características fisiográficas das bacias de drenagens e as condições de acesso.

5.2 Metodologia de Amostragem

As amostragens geoquímicas envolveram a coleta de sedimentos de corrente e concentrados de batéia. Na Folha Jacupiranga foram coletadas 166 amostras de concentrados de batéia e 168 amostras de sedimentos de corrente, enquanto na Folha Rio Guaraú foram coletadas 221 amostras de concentrados de batéia e 222 de sedimentos de corrente.

Os trabalhos de campo foram executados por duas equipes, constituídas cada uma por 1 técnico de mineração e 3 auxiliares operacionais, sendo 1 bateador. As coletas foram feitas preferencialmente

Folha Jacupiranga

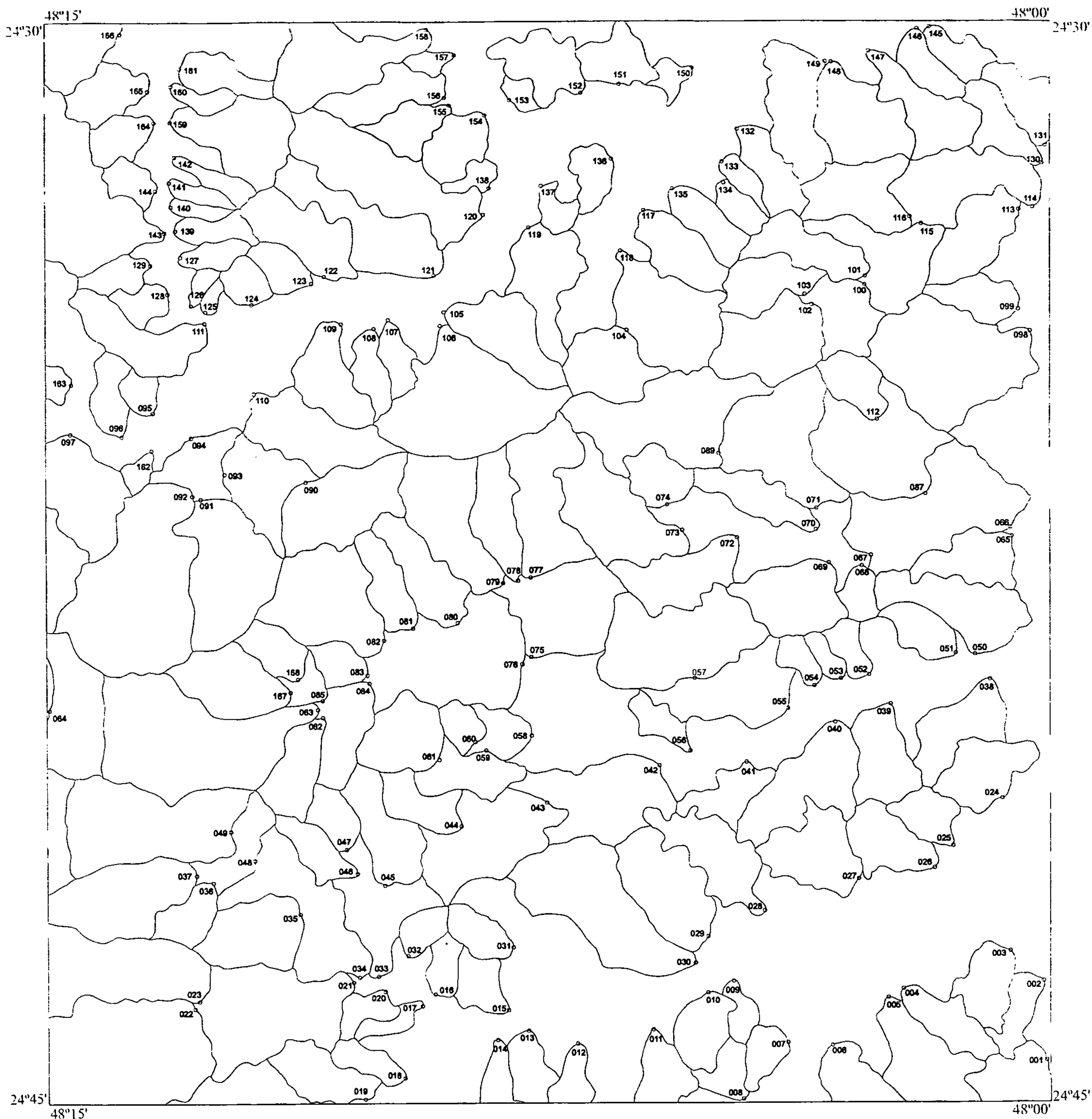


Figura II.5.1 - Mapa de bacias de drenagens e suas respectivas estações de coleta

Folha Rio Guaraú

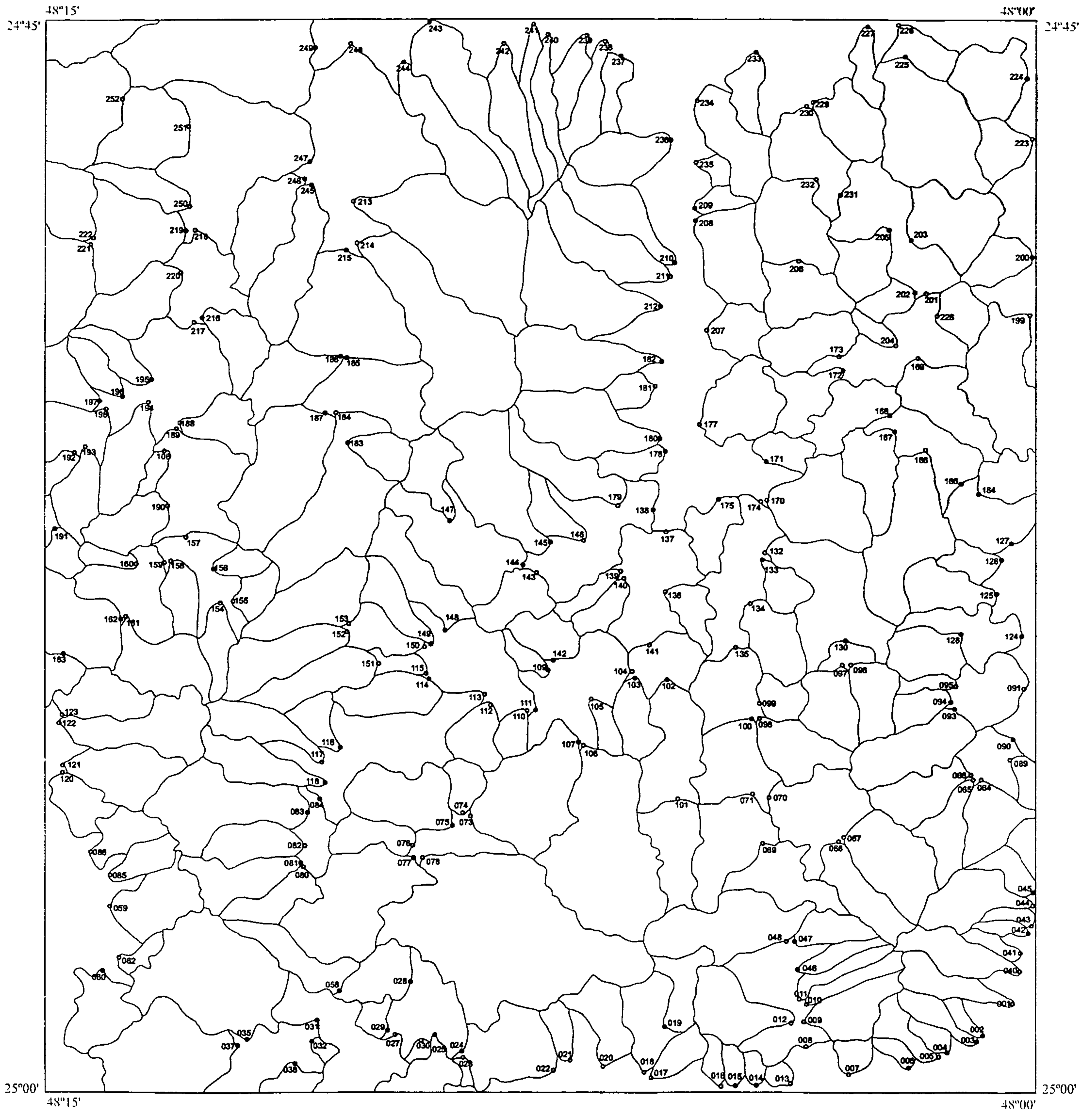


Figura II.5.2 - Mapa de bacias de drenagens e suas respectivas estações de coleta

nas estações planejadas e previamente numeradas. Em cada estação foram coletadas duas amostras, uma de sedimento de corrente e outra de concentrado de batéia. Nos casos em que os locais de coleta, por diversas razões, não foram favoráveis ou inacessíveis, os técnicos (com renomada experiência) tiveram autonomia para cancelar ou realocar as estações comunicando de imediato aos geólogos responsáveis pelo mapeamento.

As coletas das amostras de sedimentos ativos de corrente, foram efetuadas com as mãos, abaixo do nível d'água, visando a fração fina depositada na calha principal da drenagem, evitando-se os sedimentos das margens como também a presença de matéria orgânica. As amostras coletadas foram do tipo composta, constituídas por material retirado de diversos locais, segundo direção longitudinal ao leito da drenagem. O sedimento coletado foi colocado em pequena bacia plástica, homogeneizado e quarteado. Um desses quartos, cerca de 400g, foi acondicionado em saco plástico devidamente identificado.

Os concentrados de batéia foram coletados, a partir de um volume inicial de 10 litros de material, predominantemente cascalho, em concentradores naturais (curva interna dos rios, pé de cachoeira, painéis de gigante, "sombra" de matacões e/ou antigos troncos de árvores) das drenagens. No caso de insuficiência de minerais pesados, o volume inicial foi dobrado. Todas as amostras foram apuradas para contagem visual de pintas de ouro. Feita a apuração o material que ficou na batéia e que foi mandado para ser analisado, foi do tipo "sal e pimenta" visando também a detecção de minerais econômicos mais leves a exemplo da fluorita.

Informações como localização (com utilização de GPS), toponímia, pH, largura e profundidade da drenagem, etc., foram devidamente anotadas em fichas padronizadas pela CPRM (figura II.5.3).

5.3 Preparação e Análises Químicas

Todas as amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises Mineraias - LAMIN, localizado no escritório do Rio de Janeiro.

As amostras de sedimentos de corrente foram secadas em estufa, desagregadas e peneiradas a menos 80 malhas. Na seqüência foram pulverizadas a menos 150 malhas antes de serem analisadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica (AA) com abertura por ácido nítrico a quente para o elemento Ag. Para o Au a abertura foi com ácido bromídrico mais bromo. Os elementos Bi e Sb foram analisados por Absorção Atômica / Geração de Hidretos (AAGH) com abertura de ácidos fortes em forno de microondas. Por Espectrofotometria de Emissão com Fonte de Plasma (ICP-AES) e abertura de água régia - ácido clorídrico e ácido nítrico a quente, foram analisados os elementos: As-Ba-Cd-Co-Cr-Cu-Fe-Li-Mn-Mo-Ni-P-Pb-Sn-Sr-V-W-Zn.

As amostras de concentrados de batéia foram secadas, pesadas, separadas nas frações leves e pesadas que por sua vez foram separadas em minerais magnéticos e não magnéticos. Em todas as amostras foram feitas análises mineralógicas semi-quantitativas.

Parte das amostras de concentrados de batéia, foram enviadas pelo LAMIN à Superintendência de Porto Alegre onde foram analisadas pelos geólogos Wilson Wildner e Luiz Alberto Costa e Silva.

5.4 Resultados Analíticos/Tratamento Estatístico/Paisagem Geoquímica

Os resultados analíticos dos sedimentos de corrente e concentrados de batéia (anexo ao acervo do Projeto), foram enviados pelo LAMIN à SUREG-São Paulo, onde foram digitados através de programa do Sistema GEOQUANT, desenvolvido


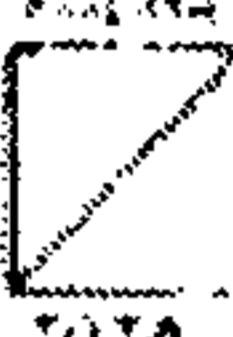
 FICHA DE CAMPO - AMOSTRA GEOQUÍMICA PROJETO: _____ DATA: ____/____/____										CENTRO DE CUSTO _____		LOCALIZ. DE CUSTO _____		SISTEMA DE CAMP. - Colar: Nº de amostra: Data:			Nº DE LABORATÓRIO _____		Assinatura  TOTAL
4 - Base Cartográfica Projeção: _____ Denominação: _____					2 - Elevação _____		5 - Descrição do local _____												
7 - Latitude Graus: _____ Minutos: _____ Segundos: _____ N/S: _____				8 - Longitude Graus: _____ Minutos: _____ Segundos: _____			9 - Adresse [a]		10 - Ordenada [y]		11 - UTM - Longitude		12 - UTM - Latitude		13 - Memória central				
14 - Classe amostra	15 - Tipo amostragem	16 - Parte amostra	17 - Método (plano)	18 - Descrição do local		19 - Material coletado	20 - Ponto exato	21 - Tipo vegetação	22 - Sit. topográfica	23 - Sit. ambiental	24 - Altitude		25 - Prof. e diâmetro amostragem						
27 - Natureza (lógica)	28 - Situação estrutural	29 - Matriz predominante	30 - Grau de metamorfismo	31 - Tipo alteração	32 - Tipo mineral	33 - Caracterização de acordo com o elemento Forma: _____ Modo: _____		34 -	35 -		36 - Tipo de rocha	37 - Profundidade	38 -	39 -	40 -	41 -	42 -		
43 - Paredes (rocha)	44 - Cores da rocha	45 - Grau de alteração	46 - Grau de alteração	47 - Paredes da alteração	48 -	49 - Grau de alteração	50 -	51 -	52 -	53 -	54 -	55 -	56 -	57 -	58 -	59 -	60 -		
61 - pH		62 - pH		63 -		64 -		65 -		66 -		67 -		68 -		69 -		70 -	
71 - Observações - comentários _____ _____										72 - Observações - comentários _____ _____									
73 -					74 -					75 -		76 -		77 -		78 -			

Figura II.5.3 - Ficha Padrão para Amostras de Levantamentos Geoquímicos

pela CPRM, para a constituição das matrizes de dados. Com estas matrizes foram feitas algumas simulações em que as amostras de sedimentos de corrente foram separadas em populações de litologias assemelhadas e seus resultados analíticos tratados estatisticamente por programas de estatística uni e multi variada do GEOQUANT. Em razão dos baixos contrastes encontrados, decidiu-se realizar o tratamento estatístico separado para cada folha e considerar apenas as *populações área total*, o que revelou bom resultado.

Dessa forma, as paisagens geoquímicas para os elementos analisados ficaram assim definidas:

Os elementos marcados com * (Ag,Au,Mo,Sb), não sofreram tratamento estatístico por terem sido detectados em um número pequeno de amostras. Por esta razão ficaram estabelecidos os limites inferiores de detecção dos métodos analíticos para serem seus valores de limiar. O elemento Bi não foi detectado em qualquer amostra.

Folha Jacupiranga

elemento	- valores de background			- valor médio		- valor de limiar		
As	1,1	a	7,8	ppm	2,8	ppm	14,4	ppm
Ba	17	a	115	ppm	46	ppm	170	ppm
Cd	0,3	a	1,2	ppm	0,6	ppm	1,7	ppm
Co	2	a	16	ppm	6	ppm	23	ppm
Cr	10	a	57	ppm	26	ppm	81	ppm
Cu	5	a	26	ppm	12	ppm	43	ppm
Fe	0,9	a	5	%	2,3	%	6,8	%
Li	2	a	16	ppm	6	ppm	23	ppm
Mn	61	a	1190	ppm	329	ppm	2083	ppm
Ni	2	a	16	ppm	7	ppm	30	ppm
P	124	a	478	ppm	239	ppm	659	ppm
Pb	4	a	16	ppm	8	ppm	25	ppm
Sn	0,7	a	1,2	ppm	1	ppm	2	ppm
Sr	1,7	a	9,8	ppm	4	ppm	13,9	ppm
V	17	a	81	ppm	36	ppm	117	ppm
W	0,5	a	1,1	ppm	0,8	ppm	2	ppm
Zn	12	a	64	ppm	28	ppm	81	ppm
Ag*	-----			-----			0,2	ppm
Au*	-----			-----			0,02	ppm
Mo*	-----			-----			0,5	ppm
Sb*	-----			-----			1	ppm

Folha Rio Guaraú

elemento	valores de background			valor médio		valor de limiar	
As	0,6	a	2,4	ppm	1,2	ppm	3,7 ppm
Ba	34	a	115	ppm	61	ppm	161 ppm
Cd	0,3	a	0,7	ppm	0,4	ppm	0,9 ppm
Co	4	a	13	ppm	7	ppm	17 ppm
Cr	15	a	55	ppm	28	ppm	78 ppm
Cu	5	a	19	ppm	10	ppm	26 ppm
Fe	1	a	3,4	%	1,9	%	4,4 %
Li	4	a	18	ppm	8	ppm	26 ppm
Mn	154	a	551	ppm	285	ppm	761 ppm
Mo	0,2	a	0,8	ppm	0,4	ppm	1,2 ppm
Ni	5	a	22	ppm	10	ppm	32 ppm
P	119	a	341	ppm	193	ppm	482 ppm
Pb	5	a	12	ppm	8	ppm	17 ppm
Sn	0,5	a	2,2	ppm	1	ppm	3,4 ppm
Sr	3	a	10	ppm	5	ppm	16 ppm
V	15	a	52	ppm	29	ppm	78 ppm
W	0,5	a	1	ppm	0,7	ppm	1,4 ppm
Zn	20	a	76	ppm	37	ppm	106 ppm
Ag*	-----			-----			0,2 ppm
Au*	-----			-----			0,02 ppm

Os elementos marcados com * (Ag, Au), não foram tratados estatisticamente por terem sido detectados em poucas amostras e também pela importância econômica dos mesmos. Desta forma, ficaram estabelecidos os limites inferiores de detecção dos métodos analíticos para serem seus valores de limiar. Em nenhuma amostra, os elementos Bi e Sb foram detectados.

5.5 Interpretação dos Resultados

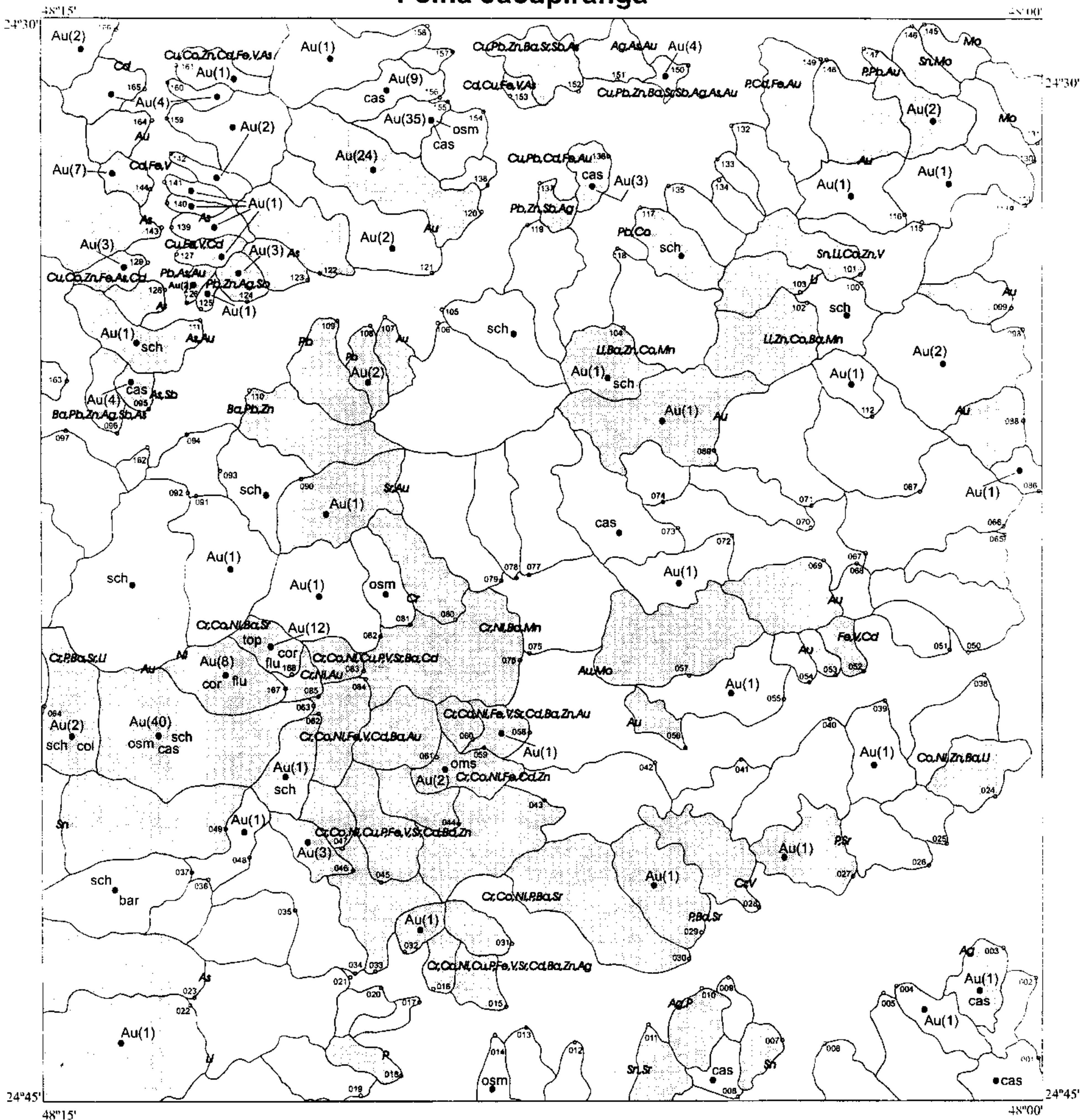
Com a definição dos limiares dos elementos analisados nos sedimentos de corrente e com os resultados das análises mineralógicas semi-quantitativas dos concentrados de batéia, foram elaborados mapas de bacias anômalas para os elementos analisados com a indicação dos minerais econômicos encontrados nos concentrados

de batéia (figuras II.5.4 e II.5.5). Visando auxiliar as interpretações metalogenéticas, foram elaborados, para cada Folha, mapas de bacias anômalas associadas a minerais metamórficos, hidrotermais e acessórios (figuras II.5.6 a II.5.11).

As interpretações de caráter metalogenético dos diversos litótipos que ocorrem na área das folhas, à luz dos resultados do levantamento geoquímico, encontram-se bem desenvolvidas no capítulo 7 - Metalogenia. Não obstante, algumas constatações e considerações se fazem necessárias.

Como as pintas de ouro, detectadas nos concentrados de batéia, acham-se bem distribuídas ao longo das áreas trabalhadas, na maioria das vezes sobre rochas tradicionalmente não produtoras de ouro, as anomalias de Au e As nos sedimentos de corrente, preferencialmente

Folha Jacupiranga



Sedimentos de Corrente
Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mo > 0,5 ppm
As > 14,4 ppm	Ni > 30 ppm
Au > 0,02 ppm	P > 659 ppm
Ba > 170 ppm	Pb > 25 ppm
Cd > 1,7 ppm	Sb > 1 ppm
Co > 23 ppm	Sn > 2 ppm
Cr > 81 ppm	Sr > 13,9 ppm
Cu > 43 ppm	V > 117 ppm
Fe > 6,8 %	W > 2 ppm
Li > 23 ppm	Zn > 81 ppm
Mn > 2083 ppm	

- Concentrados de Batéia**
Minerais
- ouro com número de pintas - Au(2)
 - ósmio - osm (EGP)
 - cassiterita - cas
 - scheelita - sch
 - barita - bar
 - columbita - col
 - corindon - cor
 - topázio - top
 - fluorita - flu

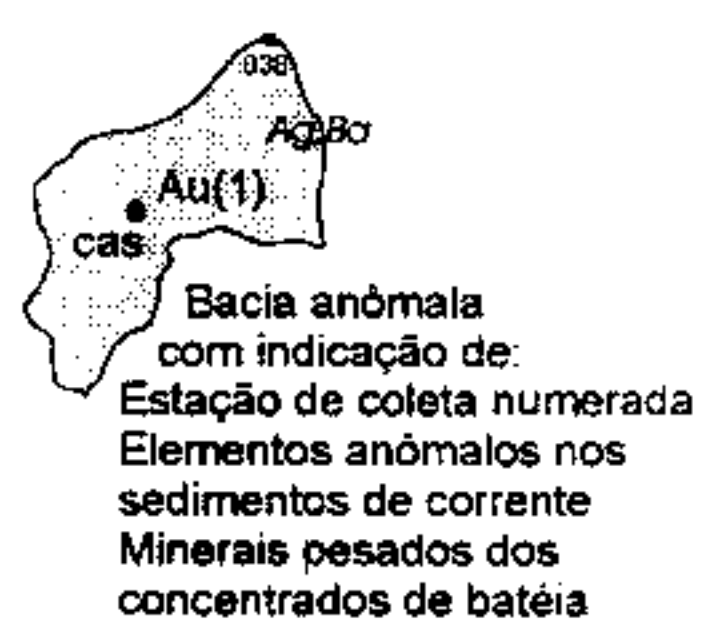
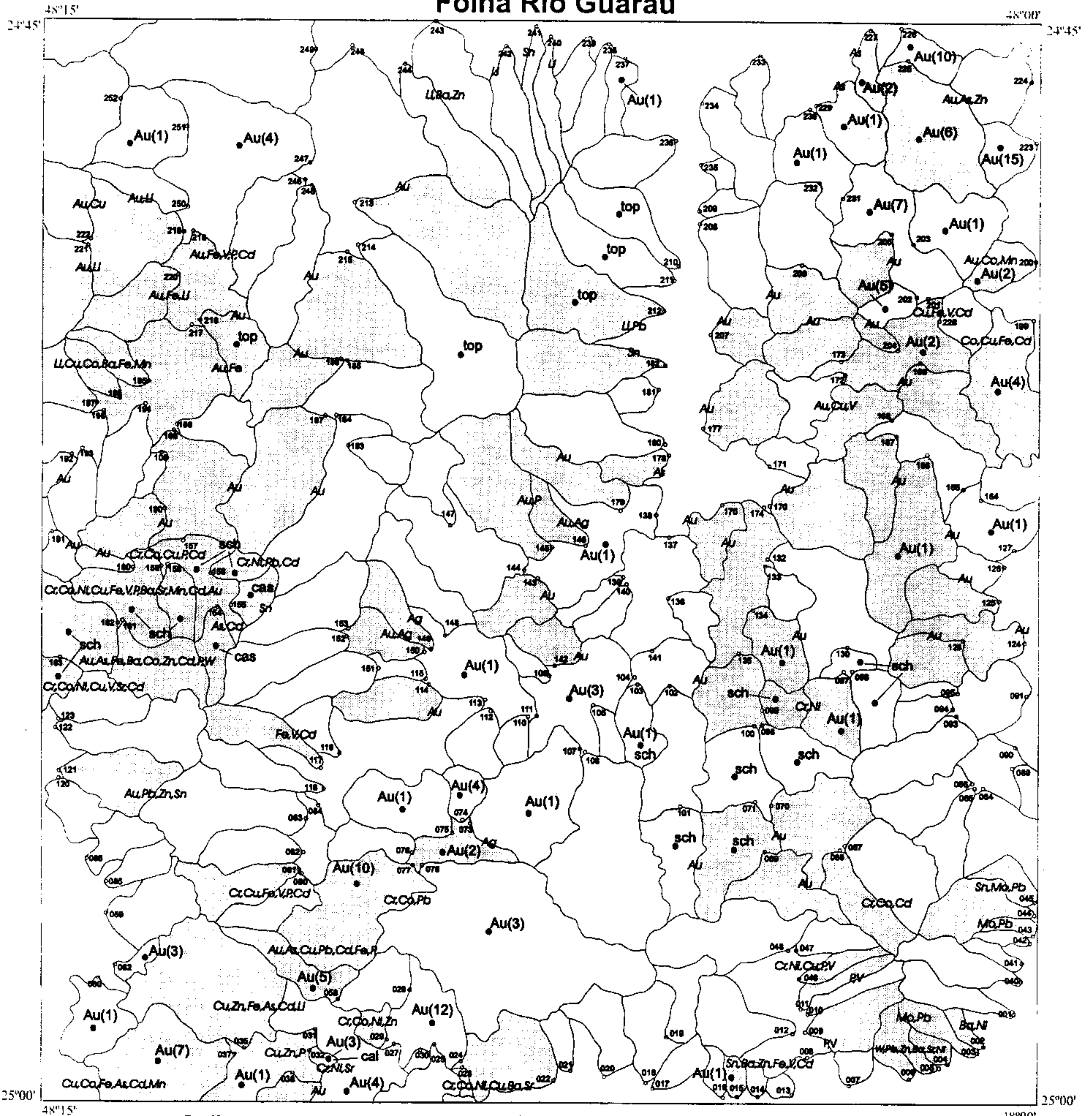


Figura II.5.4 - Mapa de anomalias em sedimentos de corrente e minerais econômicos em concentrados de batéia

Folha Rio Guaraú



Sedimentos de Corrente

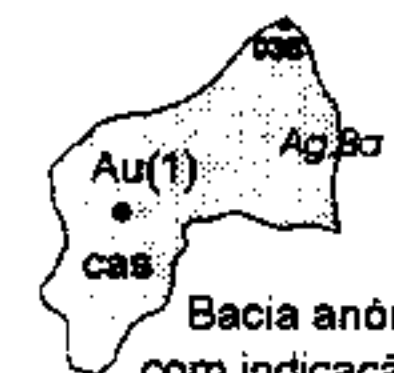
Anomalia ≥ Limiar

Ag ≥ 0,2 ppm	Mn ≥ 761 ppm
As ≥ 3,7 ppm	Mo ≥ 1,2 ppm
Au ≥ 0,02 ppm	Ni ≥ 32 ppm
Ba ≥ 161 ppm	P ≥ 482 ppm
Cd ≥ 0,9 ppm	Pb ≥ 17 ppm
Co ≥ 17 ppm	Sn ≥ 3 ppm
Cr ≥ 78 ppm	Sr ≥ 16 ppm
Cu ≥ 26 ppm	V ≥ 78 ppm
Fe ≥ 4,4 %	Zn ≥ 106 ppm
Li ≥ 26 ppm	W ≥ 1,4 ppm

Concentrados de Batéia

Minerais

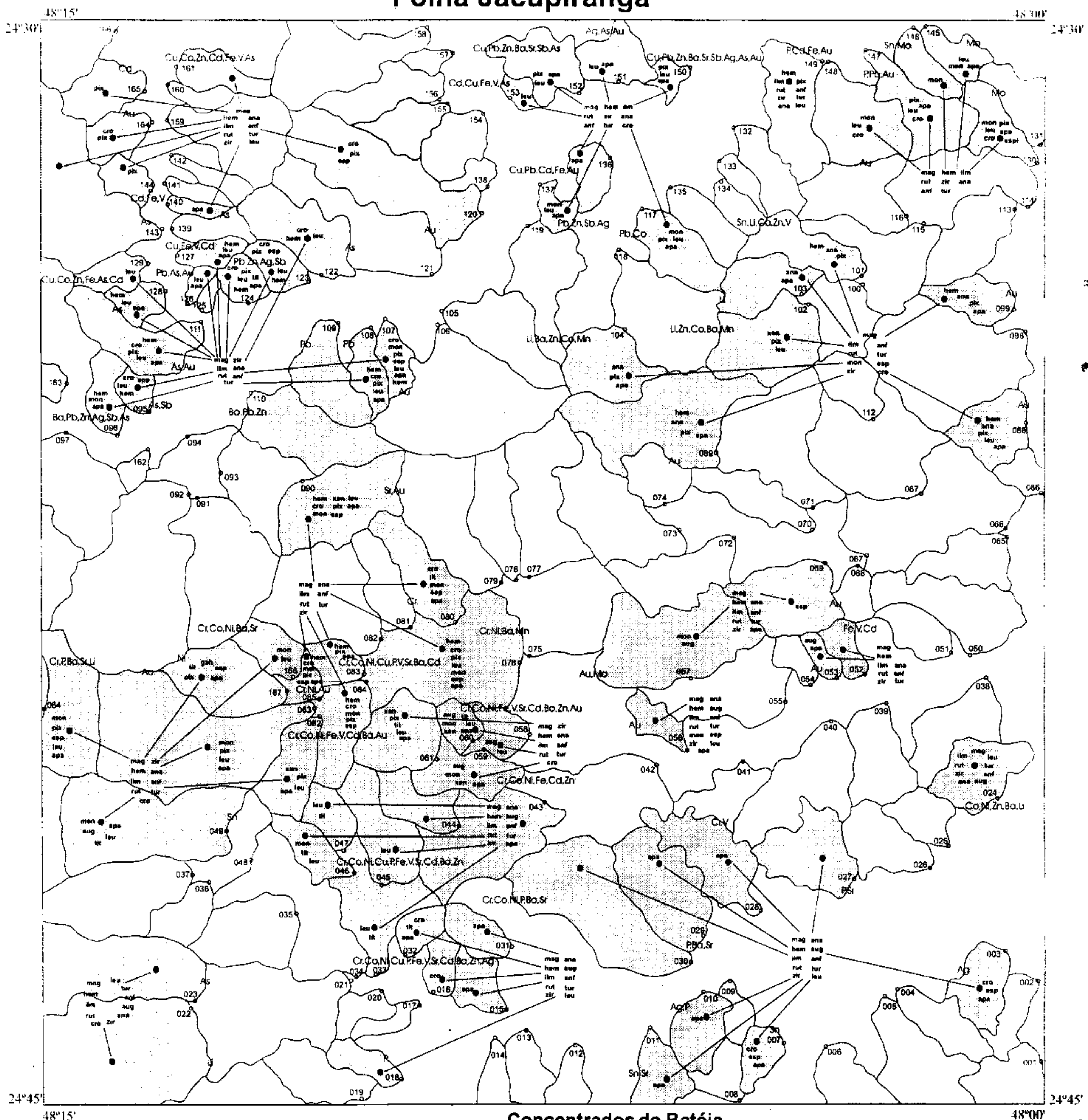
- ouro com número de pintas - Au(2)
- cassiterita - cas
- scheelita - sch
- topázio - top
- calcopirita - cal



Bacia anômala com indicação de:
 Estação de coleta numerada
 Elementos anômalos nos sedimentos de corrente
 Minerais pesados dos concentrados de batéia

Figura II.5.5 - Mapa de anomalias em sedimentos de corrente e minerais econômicos em concentrados de batéia

Folha Jacupiranga



Sedimentos de Corrente

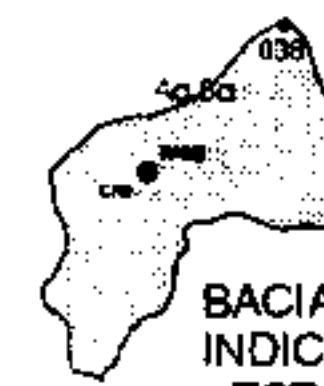
Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mo > 0,5 ppm
As > 14,4 ppm	Ni > 30 ppm
Au > 0,02 ppm	P > 659 ppm
Ba > 170 ppm	Pb > 25 ppm
Cd > 1,7 ppm	Sb > 1 ppm
Co > 23 ppm	Sn > 2 ppm
Cr > 81 ppm	Sr > 13,9 ppm
Cu > 43 ppm	V > 117 ppm
Fe > 6,8 %	W > 2 ppm
Li > 23 ppm	Zn > 81 ppm
Mn > 2083 ppm	

Concentrados de Batéia

Minerais Acessórios

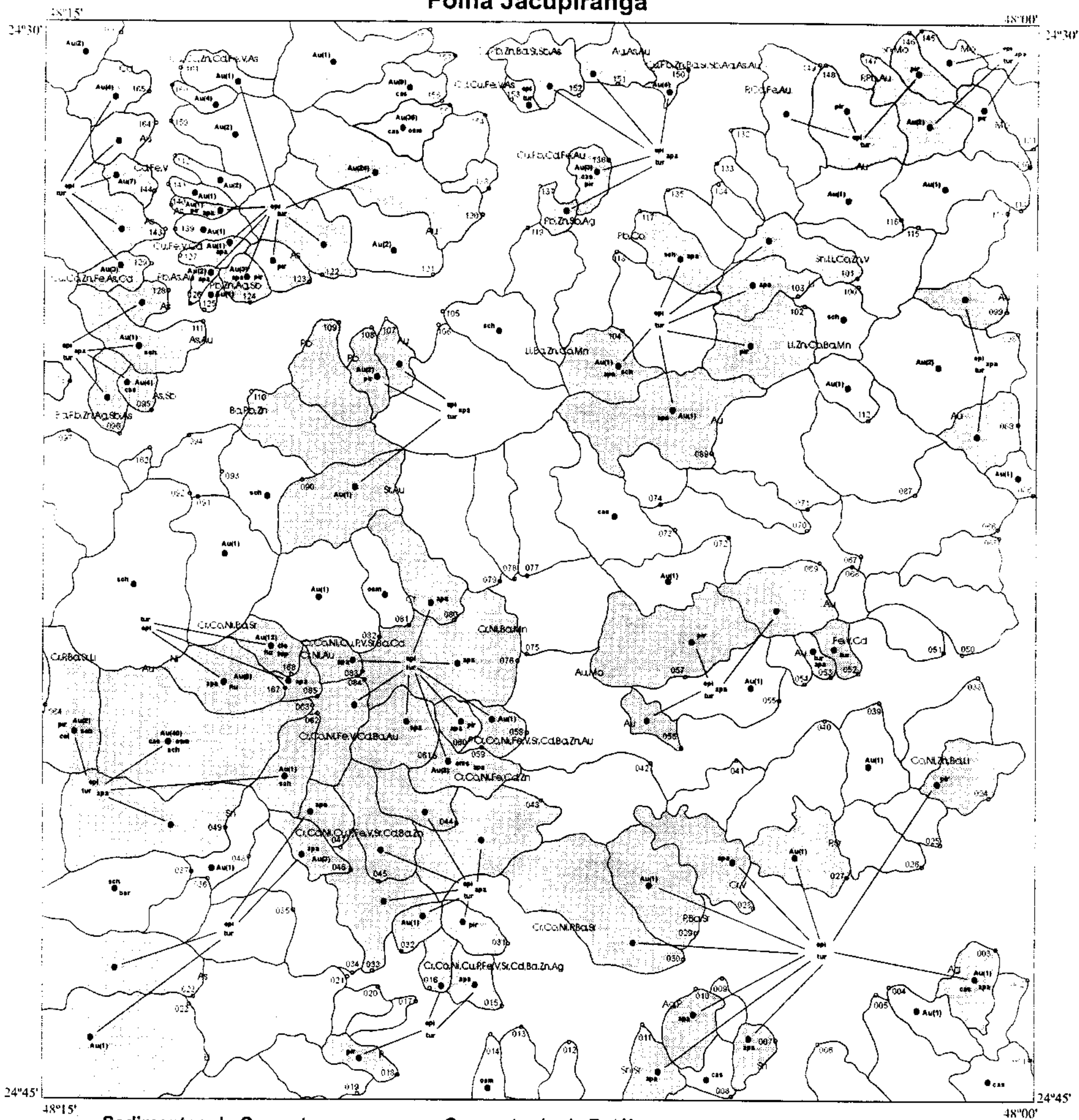
- magnetita - mag
- hematita - hem
- ilmenita - ilm
- rutilo - rut
- cromita - cro
- monazita - mon
- zircão - zir
- xenotima - xen
- anatásio - ana
- piroxênio - pix
- augita - aug
- anfibólio - anf
- turmalina - tur
- titanita - tit
- gahnita - gah
- espinélio - esp
- espinélio lilás - espl
- leucóxênio - leu
- apatita - apa



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS ACESSÓRIOS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.6 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais acessórios em concentrados de batéia

Folha Jacupiranga

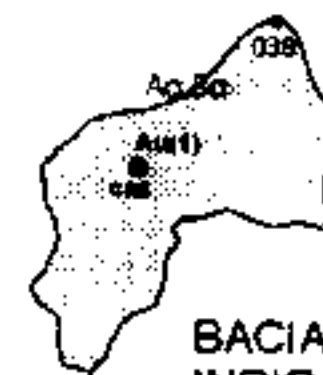


Sedimentos de Corrente
Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mo > 0,5 ppm
As > 14,4 ppm	Ni > 30 ppm
Au > 0,02 ppm	P > 659 ppm
Ba > 170 ppm	Pb > 25 ppm
Cd > 1,7 ppm	Sb > 1 ppm
Co > 23 ppm	Sn > 2 ppm
Cr > 81 ppm	Sr > 13,9 ppm
Cu > 43 ppm	V > 117 ppm
Fe > 6,8 %	W > 2 ppm
Li > 23 ppm	Zn > 81 ppm
Mn > 2083 ppm	

Concentrado de Batéia
Minerais Hidrotermais

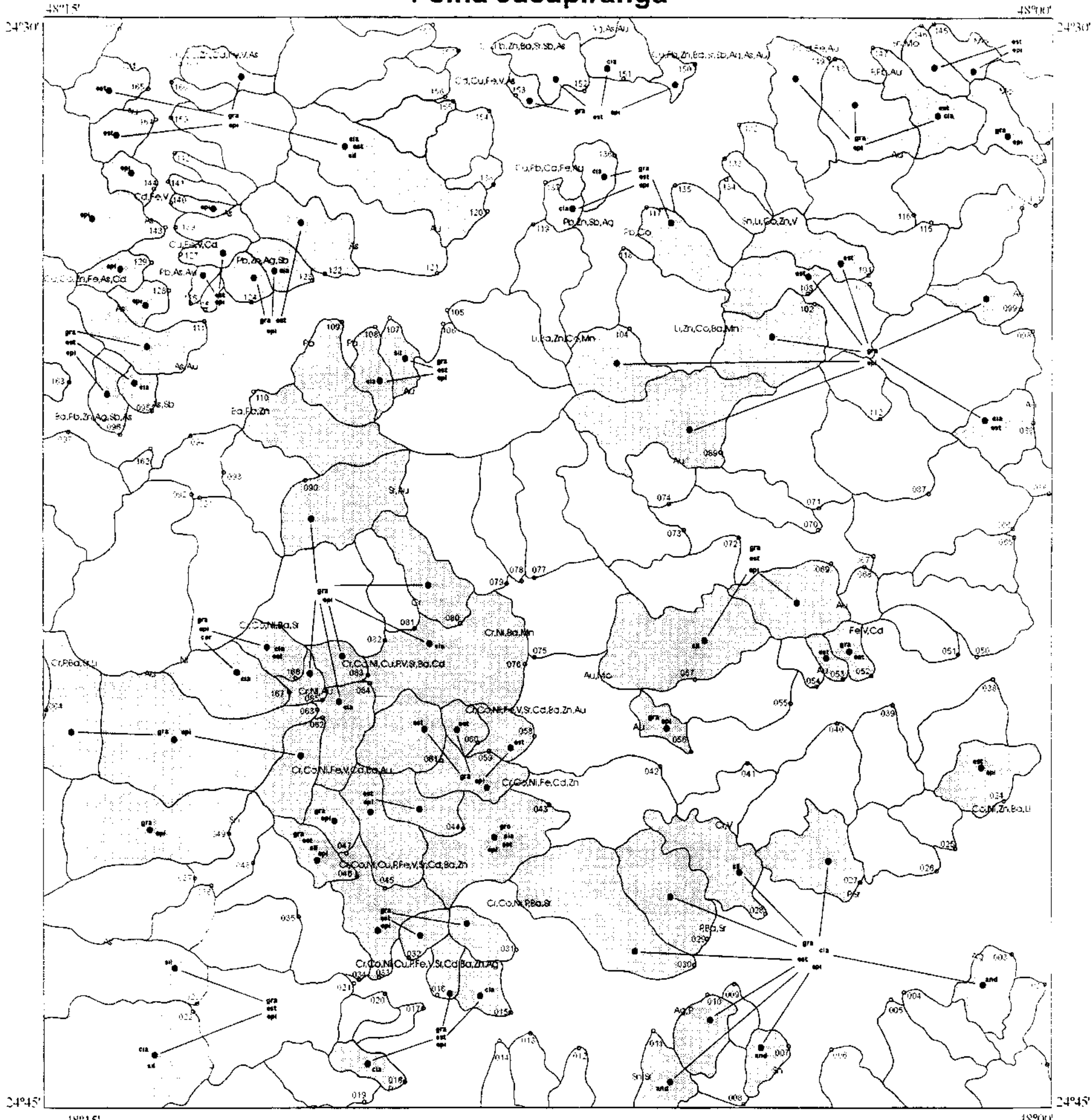
- ouro com número de pintas - Au(2)
- osmio - osm (EGP)
- cassiterita - cas
- scheelita - sch
- barita - bar
- columbita - col
- corindon - cor
- pirita - pir
- fluorita - flu
- apatita - apa
- turmalina - tur
- clorita - clo
- epidoto - epi



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
- ESTAÇÃO DE COLETA
- ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
- MINERAIS HIDROTERMAIS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.7 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais hidrotermais em concentrados de batéia

Folha Jacupiranga



Sedimentos de Corrente

Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mo > 0,5 ppm
As > 14,4 ppm	Ni > 30 ppm
Au > 0,02 ppm	P > 659 ppm
Ba > 170 ppm	Pb > 25 ppm
Cd > 1,7 ppm	Sb > 1 ppm
Co > 23 ppm	Sn > 2 ppm
Cr > 81 ppm	Sr > 13,9 ppm
Cu > 43 ppm	V > 117 ppm
Fe > 6,8 %	W > 2 ppm
Li > 23 ppm	Zn > 81 ppm
Mn > 2083 ppm	

Concentrados de Batéia

Minerais Metamórficos

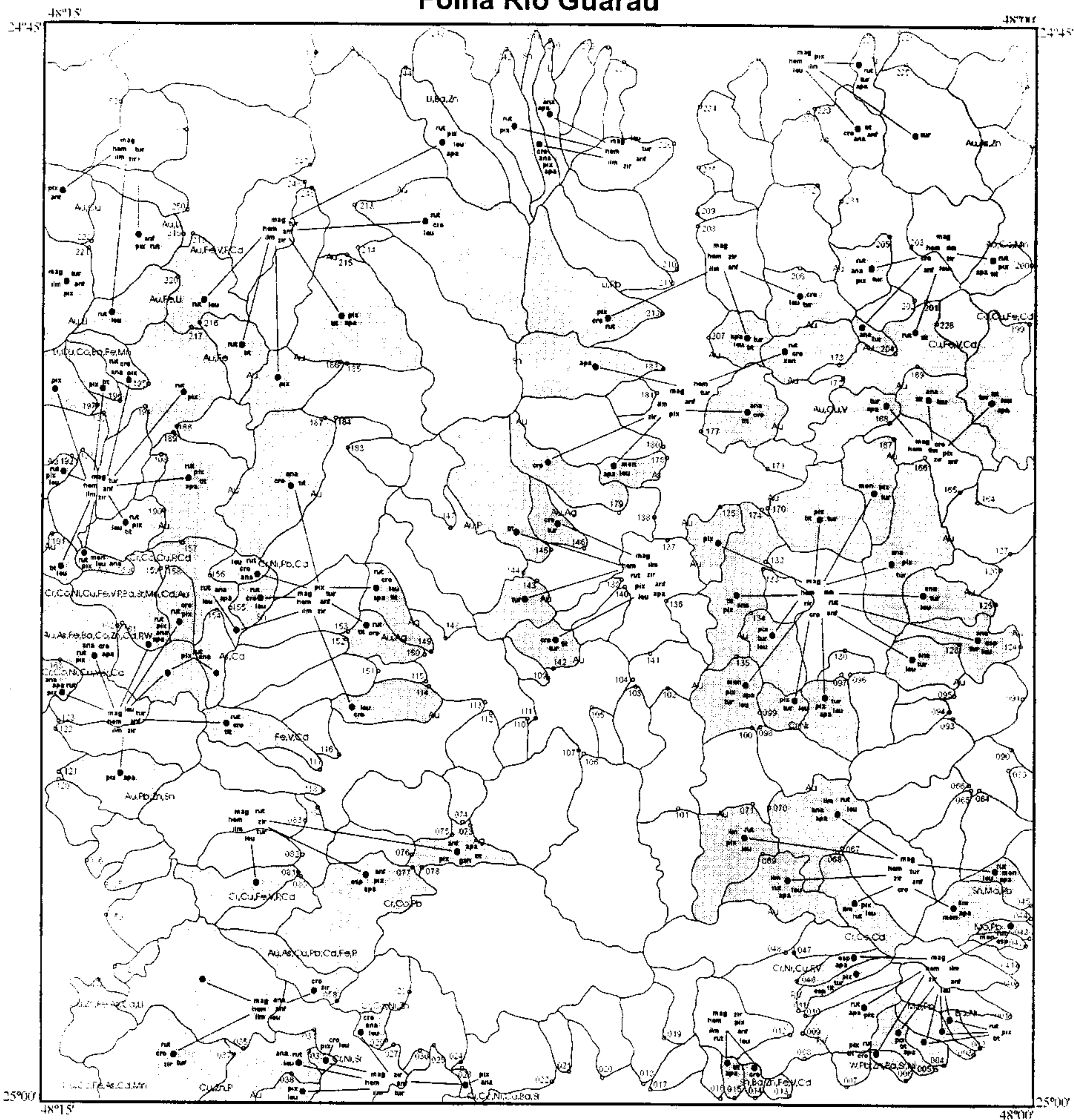
- granada - gra
- grossulária - gro
- cianita - cia
- estauroilite - est
- andaluzita - and
- sillimanita - sil
- epidoto - epi
- clorita - clo
- corindon - cor



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS ACESSÓRIOS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.8 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais metamórficos em concentrados de batéia

Folha Rio Guaraú



Sedimentos de Corrente

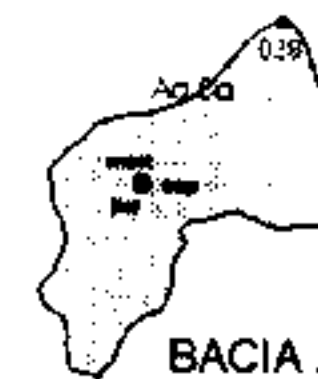
Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mn > 761 ppm
As > 3,7 ppm	Mo > 1,2 ppm
Au > 0,02 ppm	Ni > 32 ppm
Ba > 161 ppm	P > 482 ppm
Cd > 0,9 ppm	Pb > 17 ppm
Co > 17 ppm	Sn > 3 ppm
Cr > 78 ppm	Sr > 16 ppm
Cu > 26 ppm	V > 78 ppm
Fe > 4,4 %	W > 1,4 ppm
Li > 26 ppm	Zn > 106 ppm

Concentrados de Batéia

Minerais Acessórios

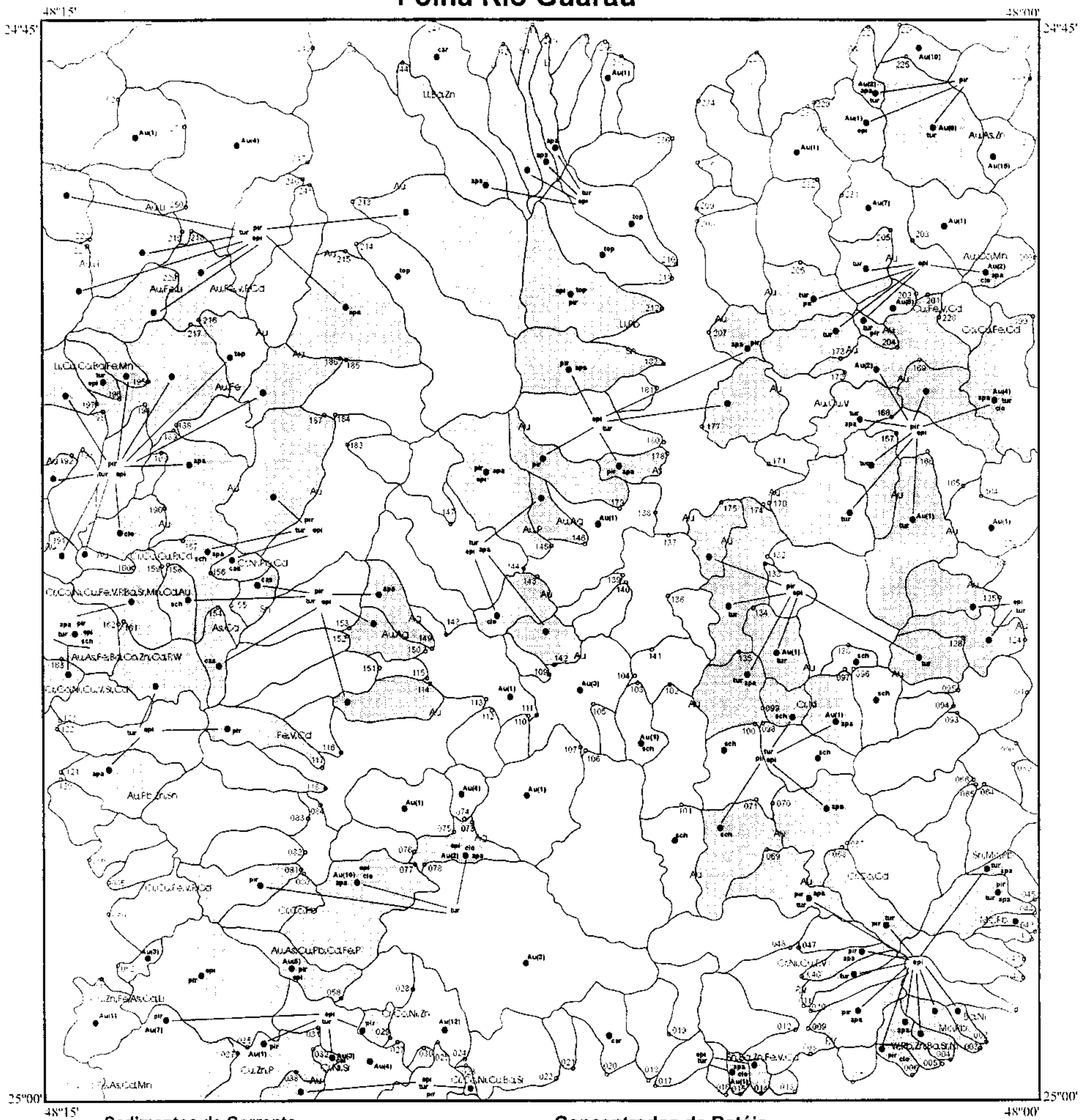
- magnetita - mag
- hematita - hem
- ilmenita - ilm
- rutilo - rut
- cromita - cro
- monazita - mon
- zircão - zir
- xenotima - xen
- anatásio - ana
- piroxênio - pix
- anfibólio - anf
- turmalina - tur
- titanita - tit
- gahnita - gah
- espinélio - esp
- leucóxênio - leu
- apatita - apa



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS ACESSÓRIOS NOS CONCENTRADOS DE BATÉIA

Figura II.5.9 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais acessórios em concentrados de batéia

Folha Rio Guaraú



Sedimentos de Corrente

Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mn > 761 ppm
As > 3,7 ppm	Mo > 1,2 ppm
Au > 0,02 ppm	Ni > 32 ppm
Ba > 161 ppm	P > 482 ppm
Cd > 0,9 ppm	Pb > 17 ppm
Co > 17 ppm	Sn > 3 ppm
Cr > 78 ppm	Sr > 16 ppm
Cu > 26 ppm	V > 78 ppm
Fe > 4,4 %	W > 1,4 ppm
Li > 26 ppm	Zn > 106 ppm

Concentrados de Batéia

Minerais Hidrotermais

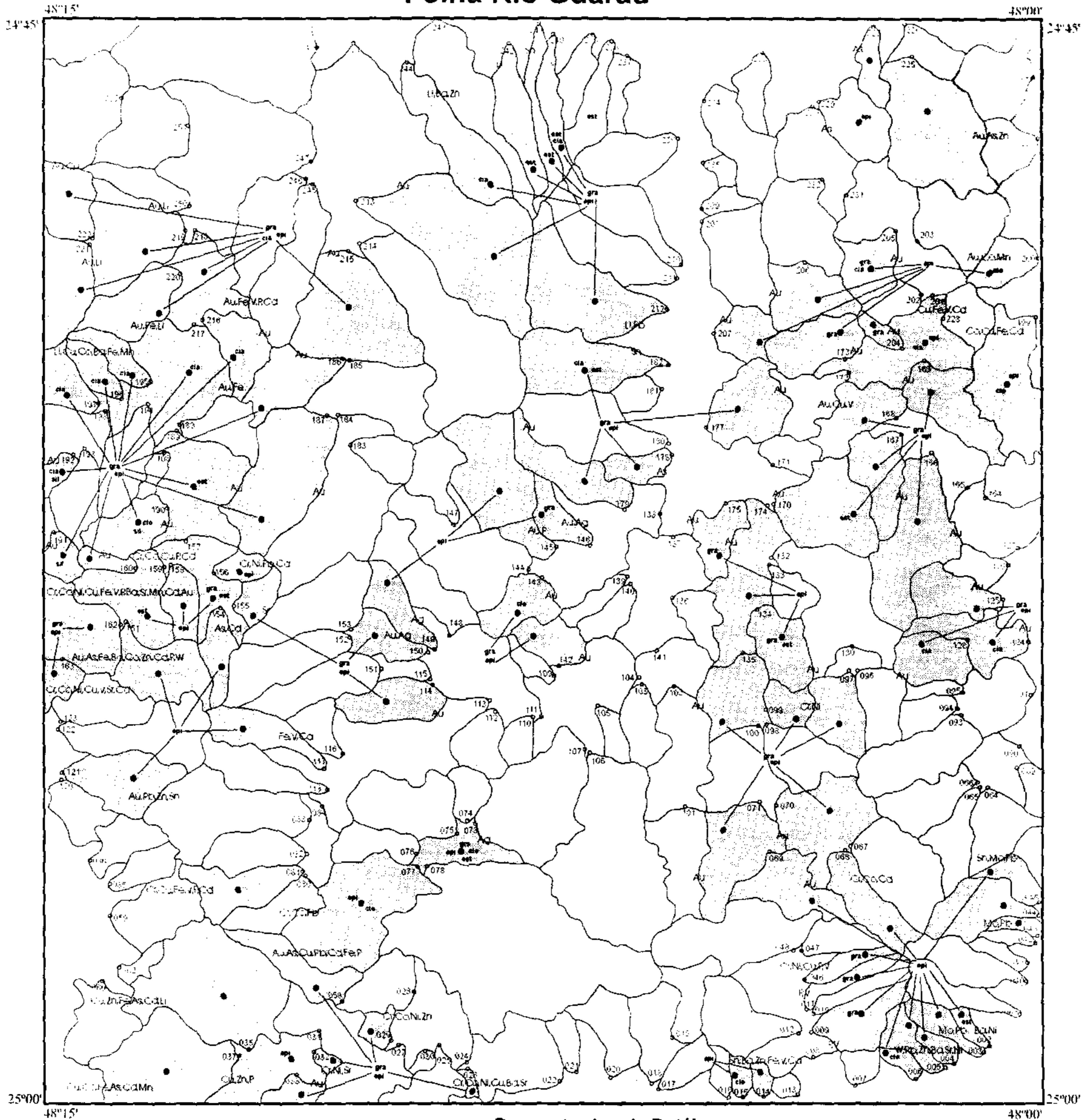
- ouro com número de pintas - Au(2)
- cassiterita - cas
- scheelita - sch
- topázio - top
- pirita - pir
- calcopirita - cal
- turmalina - tur
- apatita - apa
- carbonato - car
- clorita - clo
- epidoto - epi



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS HIDROTERMAIS NOS CONCENTRADOS DE BATÉIA

Figura II.5.10 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais hidrotermais em concentrados de batéia

Folha Rio Guaraú



Sedimentos de Corrente

Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mn > 761 ppm
As > 3,7 ppm	Mo > 1,2 ppm
Au > 0,02 ppm	Ni > 32 ppm
Ba > 161 ppm	P > 482 ppm
Cd > 0,9 ppm	Pb > 17 ppm
Co > 17 ppm	Sn > 3 ppm
Cr > 78 ppm	Sr > 16 ppm
Cu > 26 ppm	V > 78 ppm
Fe > 4,4 %	W > 1,4 ppm
Li > 26 ppm	Zn > 106 ppm

Concentrados de Batéia

Minerais Metamórficos

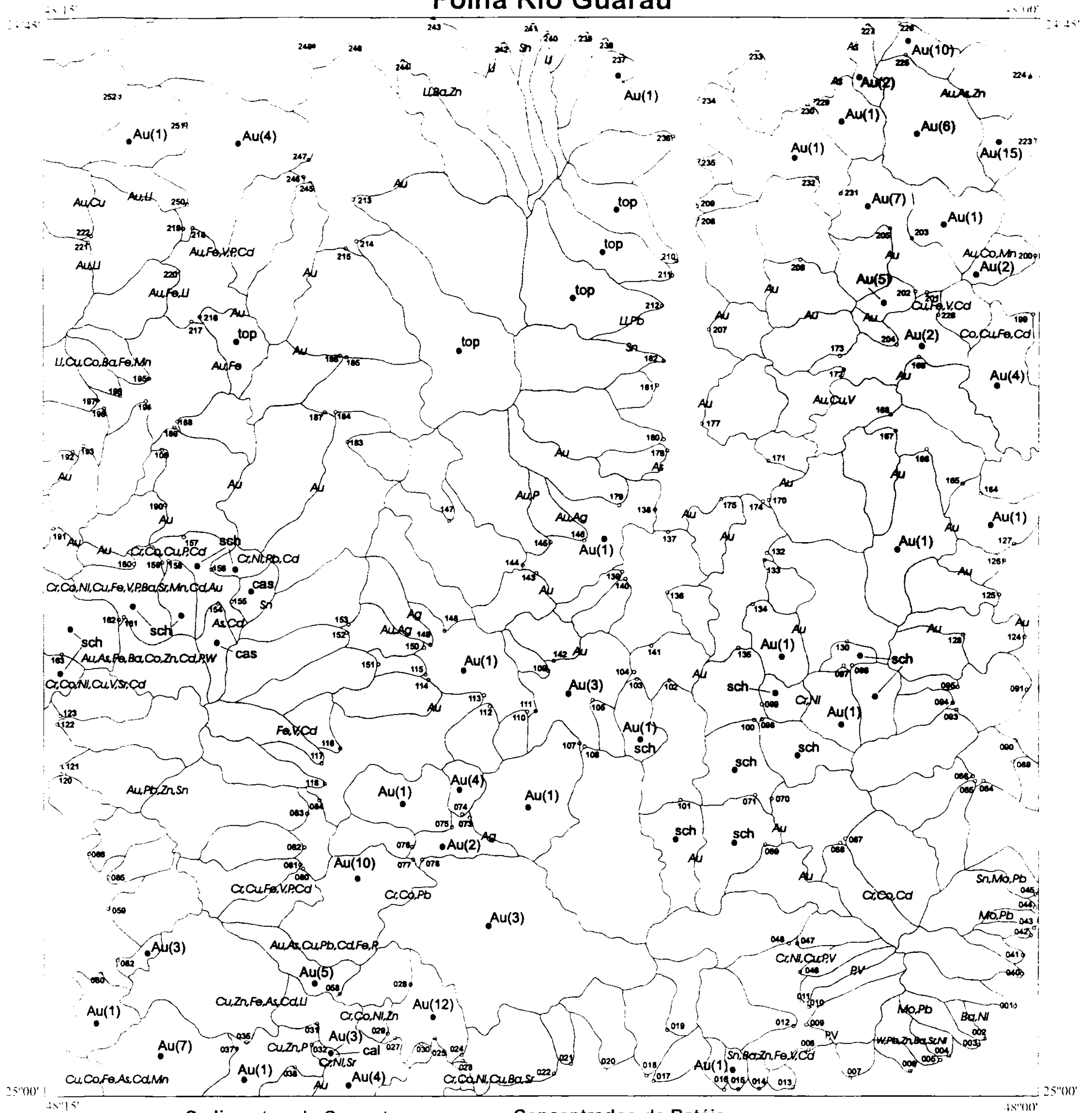
- granada - gra
- cianita - cia
- estauroilita - est
- sillimanita - sil
- clorita - clo
- epidoto - epi



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS METAMÓRFICOS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.11 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais metamórficos em concentrados de batéia

Folha Rio Guaraú



Sedimentos de Corrente

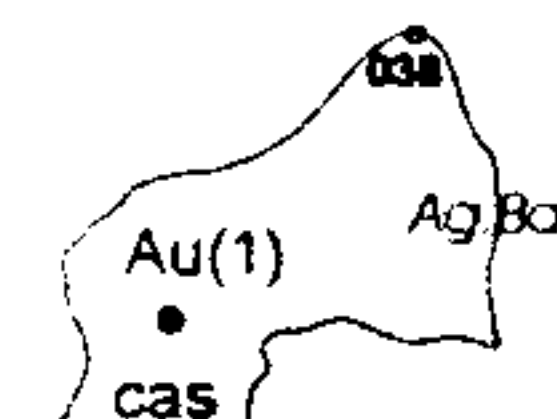
Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mn > 761 ppm
As > 3,7 ppm	Mo > 1,2 ppm
Au > 0,02 ppm	Ni > 32 ppm
Ba > 161 ppm	P > 482 ppm
Cd > 0,9 ppm	Pb > 17 ppm
Co > 17 ppm	Sn > 3 ppm
Cr > 78 ppm	Sr > 16 ppm
Cu > 26 ppm	V > 78 ppm
Fe > 4,4 %	Zn > 106 ppm
Li > 26 ppm	W > 1,4 ppm

Concentrados de Batéia

Minerais

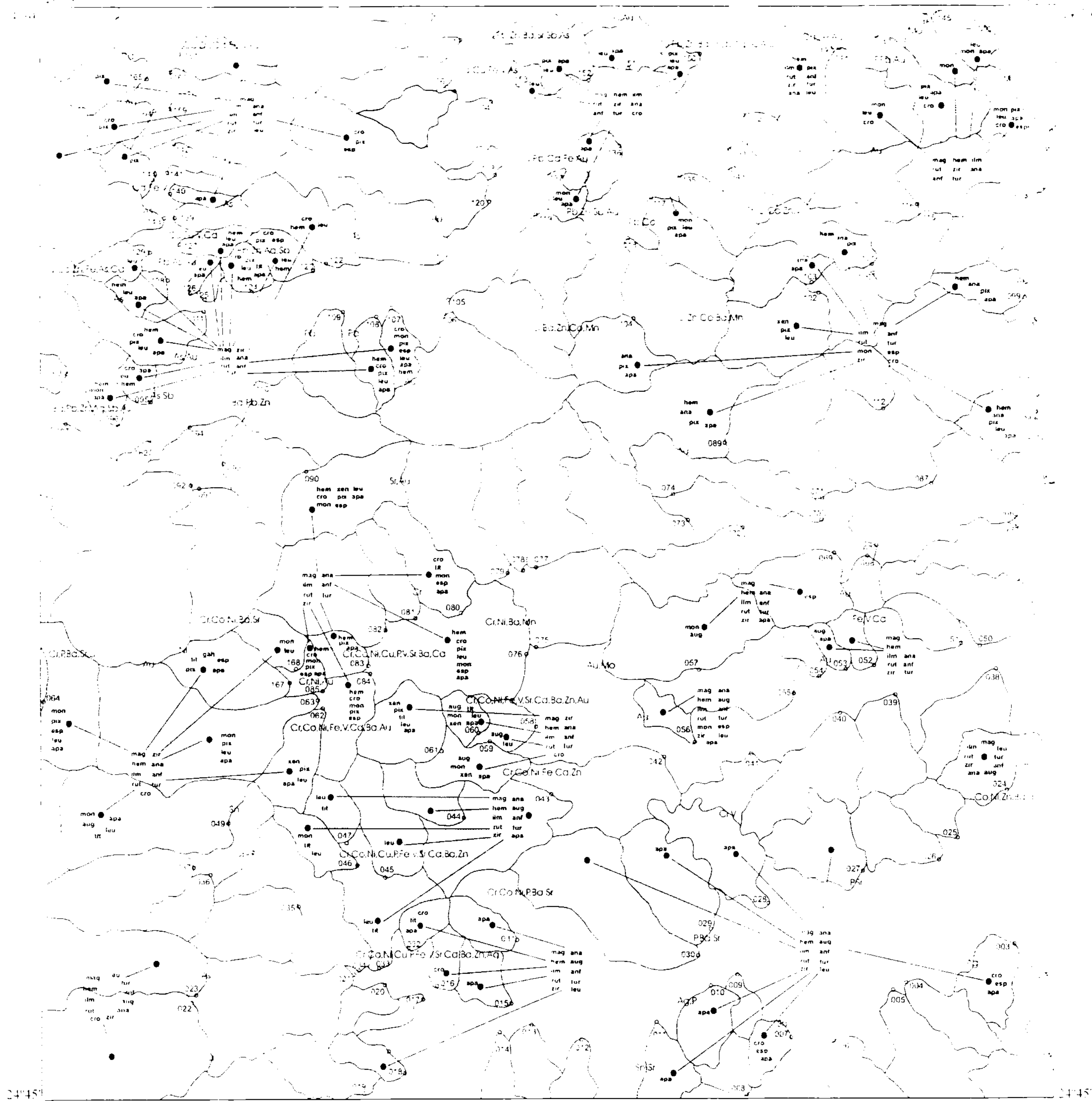
- ouro com número de pintas - Au(2)
- cassiterita - cas
- scheelita - sch
- topázio - top
- calcopirita - cal



Bacia anômala com indicação de Estação de coleta numerada. Elementos anômalos nos sedimentos de corrente. Minerais pesados dos concentrados de batéia.

Figura II.5.5 - Mapa de anomalias em sedimentos de corrente e minerais econômicos em concentrados de batéia

Folha Jacupiranga



Sedimentos de Corrente

Anomalia > Limiar

Ag > 0.2 ppm	Mo > 0.5 ppm
As > 14.4 ppm	Ni > 30 ppm
Au > 0.02 ppm	P > 659 ppm
Ba > 170 ppm	Pb > 25 ppm
Cd > 1.7 ppm	Sb > 1 ppm
Co > 23 ppm	Sn > 2 ppm
Cr > 81 ppm	Sr > 13.9 ppm
Cu > 43 ppm	V > 117 ppm
Fe > 6.8 %	W > 2 ppm
Li > 23 ppm	Zn > 81 ppm
Mn > 2083 ppm	

Concentrados de Batéia

Minerais Acessórios

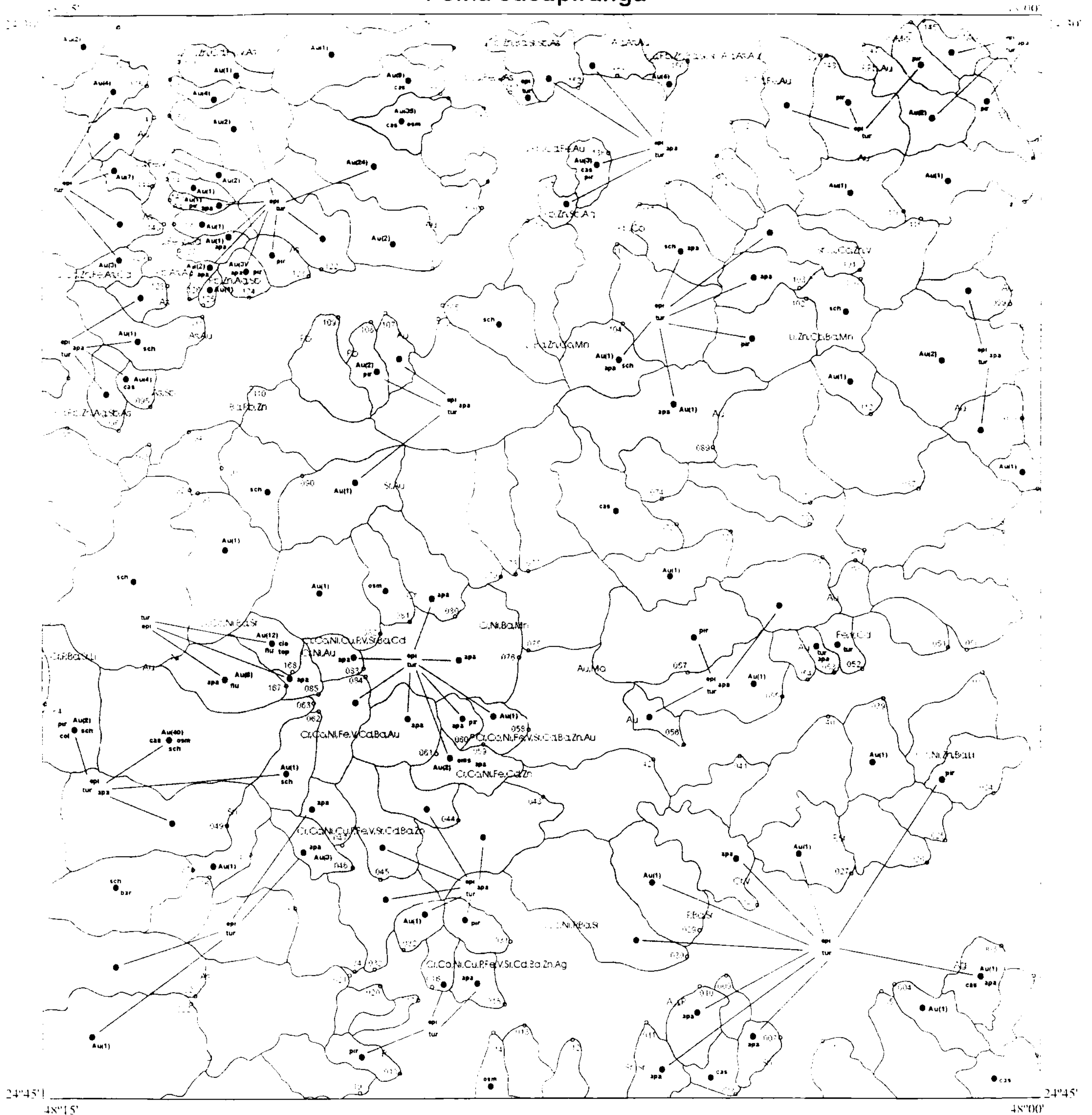
- magnetita - mag
- hematita - hem
- ilmenita - ilm
- rutilo - rut
- cromita - cro
- monazita - mon
- zircão - zir
- xenotima - xen
- anatásio - ana
- piroxênio - pix
- augita - aug
- anfibólio - anf
- turmalina - tur
- titanita - tit
- gahnita - gah
- espinélio - esp
- espinélio lilás - espi
- leucoxênio - leu
- apatita - apa



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE ESTACÃO DE COLETA - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE - MINERAIS ACESSÓRIOS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.6 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais acessórios em concentrados de batéia

Folha Jacupiranga



Sedimentos de Corrente
Anomalia > Limiar

Ag > 0,2	ppm	Mo > 0,5	ppm
As > 14,4	ppm	Ni > 30	ppm
Au > 0,02	ppm	P > 659	ppm
Ba > 170	ppm	Pb ≥ 25	ppm
Cd > 1,7	ppm	Sb ≥ 1	ppm
Co > 23	ppm	Sn ≥ 2	ppm
Cr > 81	ppm	Sr ≥ 13,9	ppm
Cu > 43	ppm	V ≥ 117	ppm
Fe > 6,8	%	W ≥ 2	ppm
Li > 23	ppm	Zn ≥ 81	ppm
Mn > 2083	ppm		

Concentrado de Batéia
Minerais Hidrotermais

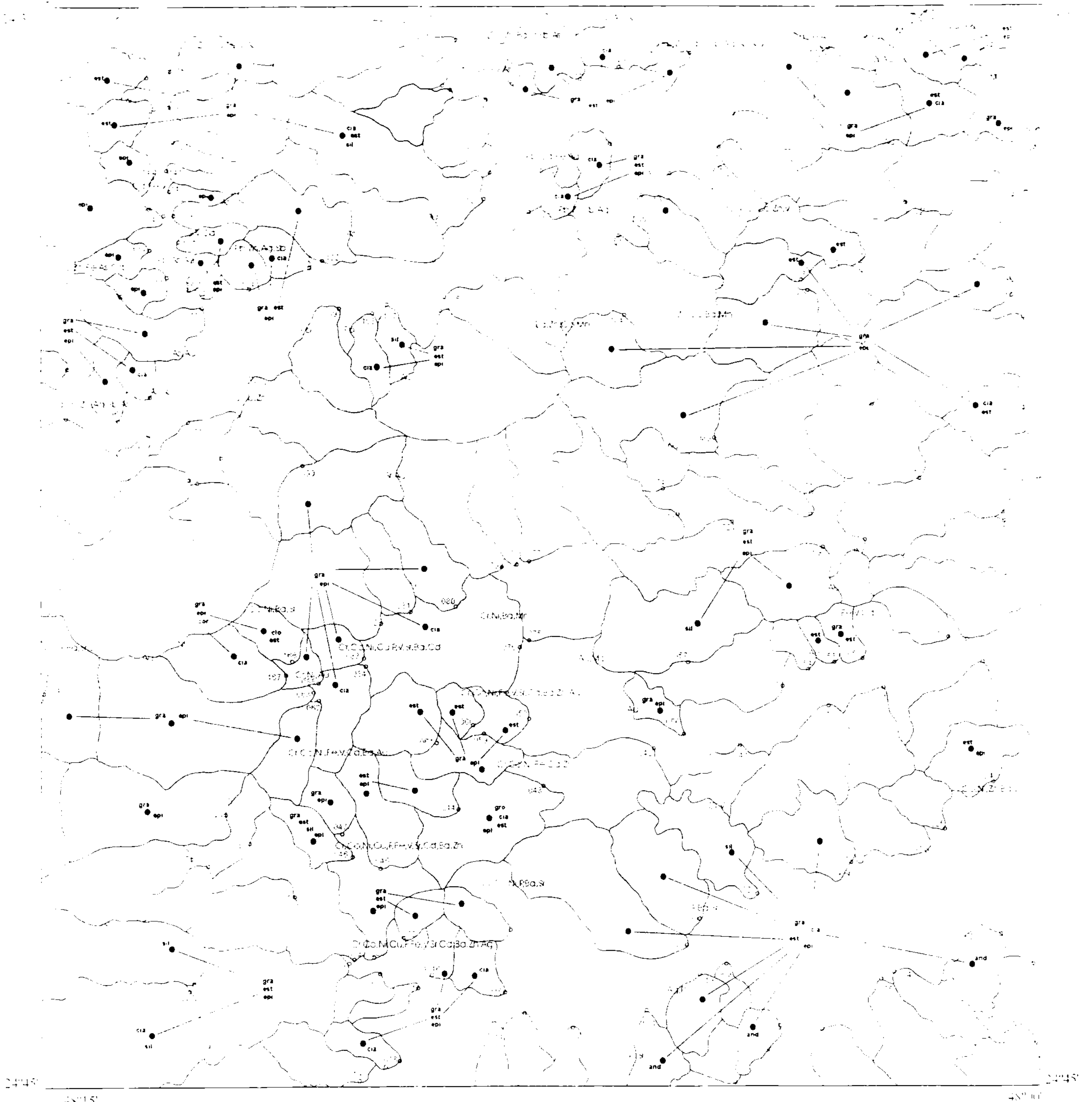
- ouro com número de pintas - Au(2)
- osmio - osm (EGP)
- cassiterita - cas
- scheelita - sch
- barita - bar
- columbita - col
- corindon - cor
- pirita - pir
- fluorita - flu
- apatita - apa
- turmalina - tur
- clorita - clo
- epidoto - epi



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE:
- ESTAÇÃO DE COLETA
- ELEMENTOS ANÔMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
- MINERAIS HIDROTERMAIS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.7 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais hidrotermais em concentrados de batéia

Folha Jacupiranga



Sedimentos de Corrente

Anomalia > Limiar

Ag > 0,2 ppm	Mo > 0,5 ppm
As > 14,4 ppm	Ni > 30 ppm
Au > 0,02 ppm	P > 659 ppm
Ba > 170 ppm	Pb ≥ 25 ppm
Cd > 1,7 ppm	Sb ≥ 1 ppm
Co > 23 ppm	Sn ≥ 2 ppm
Cr > 81 ppm	Sr ≥ 13,9 ppm
Cu > 43 ppm	V ≥ 117 ppm
Fe > 6,8 %	W ≥ 2 ppm
Li > 23 ppm	Zn ≥ 81 ppm
Mn > 2083 ppm	

Concentrados de Batéia

Minerais Metamórficos

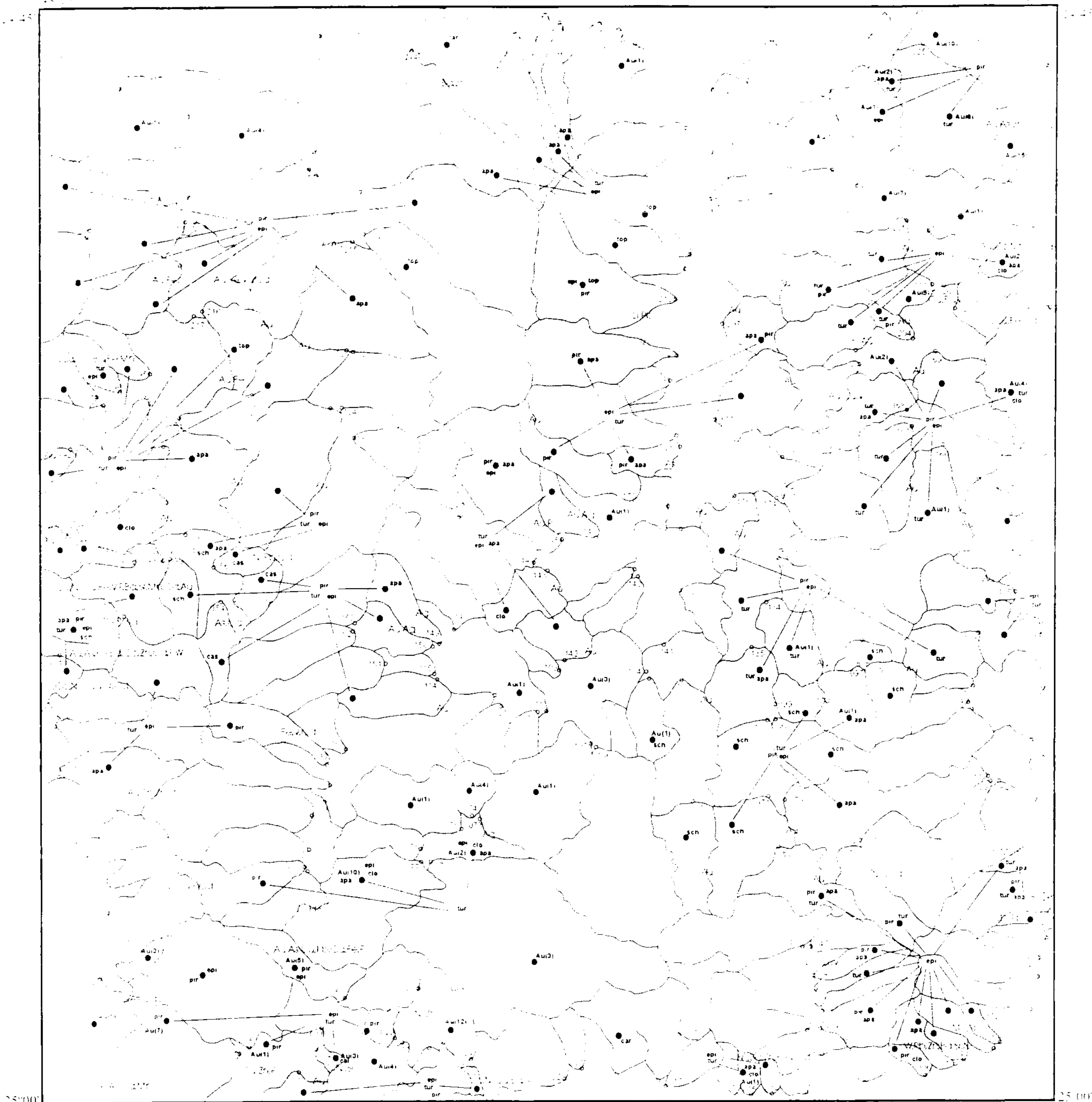
- granada - **gra**
- grossulária - **gro**
- cianita - **cia**
- estauroilita - **est**
- andaluzita - **and**
- sillimanita - **sil**
- epidoto - **epi**
- clorita - **clo**
- corindon - **cor**



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE ESTAÇÃO DE COLETA - ELEMENTOS ANOMALOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE - MINERAIS ACESSÓRIOS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.8 - Mapa de bacias anômala em sedimentos de corrente com minerais metamórficos em concentrados de batéia

Folha Rio Guarau



Sedimentos de Corrente

Anomalia > Limiar

Ag > 0.2 ppm	Mn > 761 ppm
As > 3.7 ppm	Mo > 1.2 ppm
Au > 0.02 ppm	Ni > 32 ppm
Ba > 161 ppm	P > 482 ppm
Cd > 0.9 ppm	Pb ≥ 17 ppm
Co > 17 ppm	Sn ≥ 3 ppm
Cr > 78 ppm	Sr ≥ 16 ppm
Cu > 26 ppm	V ≥ 78 ppm
Fe > 4.4 %	W ≥ 1.4 ppm
Li > 26 ppm	Zn ≥ 106 ppm

Concentrados de Batéia

Minerais Hidrotermais

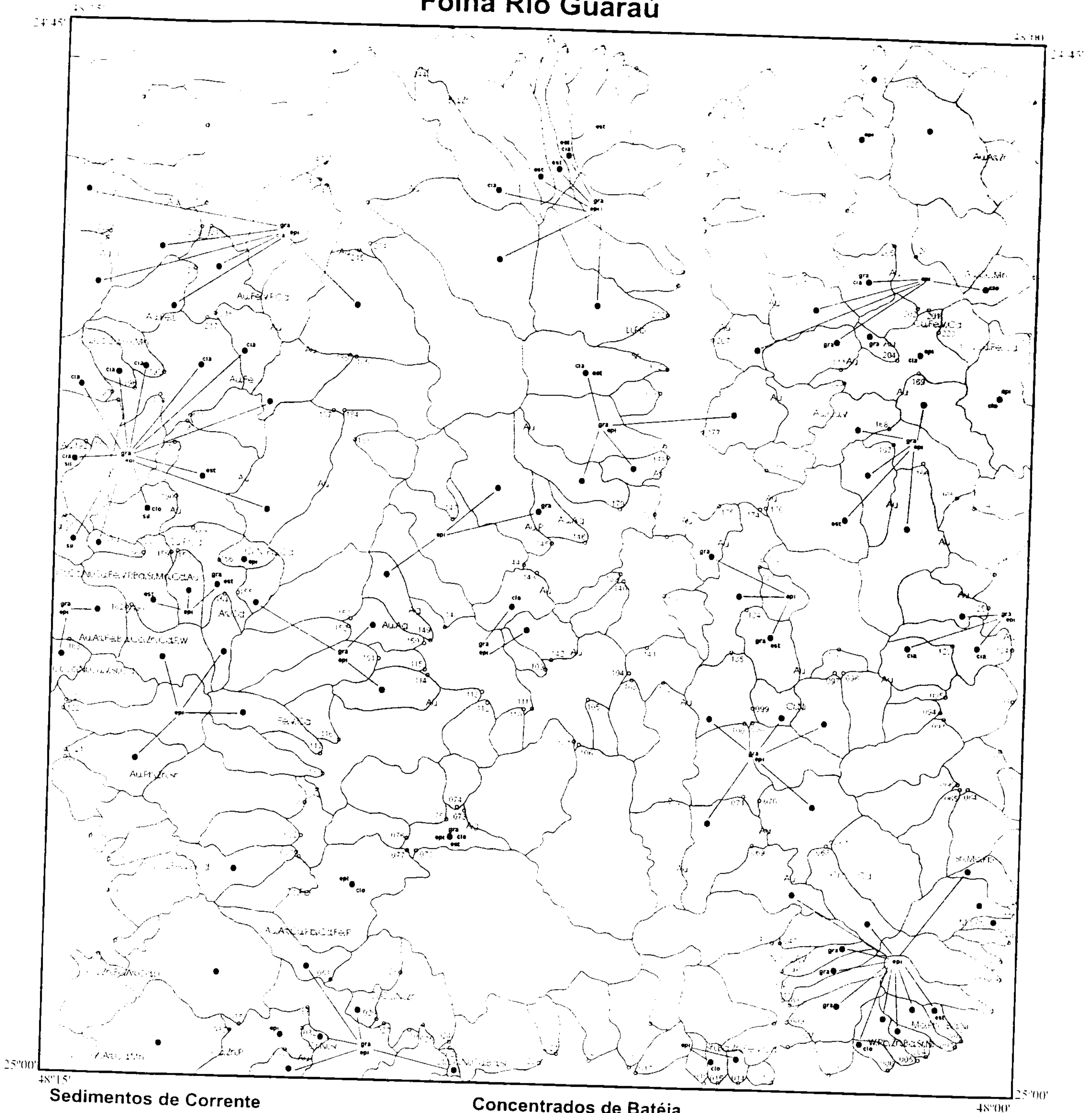
- ouro com número de pintas - Au(2)
- cassiterita - cas
- scheelita - sch
- topázio - top
- pirita - pir
- calcopirita - cal
- turmalina - tur
- apatita - apa
- carbonato - car
- clorita - clo
- epidoto - epi



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS HIDROTERMAIS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.10 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais hidrotermais em concentrados de batéia

Folha Rio Guaraú



Sedimentos de Corrente

Anomalia ≥ Limiar

Ag > 0,2	ppm	Mn > 761	ppm
As > 3,7	ppm	Mo > 1,2	ppm
Au > 0,02	ppm	Ni > 32	ppm
Ba > 161	ppm	P > 482	ppm
Cd > 0,9	ppm	Pb ≥ 17	ppm
Co > 17	ppm	Sn ≥ 3	ppm
Cr > 78	ppm	Sr ≥ 16	ppm
Cu > 26	ppm	V ≥ 78	ppm
Fe > 4,4	%	W ≥ 1,4	ppm
Li > 26	ppm	Zn ≥ 106	ppm

Concentrados de Batéia

Minerais Metamórficos

- granada - **gra**
- cianita - **cia**
- estauroilita - **est**
- sillimanita - **sil**
- clorita - **clo**
- epidoto - **epi**



BACIA ANÔMALA COM INDICAÇÕES DE
 - ESTAÇÃO DE COLETA
 - ELEMENTOS ANÔMALOS NOS NOS SEDIMENTOS DE CORRENTE
 - MINERAIS METAMÓRFICOS NOS CONCENTRADOS DE BATEIA

Figura II.5.11 - Mapa de bacias anômalas em sedimentos de corrente com minerais metamórficos em concentrados de batéia

acompanhadas de pintas de ouro nos concentrados, passam a ter maior importância prospectiva em relação aquelas bacias em que o ouro aparece somente nos concentrados. Podendo, inclusive, auxiliar na separação do ouro primário e do secundário (provável ouro retrabalhado de cascalhos da Formação Pariquera-Açu ou de terraços Terciários correlatos). Isto acontece porque o ouro de origem secundária vai continuar fornecendo anomalias clásticas, isto é, pintas nos concentrados de batéia. O ouro primário, por outro lado, encontra-se normalmente na estrutura iônica dos sulfetos, geralmente piritas e arsenopiritas, e por isso mesmo com possibilidade de originar anomalias hidromórficas (iônicas) nas frações finas (menos 80 meshes) dos sedimentos de corrente.

Assim, do ponto de vista prospectivo, pode-se destacar, na Folha Jacupiranga, as bacias anômalas do quadrante noroeste (figura II.5.4) sobre rochas do Grupo Açungui e do Complexo Embu. No Grupo Açungui, o ouro tem sua origem nas metabásicas (vulcanismo pretérito) da Formação Votuverava, remobilizado para mega, meso e micro budins de quartzo em zonas de cisalhamento tendo como encaixantes as próprias metabásicas e metapelitos carbonosos (trabalhos de pesquisa mineral desenvolvidos pela CPRM naquela região). Nas bacias sobre as rochas do Complexo Embu, desprovido ao que se sabe de rochas fonte, o ouro poderia ter sua origem relacionada com rochas anfibolíticas, que ocorrem na área, embora seja mais provável a proveniência a partir da erosão dos terraços de cascalhos de nível superior, nas cabeceiras dos córregos Vira-Saia e Laranjal. Numa das bacias que se detectou 35 pintas de ouro também se detectou a presença de uma liga natural de ósmio e irídio (Elementos do Grupo da Platina - EGP); esta última ocorrência está relacionada com diques geneticamente ligados as intrusões mesozóicas de Jacupiranga e

Barro Branco. As bacias sobre as intrusões, também mostram importantes anomalias de ouro em sedimentos de corrente. Em uma destas bacias, a anomalia está realçada pela presença de 40 pintas de Au na batéia e mais uma vez junto com os platinóides citados.

Na Folha Rio Guaraú destacam-se as bacias anômalas à sudoeste (figura II.5.5). As anomalias de Au, As, Ag, Cu, Pb e Zn estão associadas a presença de ouro na batéia sobre rochas arqueanas de baixo grau metamórfico da Seqüência Cachoeira, ainda que pouco estudada por dificuldade de acesso, já foi descrita (A.T.S.F da Silva, 1981) como metavulcano-sedimentar do tipo *greenstone-belt*. A presença de antigos garimpos no Rio das Minas, onde, por informações verbais, já se extraiu "muito ouro", as rochas observadas no leito de algumas drenagens e os resultados obtidos pela geoquímica, ajudam a reforçar o entendimento de que se trata realmente de uma seqüência do tipo *greenstone belt*. Anomalias de Au, As e Fe em bacias posicionadas na região oeste, parecem ter suas origens nas rochas da Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo, do Complexo Serra Negra, que como a Seqüência Cachoeira, além de pouco conhecido, supostamente faz parte do conjunto de rochas verdes do Arqueano que se estende, de forma conspícua, para sudoeste penetrando no Estado do Paraná.

Outra constatação importante diz respeito aos platinóides detectados pelos geólogos da Superintendência de Porto Alegre, anteriormente citados, quando analisaram os concentrados de batéia da Folha Jacupiranga. Identificaram, em cinco amostras, cristais de cor prata, brilho metálico, dureza maior do que 5,5, reflectância elevada e forma de prismas euédricos curtos com faces preservadas. Posteriormente utilizaram, para uma identificação precisa, uma "Microsonda de Dispersão de Elétrons Automática" do tipo Cameca

Camebax, instalada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os resultados foram encaminhados à Superintendência de São Paulo, através de um relatório das análises onde os autores (Wilson Wildner e Luiz A. Costa e Silva) fazem a descrição das análises e algumas conclusões. Assim, utilizando-se do método de varredura via EDS (*Electrons Dispersion System*) sobre os cristais, foram checados os diferentes elementos químicos constituintes das amostras, tendo-se obtido respostas positivas para ósmio, irídio e rutênio. Selecionados estes elementos (Os, Ir, Ru) para análise por varredura nos detectores PET - LIF - TAP, foram confirmadas as presenças destes três elementos em todas as linhas, destacadamente $L\alpha$ $L\beta$ e $M\alpha$ $M\beta$, cujos resultados encontram-se nos três espectros das figuras II.5.12, II.5.13 e II.5.14. Confirmada a presença destes elementos, foram feitos dois detalhamentos sobre as linhas mais significativas de cada um elemento $L\alpha$, tendo-se obtidos os dois espectros das figuras II.5.15 e II.5.16, onde constata-se a predominância do ósmio sobre o irídio (figura II.5.15) e a presença de rutênio na forma de traços (figura II.5.16), podendo ser classificado como iridosminio ou osmium, segundo Harris & Cabri (1991). Para visualização das características dos grãos analisados e suas homogeneidades químicas, foi obtida imagem (ver foto 25, Apêndice 2) de elétrons retro espalhados (*Back Scattering Electron* - BSE), onde identifica-se um grão de osmium com bordas irregulares e arestas vivas (alta dureza) e de superfície homogênea (sem variação de composição química). Concluem que o osmium, uma das ligas naturais de

mais alta temperatura dentro dos EGP, especialmente o Ir que tem sido utilizado em novas tecnologias de catalização de poluentes em injetores de gasolina, é um dos elementos de maior preço dentro dos EGP. Cientificamente trata-se de uma novidade pois, provavelmente, representa a primeira ocorrência de osmium do Brasil.

Das cinco bacias em que foram detectadas as ligas de osmium (figura II.5.4), três acham-se, coerentemente, junto a estrutura circular mesozóica do Complexo Alcalino-Ultramáfico de Jacupiranga. As outras duas, uma à sul e outra bem à norte devem ter suas origens relacionadas a diques de rochas ultramáficas, descritos durante os trabalhos de campo, contemporâneas as intrusões de Jacupiranga e Barro Branco.

Finalmente, destacam-se as anomalias de Sn e Mo nas bacias do extremo nordeste da Folha Jacupiranga (figura II.5.4), que contribuíram de forma decisiva, juntamente com as anomalias aerogamaespectrométricas, para a descoberta e cartografia do Granito Votupoca. Trata-se de um granito alcalino provavelmente mineralizado a estanho e molibdênio. Por tratar-se de um corpo de pouca extensão aflorante, indica que sua cúpula acha-se preservada e com isso aumenta seu potencial metalogenético, já que os fluidos mineralizantes costumam aí se alojar (endo e exo grausens).

As diversas cartas produzidas neste levantamento geoquímico encontram-se disponíveis, na escala 1:50.000, em arquivos digitais da base de dados do projeto e listadas no capítulo 3 – Informações Geradas (Parte III).

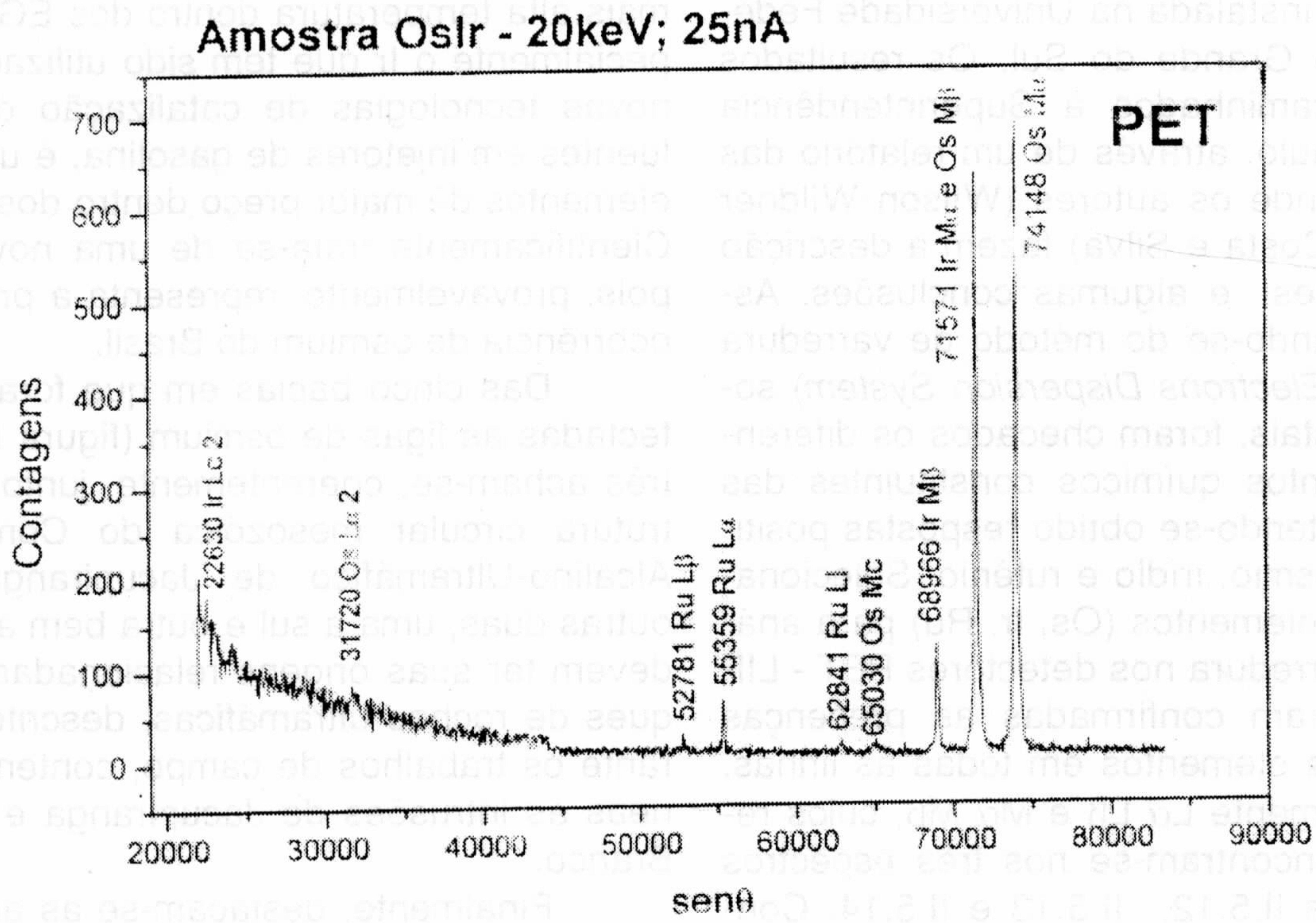


Figura II.5.12 - Análise por Varredura via EDS no Detector PET

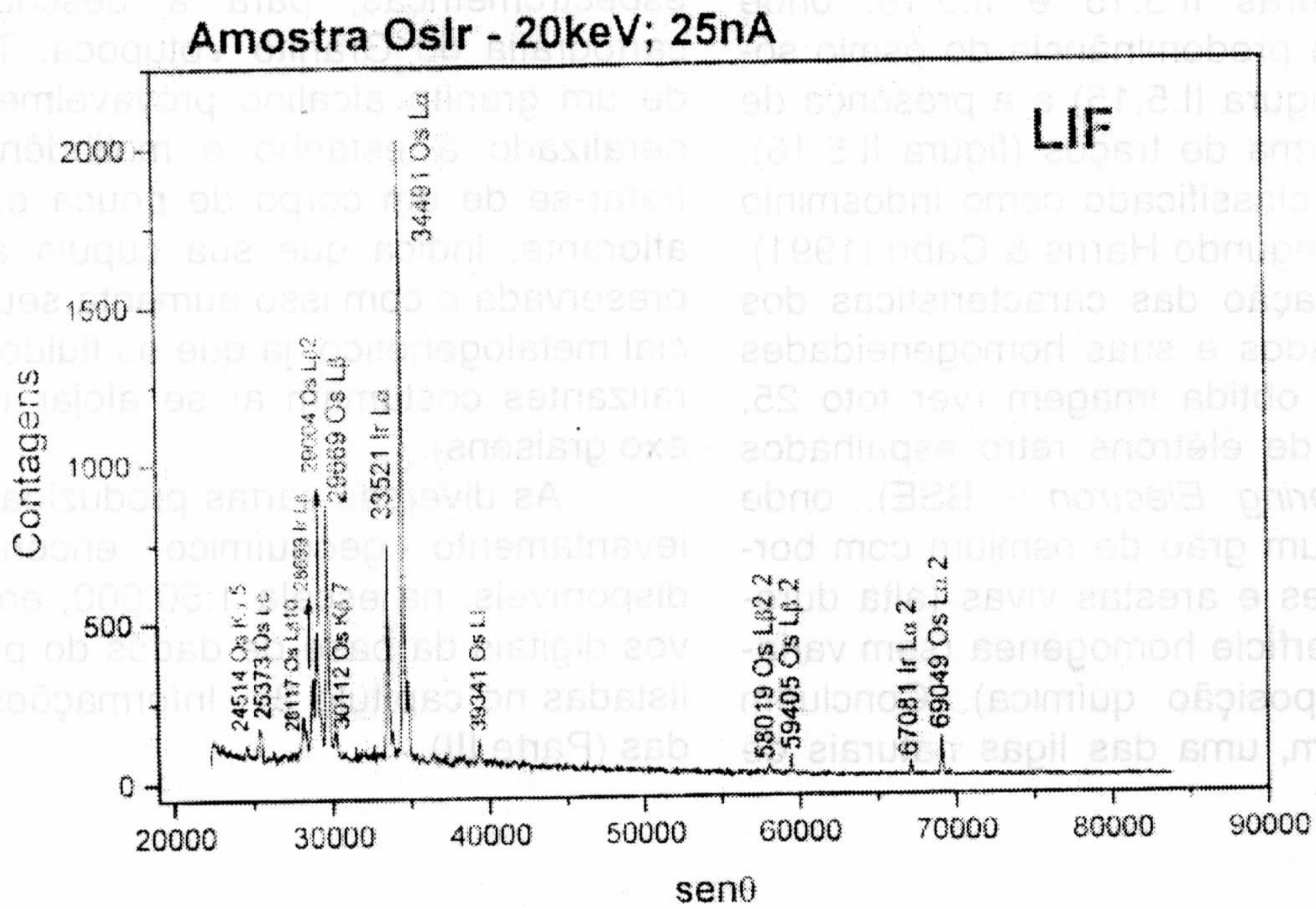


Figura II.5.13 - Análise por Varredura via EDS no detector LIF

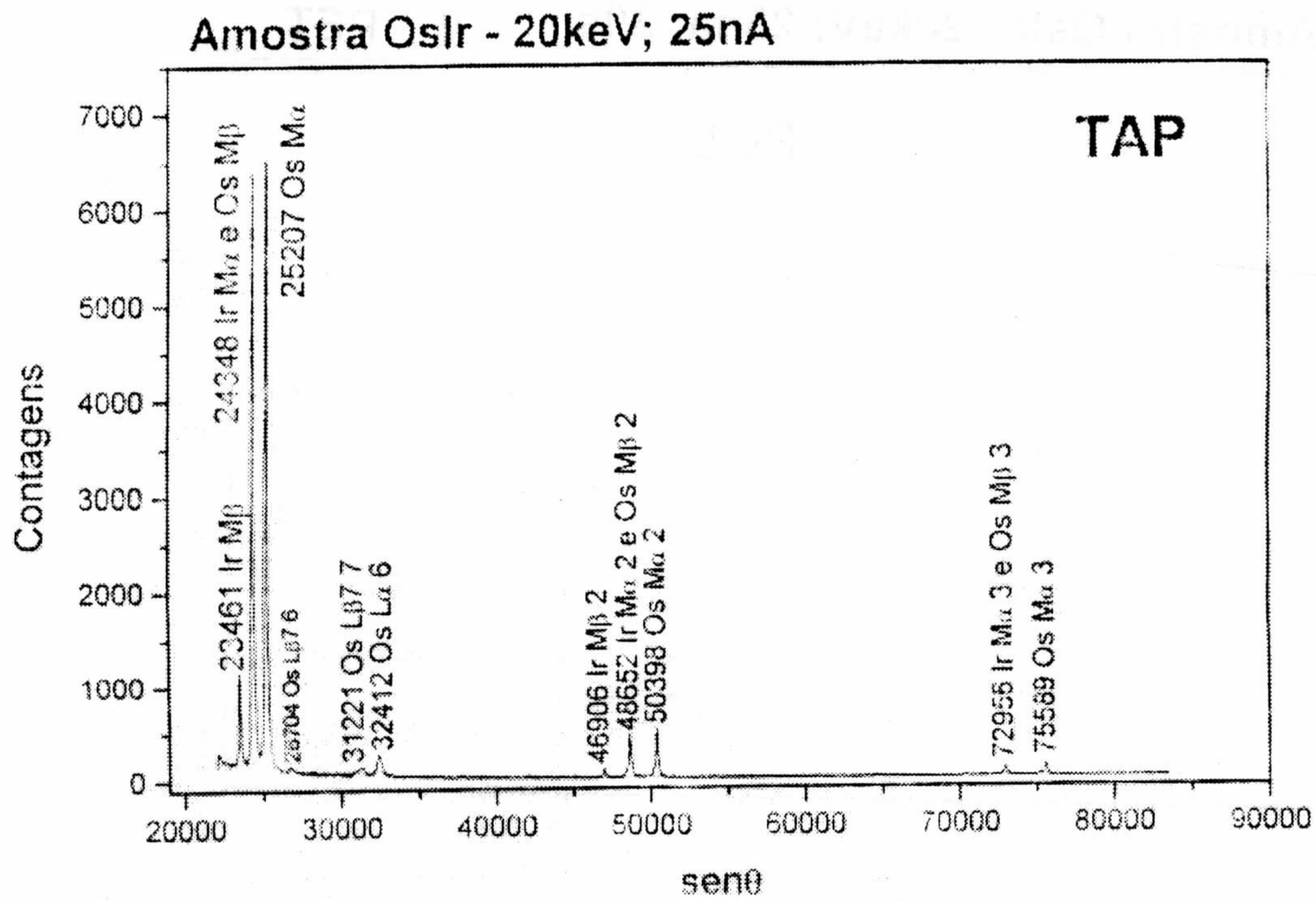


Figura II.5.14 – Análise por Varredura via EDS no detector TAP

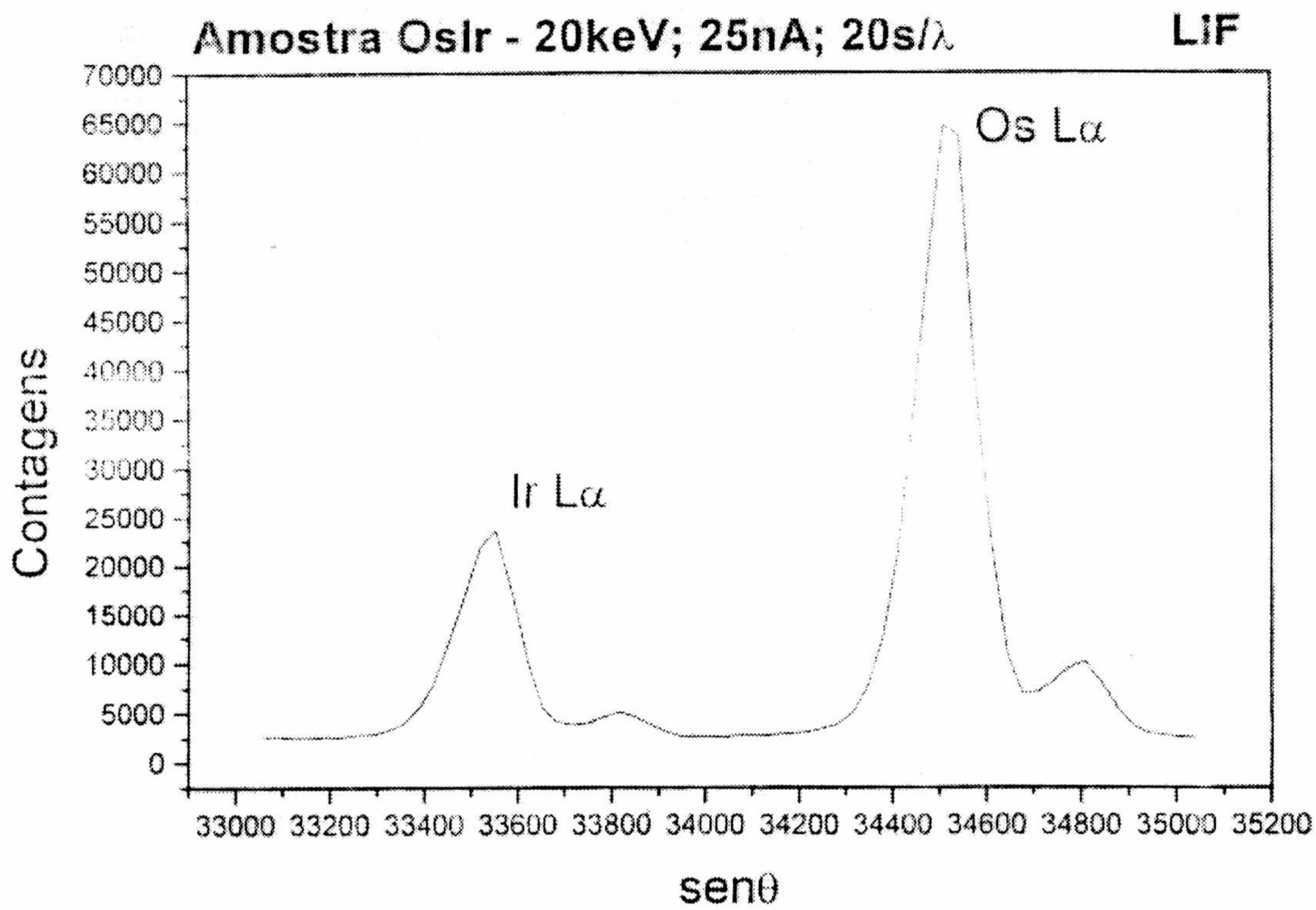


Figura II.5.15 – Detalhamento da Varredura sobre Os e Ir

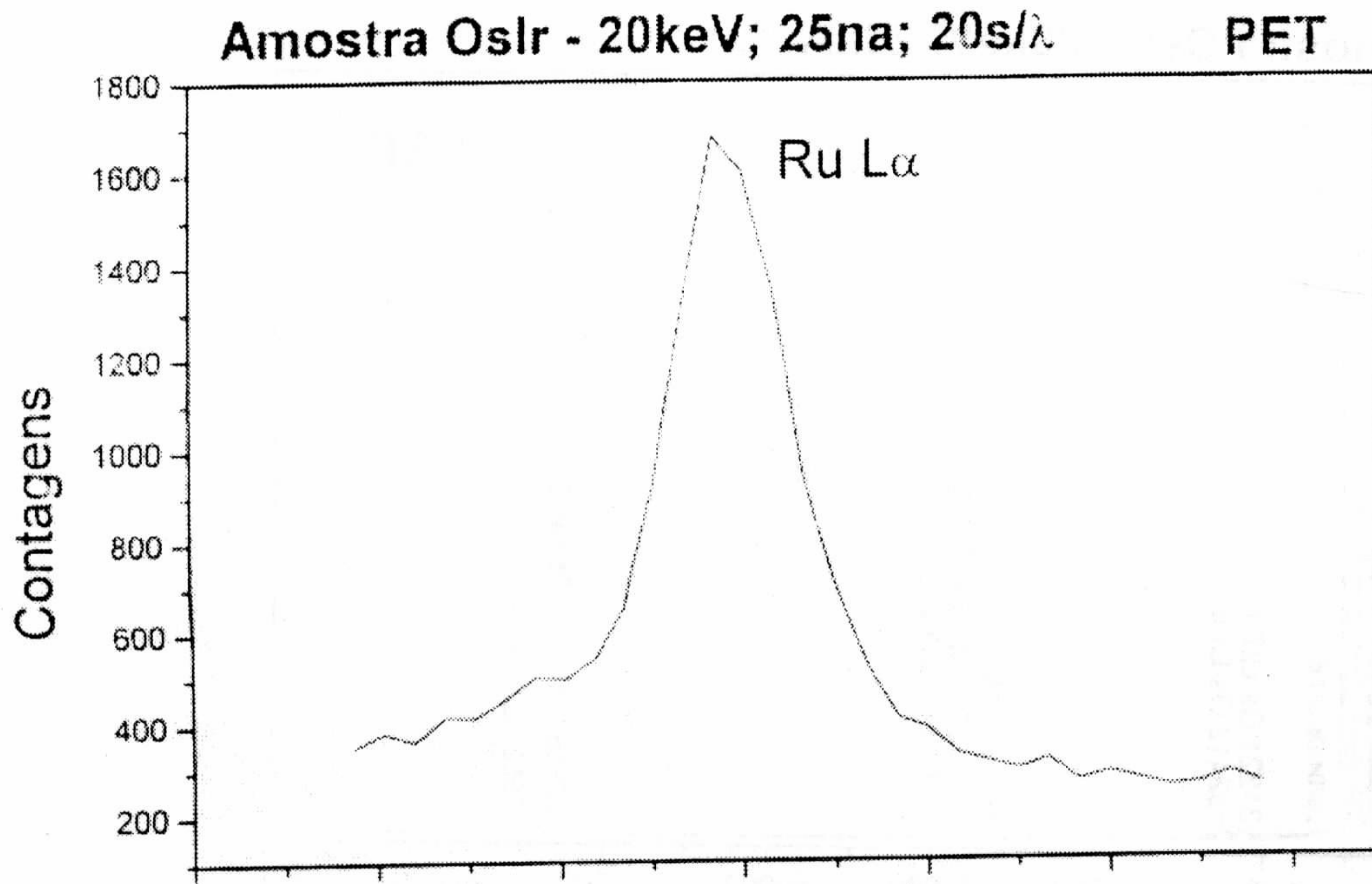


Figura II.5.16 – Detalhamento da Varredura Sobre o Ru.

6

Geofísica

6.1 Considerações Iniciais

A aerogeofísica é o método de aquisição de dados geofísicos através de avião ou helicóptero. Quando se usa a aerogeofísica para reconhecimentos geológicos é comum equipar a aeronave com sensores magnéticos e gamaespectrométricos multi-canal, além de equipamentos para registros digitais das medidas geofísicas e controle de navegação.

6.1.1 Magnetometria

Há três séculos já se conhece a existência do campo magnético terrestre. Hoje sabe-se que o campo geomagnético é composto de três partes:

- a) O campo principal, cuja origem está relacionada à estrutura interna da Terra e apresenta apenas uma suave variação espacial.
- b) O campo externo, que representa uma fração do campo geomagnético e tem origem externa, variando de modo par-

cialmente cíclico e parcialmente aleatório.

- c) Variações do campo principal, relativamente constantes no tempo e no espaço, causadas por anomalias magnéticas próximas da superfície da Terra.

As variações do campo principal constituem os objetivos das prospecções magnéticas; elas são produzidas, em maior ou menor grau, em função da presença de minerais magnéticos presentes nas rochas.

As variações do campo geomagnético freqüentemente são diagnósticos de concentrações de minerais magnéticos, de fraturas na crosta terrestre, diferentes tipos de rochas e estruturas características de áreas favoráveis à ocorrência de petróleo e água subterrânea.

6.1.2 Gamaespectrometria

A radioatividade, descoberta em 1896, é largamente utilizada em pesquisa mineral e mais recentemente em mapeamento geológico. No Brasil, somente na década de 1950 foi introduzido o levanta-

mento aerocintilométrico com objetivo de prospecção de urânio. Na década de 1970, a CPRM passou a utilizar a radioatividade natural para fins de mapeamento geológico.

Hoje sabe-se que dos 325 núclídeos naturais, 274 são estáveis e 51 instáveis. Os núclídeos instáveis estão preferencialmente distribuídos em três famílias radioativas que se desintegram em cadeias. São a família do Th232, a família do U238 e a família do U235, que produzem no final, respectivamente p Pb208, Pb206 e Pb207.

Além dos radioelementos U e Th, o K40 também possui desintegração atômica natural, transformando-se em Ca40 e Ar40.

Durante o processo de desintegração, a emissão radioativa é constituída de partículas de carga positiva, partículas de carga negativa e radiações sob a forma de ondas eletromagnéticas.

As partículas positivas foram denominadas de partículas alfa e equivalem aos núcleos de átomos de hélio. São constituídas de 2 prótons e 2 nêutrons.

As partículas negativas são chamadas de partículas beta e correspondem a elétrons ejetados durante o processo de desintegração.

As ondas eletromagnéticas são os raios gama e representam o excesso de energia que é emitido a partir de átomos excitados. Possuem alta frequência e curtíssimos comprimentos de onda, inferiores aos dos raios-X.

As três emissões (partículas alfa, beta e raios gama) possuem diferentes capacidades de penetração, sendo os raios gama mais penetrantes. Por este motivo, utilizam-se os raios gama para medição da radioatividade nos levantamentos aerogeofísicos.

6.2 Dados Utilizados

Os dados aerogeofísicos utilizados são aqueles do Projeto Aerogeofísico São

Paulo-Rio de Janeiro (Anjos *et al.*, 1988), executado para o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM em 1978, e elaborado pela ENCAL S/A – Consultoria e Aerolevantamentos, com as seguintes especificações:

- Direção das Linhas de Medidas (LM) - N-S
- Espaçamento entre as LM's - 1 Km
- Direção das Linhas de Controle (LC) - E-W
- Espaçamento entre as LC's - 10 Km
- Altura do levantamento - 150 metros

Para auxiliar no mapeamento geológico das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, a CPRM, através da Divisão de Geofísica, reprocessou os dados aerogeofísicos gerando os seguintes mapas na escala 1:50.000:

Magnetometria

- Mapa do Sinal Analítico;
- Mapa Magnético do Campo Total.

Gamaespectrometria

- Mapa de Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total;
- Mapa de Concentração do Equivalente Urânio (eU);
- Mapa de Concentração do Equivalente Tório (eTh);
- Mapa de Concentração do Equivalente Potássio;
- Mapas das Razões U/Th, U/K e Th/K.

Esses mapas estão disponibilizados em arquivos digitais, em formato GEOSOFT Oasis Montaj, gravados em CD-ROM e incluídos na base de dados deste projeto, (ver Parte III – Capítulo 3).

As características das principais assinaturas aeromagnéticas e radiométricas das diversas unidades geológicas, presentes no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, também são abordadas no texto do capítulo 2- Estratigrafia.

6.3 Interpretação Geofísica

6.3.1 Magnetometria

Na interpretação dos dados aeromagnéticos foram utilizados dois mapas, o Mapa do Sinal Analítico para delimitação dos contatos dos campos magnéticos e o Mapa do Campo Magnético Total para identificação de falhas e fraturamentos.

Nos mapas da Folha Jacupiranga verifica-se um sistema de fraturamentos de direção NW-SE, preenchidos por rochas básicas (diques de diabásio), ligados ao Alinhamento de Guapiara, configurando anomalias magnéticas de 2^a ordem. Nota-se também um segundo e subordinado sistema de fraturamento de direção NNW, relacionado com diques de lamprófiros (figura II.6.1).

Destacam-se também uma grande anomalia magnética, correspondente a intrusão do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga e um corpo menor, a leste-sudeste deste complexo, denominado de Intrusão Barro Branco. Ambos corpos apresentam fortes anomalias magnéticas, caracterizadas como de 1^a ordem.

Embora obliteradas pelas anomalias dos diques de diabásio e das intrusões, as assinaturas aeromagnéticas da ZCT Cubatão-Lancinha são evidentes e mostram feição linear, condizente com a direção da estruturação desta zona de cisalhamento. Discretas falhas/fraturamentos de direção NE-SW também são registradas, provavelmente refletindo estruturas do embasamento.

Na Folha Rio Guaraú, um corpo com intensa anomalia magnética (1^a ordem)

ocorre na porção oeste-sudoeste da folha. Constitui anomalia isolada no domínio da Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo (Complexo Serra Negra). No quadrante nordeste desta folha, destacam-se anomalias de 2^a ordem, alinhadas segundo NW-SE e relacionadas com o grande dique máfico-ultramáfico que ocorre ao longo do vale do Rio Itapitanguí (figura II.6.2).

6.3.2 Gamaespectrometria

Os mapas dos radioelementos Th, U e K correspondem à geologia de superfície e representam a distribuição das diferentes rochas e solos aflorantes. Na área do Projeto Aerogeofísico São Paulo-Rio de Janeiro, os níveis radiométricos inicialmente medidos em cps (choques por segundo) estão convertidos para concentrações de U e Th, em ppm, e K em percentagem, através do método de *backcalibration*. A Contagem total é expressa como taxa de exposição, em $\mu\text{R/h}$ (micro Röntgen por hora).

Embora todos os mapas radiométricos tenham servido de base para a comparação entre os diferentes litótipos da área, optou-se pelo Mapa de Concentração do Equivalente Tório para a definição das unidades radiométricas por melhor representar a geologia da área (figuras II.6.3 e II.6.4).

Na tabela II.6.1 constam os parâmetros utilizados na caracterização das zonas radiométricas, enquanto que a interpretação radiométrica das diferentes unidades presentes nas folhas Jacupiranga e Rio Guaraú estão sintetizadas na tabela II.6.2.

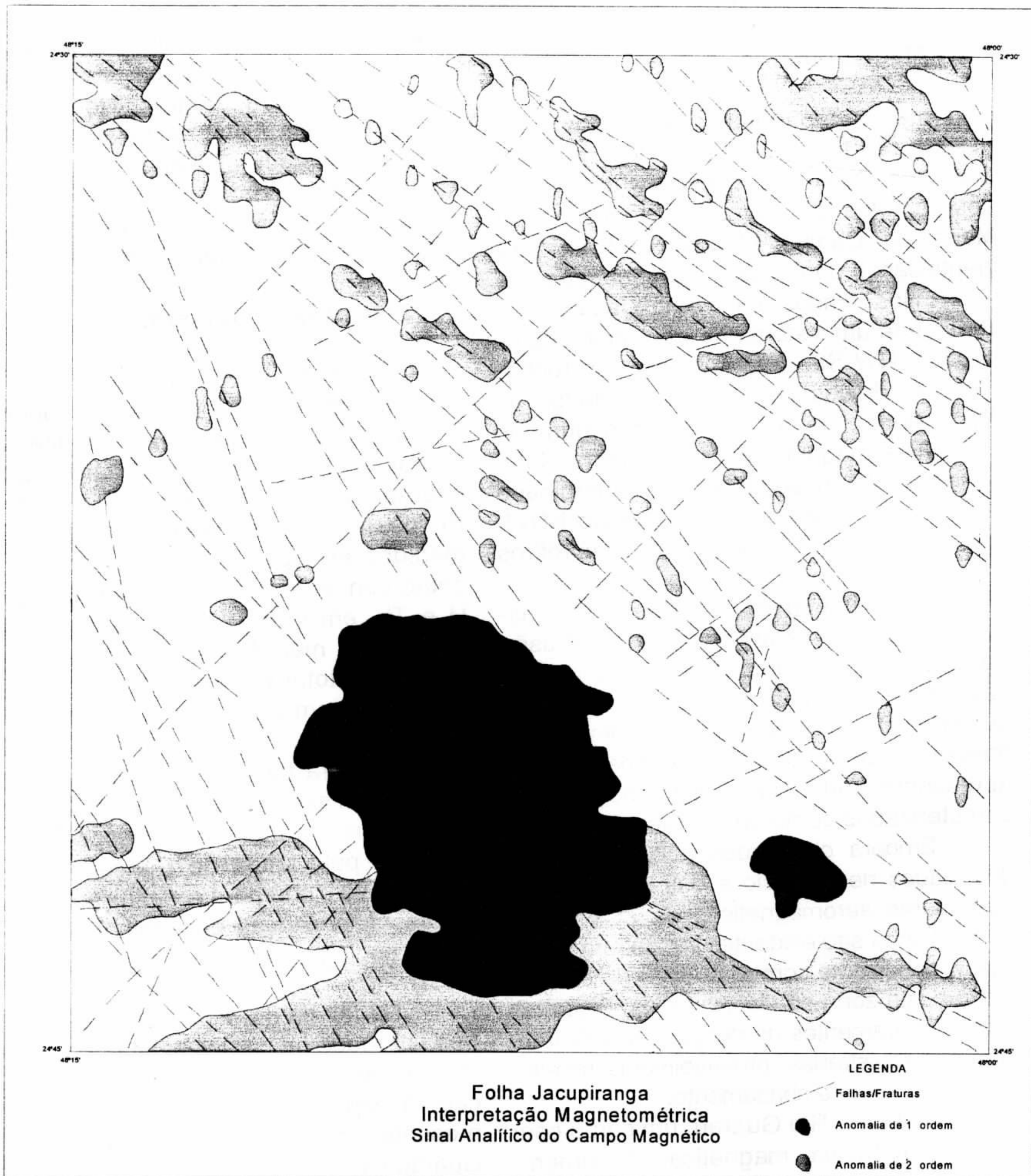


Figura II.6.1 – Interpretação magnetométrica do sinal analítico do campo magnético – Folha Jacupiranga

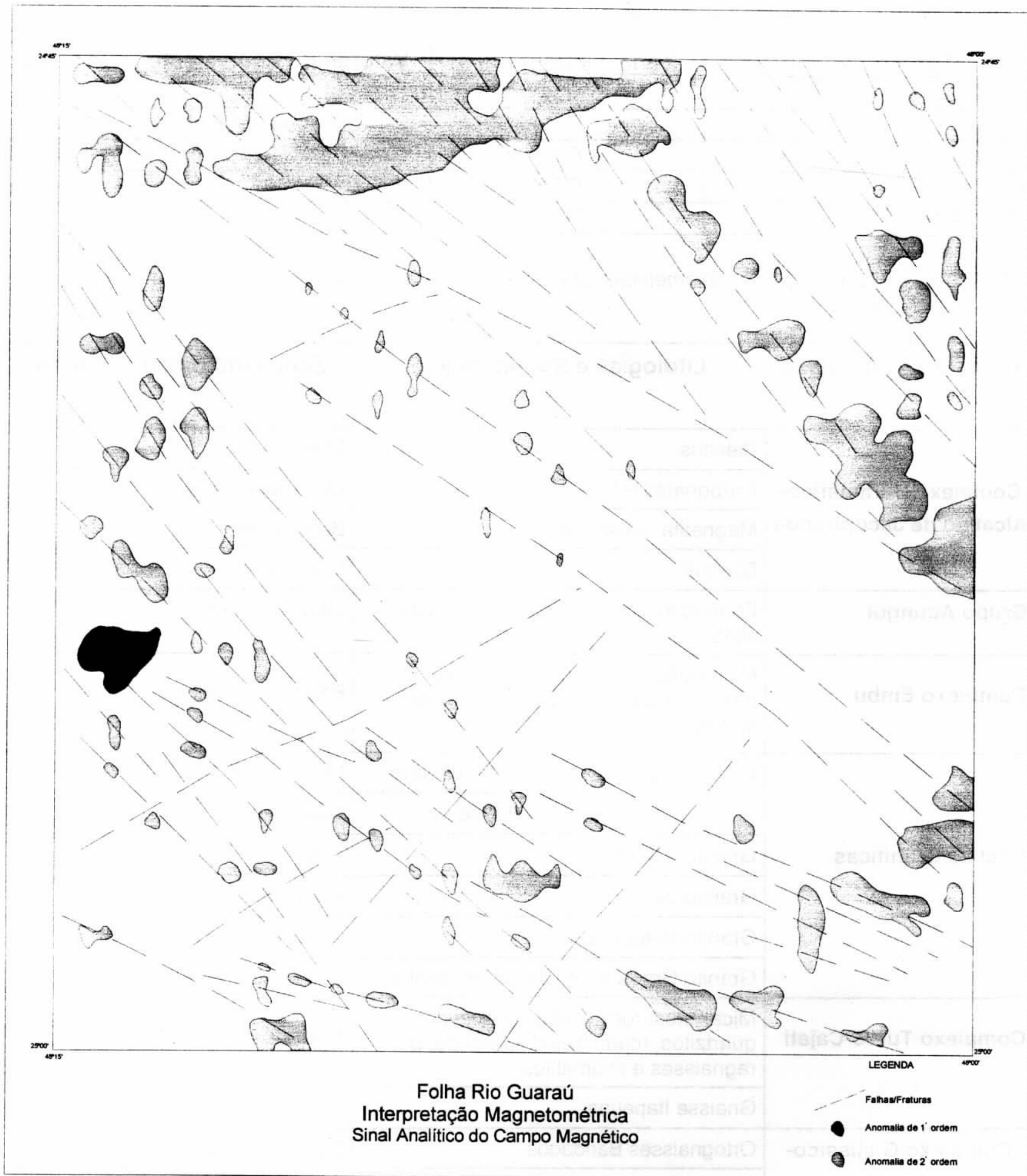


Figura II.6.2 – Interpretação magnetométrica do sinal analítico do campo magnético –Folha Rio Guaraú.

Tabela II.6.1 – Zonas radiométricas mostradas nas figuras citadas.

<u>Caracterização</u>	<u>Zona Radiométrica</u>	<u>Valores de Equivalente tório (eTh)</u>
Baixa	R1	< 5 ppm
Média	R2	5 – 9 ppm
Alta	R3	9 – 16 ppm
Muito Alta	R4	> 16 ppm

Tabela II.6.2 – Características radiométricas das principais unidades geológicas das folhas Jacupiranga e Rio Guarau.

Unidades geológicas	Litologias e Subunidades		Zonas radiométricas (eTh)
Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga	Sienitos		Muito Alta
	Carbonatito e Ijolito		Muito Alta a Alta
	Magnetita piroxenitos		Baixa a Média
	Dunitos		Média a Alta
Grupo Açungui	Formação Votuverava (filitos, metabasitos)		Média a Baixa
Complexo Embu	Micaxistos, quartzitos, quartzos xistos, metamargas/rochas cálcio-silicáticas, sericita xistos e anfibolitos		Baixa a Média
Rochas Graníticas	Granito Guarau	Un. Desemboque	Muito Alta a Alta
		Un. Azeite	Alta
	Granito Mandira		Alta a Muito Alta
	Granito Barra do Braço		Muito Alta a Alta
	Granito Votupoca		Muito Alta a Alta
	Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha		Alta a Muito Alta
Complexo Turvo-Cajati	Micaxistos, rochas cálcio-silicáticas, quartzitos, mármore dolomíticos, paragnaisses e migmatitos		Média a Baixa, localmente Alta
	Gnaiss Itapeúna		Alta a Média
Complexo Gnáissico-Migmatítico	Ortognaisses Bandados		Baixa a Média
	Ortognaisses Porfiroclásticos		Média a Alta
	Granitóides Foliados		Alta
Seqüência cachoeira	Filitos e quartzitos		Baixa a Média
Complexo Serra Negra	Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo (metagabros e metanortositos)		Baixa

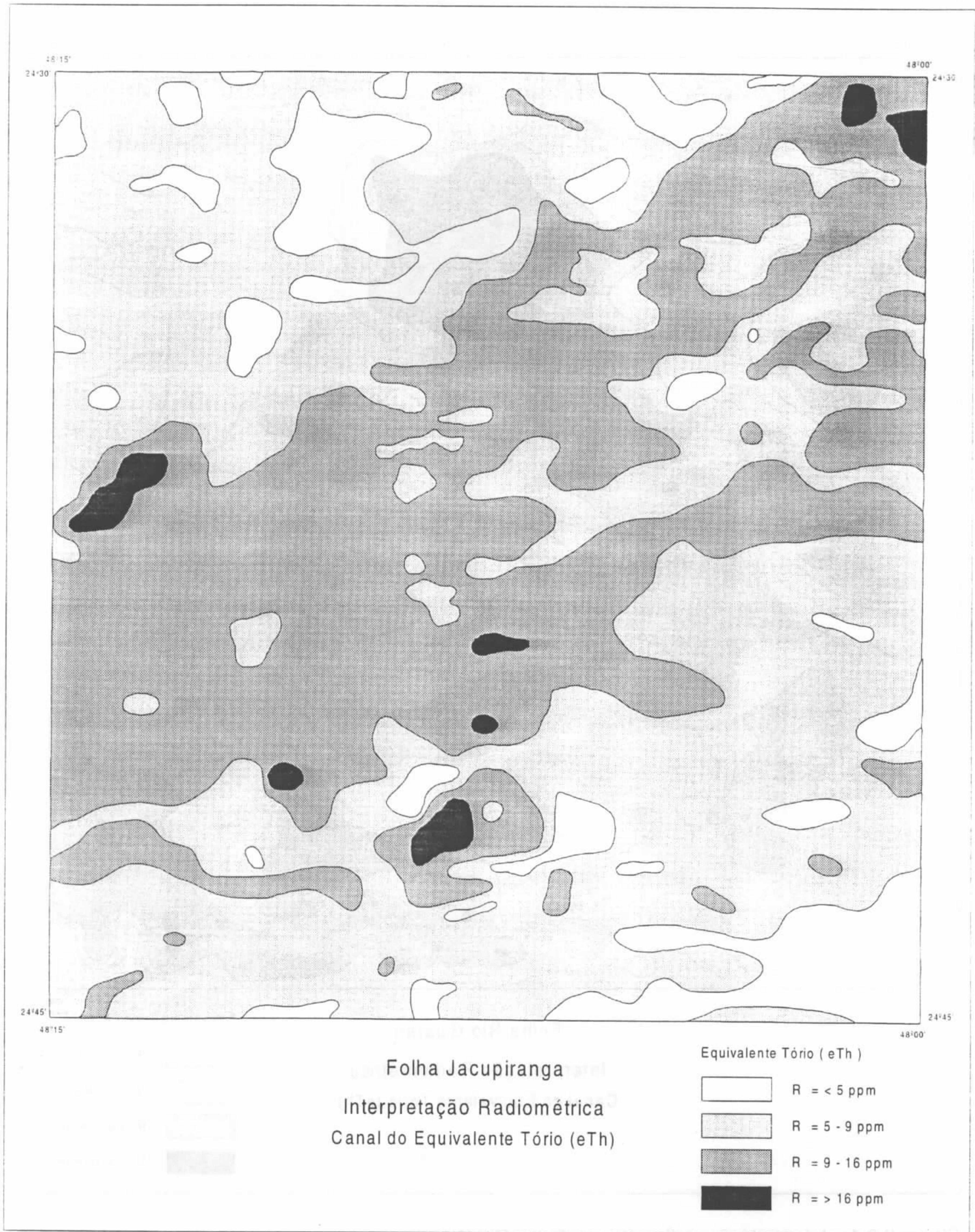


Figura II.6.3 – Interpretação radiométrica – Folha Jacupiranga

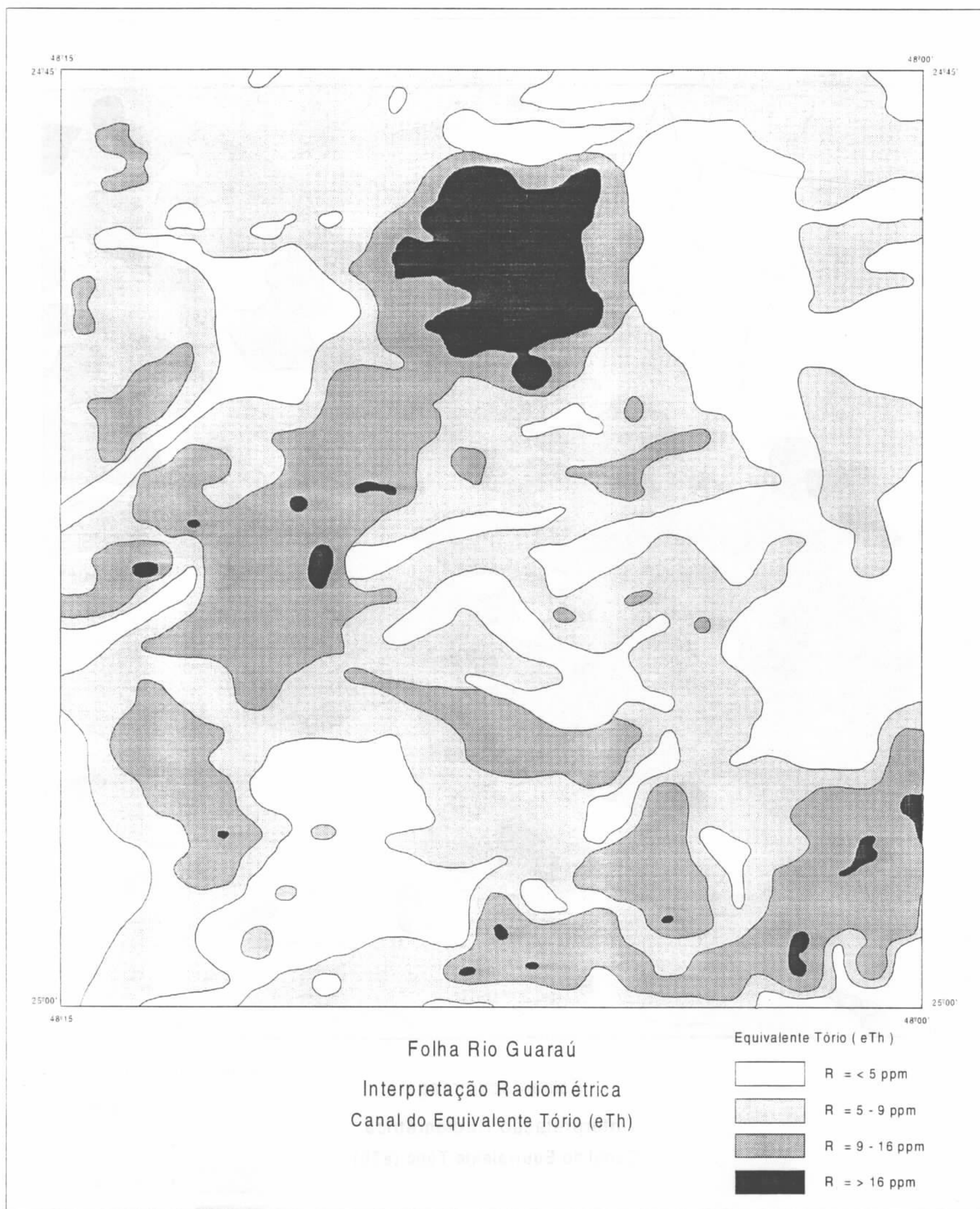


Figura II.6.4 – Interpretação radiométrica – Folha Rio Guaraú

7

Metalogenia

7.1 Mérito Geológico

Por mérito geológico entende-se aqui a possibilidade de uma unidade lítica abrigar mineralização, tendo como base de avaliação conceitos empíricos (analogias com áreas de quadro geológico semelhante e portadoras de mineralização), conceitos científicos (indicadores da atuação de processos mineralizantes) e processos modificadores do potencial metalogénico (erosão, metamorfismo, intemperismo, etc.).

As mineralizações até agora conhecidas nas folhas Jacupiranga e Rio Guaraú correspondem ao carbonatito de Jacupiranga (apatita, calcário e magnetita), os metassomatitos dos granitos Mandira e Guaraú (Zn, Pb, Cu e Sn), as várias ocorrências de talco na região que separa o Granito Guaraú do Granito Mandira e ouro no Rio das Minas. Entretanto, os concentrados de batéia mostram uma quantidade impressionante de pontos, espalhados pelas duas folhas, onde foram encontrados traços de ouro. Scheelita, cassiterita, fluo-

rita, topázio e apatita também foram detectados em áreas mais localizadas.

Em relação ao ouro, esta situação insinua-se, em primeira instância, como um aparente paradoxo, pois os concentrados portadores do referido metal cobrem generalizadamente as duas folhas, onde cerca de 70% dos terrenos corresponde a xistos e gnaisses orto e paraderivados com granada, sillimanita, cianita e hornblenda, caracterizando tais unidades como de alto grau metamórfico.

É suposto que as rochas de alto grau metamórfico foram submetidas a temperaturas superiores a 500°C e pressões da ordem de 6 Kb, o que corresponde a um posicionamento dentro da crosta de cerca de 20 Km de profundidade.

Na figura II.7.1 tem-se um diagrama esquemático que ilustra os níveis de profundidades do metamorfismo e magmatismo granítico, bem como, a posição de escarnitos scheelitíferos abissais, que representam as mineralizações mais profundas (cerca de 15Km) do espectro hidrotermal – metassomático.

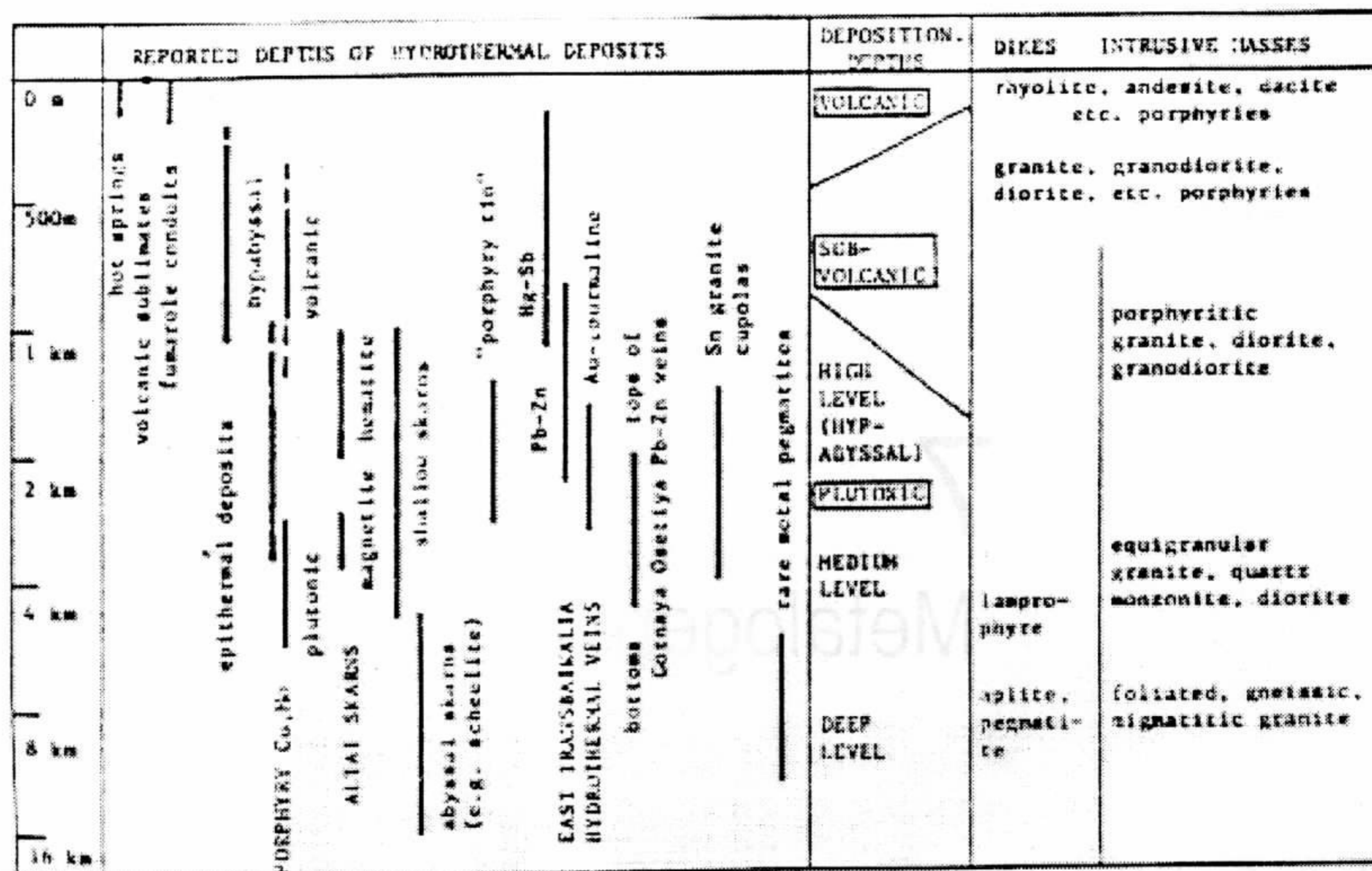


Figura II.7.1 – Profundidade de formação de depósitos hidrotermais (LAZNICKA,1985).

Dentro desta lógica, as rochas de alto grau metamórfico que afloram nas folhas de Jacupiranga e Rio Guaraú não deveriam apresentar mineralizações hidrotermais de metais móveis (Cu, Pb, Zn, Au, etc.) por causa dos seguintes aspectos: (1) quando as rochas foram metamorfizadas tiveram grande parte do conteúdo metálico depletado e expulso para níveis superiores, isto é, caso tenham sido mineralizadas (especialmente com sulfetos de metais base e ouro) em tempos pré-metamorfismo, perderam grande parte da potencialidade após terem sido submetidas ao metamorfismo de alto grau; e, (2) o fato de estarem aflorando, implica na remoção de pelo menos 20 Km de crosta, portanto, a porção mais propícia para conter as mineralizações hidrotermais já foi destruída.

Dentro do conjunto de rochas de alto grau metamórfico que aflora nas folhas

Jacupiranga e Rio Guaraú estão o Complexo Embu, Complexo Turvo – Cajati e gnaisses ortoderivados do embasamento cristalino (Complexo Gnáissico Migmatítico).

O fato dessas rochas apresentarem indicações de mineralizações de ouro e scheelita (figura II.7.2), através dos concentrados de batéia, permite pensar que elas recuperaram parte do potencial metalogenético por processos endógenos posteriores (intrusões de granitóides, intrusões de complexos alcalinos, etc.).

7.2 Qualidade Econômica das Mineralizações

Do ponto de vista acadêmico qualquer mineralização é importante, pois contribui para o entendimento da evolução geológica do segmento crustal onde a

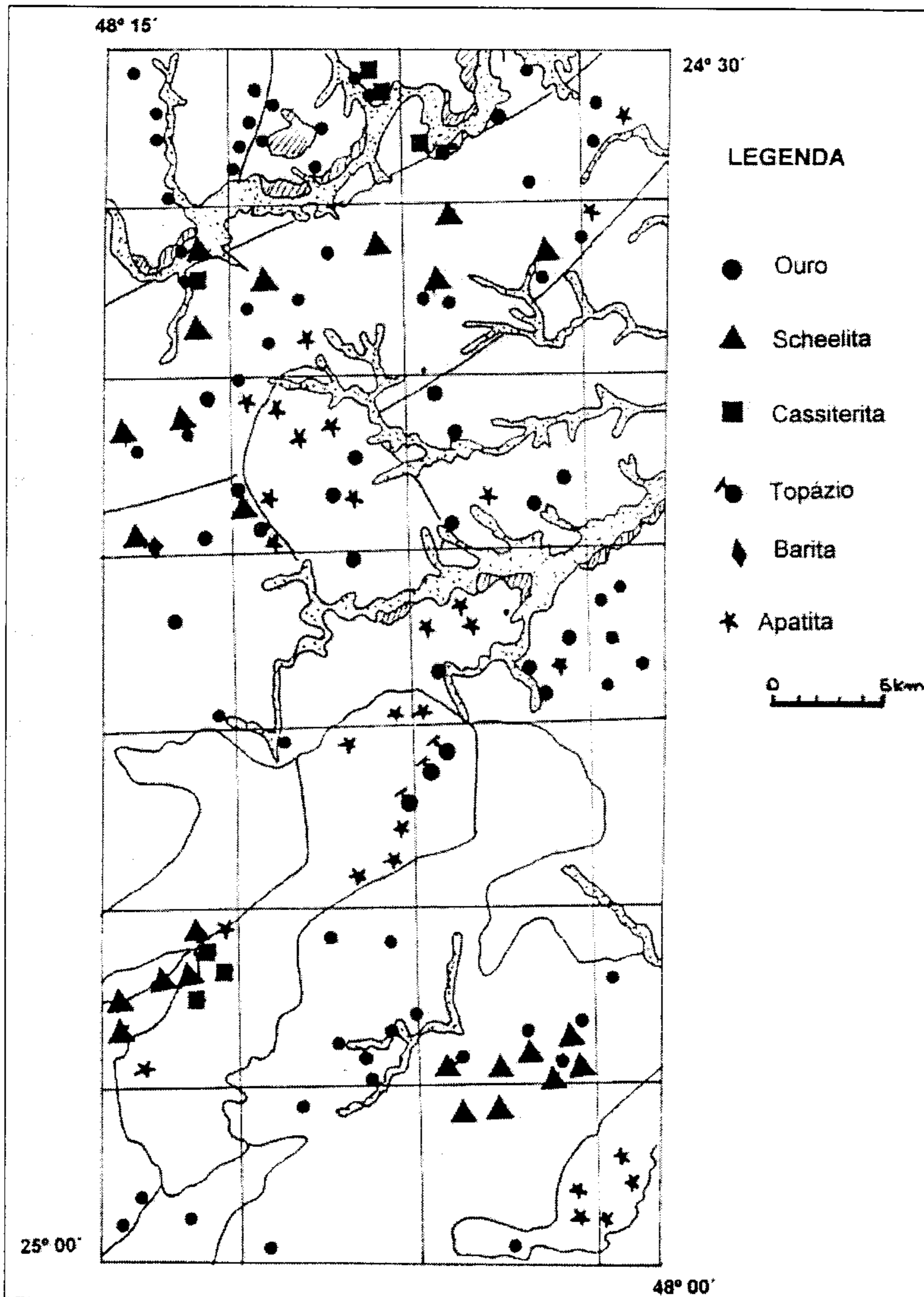


Figura II.7.2 – Distribuição dos minerais pesados hidrotermais.

mesma está inserida. Do ponto de vista empresarial não basta existir a mineralização, é necessário que a mesma seja lucrativa nas condições atuais de mercado, e de preferência capaz de suportar períodos de preços baixos, o que incluirá certamente qualidades como bons teores, reservas adequadas e custos operacionais baixos. Neste contexto, tipologias de depósitos que agregam fatores como teor e tonelagem permitem selecionar os depósitos que possuem as maiores chances de serem economicamente explorados.

No caso das folhas Rio Guaraú e Jacupiranga o único depósito em exploração é o carbonatito de Jacupiranga, que representa uma lavra praticamente sem rejeito, pois a apatita, o calcário e a magnetita são totalmente aproveitados economicamente.

Obviamente complexos carbonatíticos, dependendo do nível de erosão, representam alvos com qualidade econômica para os terrenos abrangidos pelas duas folhas. Tais terrenos têm o mérito geológico de se situarem dentro da província alcalina que margeia a Bacia do Paraná na região costeira do sul e sudeste do Brasil, sendo interpretados como representativos da zona flexural continental, que margeava os riftes precursores do processo de separação dos continentes América do Sul e África.

As mineralizações de sulfetos de Zn, Pb, Cu e cassiterita que se hospedam nos granitos Mandira e Guaraú representam depósitos filonares de baixo teor (a soma de teores de Zn+Pb+Cu é em média 2,5%, e o Sn atinge valores de 600 ppm). Trata-se de mineralização encaixada em granitos tipo A, peralcalinos e com termos metaluminosos, representando processos hidrotermais em situação subsolidus.

Tendo em consideração que os complexos alcalinos que afloram na região (Jacupiranga, Pariquera-Açu) evidenciam um nível de erosão bastante profundo, pois

não apresentam as mineralizações hidrotermais filonares de topo (F, Ba, T.R., etc.), bem como, brechas vulcânicas e subvulcânicas, como ocorre em Mato Preto no Paraná. Nesta situação, pode-se inferir que os granitos Mandira e Guaraú, que afloram na área, foram bastante erodidos, e, conseqüentemente tiveram o potencial metalogênico prejudicado.

As investigações de campo mostraram que na região da Folha Rio Guaraú, onde estão as ocorrências de talco, domina ortognaisse com boudins de tamanhos variáveis de rochas máficas e ultramáficas, em vários estágios de serpentinização e talcificação. Tratam-se, portanto, de depósitos pequenos, com talco derivado de ultramáficas, o qual não corresponde a minério de qualidade nobre.

Ao longo do Rio das Minas existem pequenas cavas, atualmente entulhadas e descaracterizadas, onde consta que foi extraído ouro de aluvião/eluvião. A dimensão das cavas sugere depósitos pequenos. Não se observou mineralização primária.

7.3 Avaliação dos Índícios de Mineralização de Au, W e Sn Detectados por Concentrados de Batéia

7.3.1 Grupo Açungui – Formação Votuverava

Na Formação Votuverava as anomalias geoquímicas de sedimentos de corrente são para Cu, Co, Zn, Fe, As, Cd, Pb e Au. Nos concentrados de batéia obteve-se Au com o número máximo de sete (7) pintas.

O mérito geológico desta unidade reside no fato de a CPRM já ter descoberto mineralizações filonares de Au e Ag associadas com zonas de cisalhamento no Rio Ivaporunduva e Piririca. Trata-se de veios encaixados em metabásicas hospedadas em pacote eminentemente pelítico com intercalações de eventuais leitos carboná-

ticos. O grau metamórfico é predominantemente baixo. A paragênese é polimetálica, destacando-se minerais de As, Pb, Zn, Cu. Os depósitos são de baixo teor e baixa tonelagem. Apenas onde houve intemperismo e lateritização, porção superior da mineralização, os teores são maiores.

7.3.2 Complexo Embu

Esta unidade aflora com micaxistos, granada-quartzo micaxistos, rochas cálcio-silicáticas, mármore dolomíticos, sillimanita-quartzo micaxistos e hornblenda anfíbolitos. Parte da exposição deste complexo encontra-se encoberta pelos sedimentos relacionados à Formação Pariquera-Açu e as aluviões atuais e subatuais do rio Ribeira e seus principais afluentes da margem esquerda.

As anomalias geoquímicas de sedimentos de corrente abrangem um elenco com vários elementos, onde destacam-se Cu, Pb, Zn, Ba, Sr, Sb, Ag, As e Au. Os concentrados de batéia detectaram ouro, cassiterita e scheelita. O ouro aparece com o valor máximo de 35 pintas. Entretanto, a associação ouro+cassiterita +scheelita acompanha, a grosso modo, o traçado do vale do Rio Ribeira. Ao longo do vale do Ribeira tem-se, ao nível do rio, as aluviões atuais. Em cota topográfica um pouco mais elevada, afloram os sedimentos relacionados à Formação Pariquera – Açu de idade Pleistocênica, com cascalhos, siltes e argilas. Cascalhos correlatos ao Pariquera-Açu, representativos de ambiente fluvial, estão espalhados pelas principais bacias hidrográficas das folhas Jacupiranga e Rio Turvo, sendo que na maioria das vezes, não estão cartografados.

Testes com batéia nestes cascalhos mostraram que é normal acusarem a presença de ouro e cassiterita. Neste contexto, pode-se considerar a Formação Pariquera- Açu como a provável fonte do ouro, da cassiterita e eventualmente da scheeli-

ta, nos concentrados que acompanham o vale do Ribeira, no domínio do Complexo Embu. Na zona do contato Formação Votuverava / Complexo Embu o ouro que aparece nos concentrados pode ser contribuição da unidade mais nova.

7.3.3 Complexo Turvo-Cajati

7.3.3.1 Gnaiss Itapeúna

Trata-se de uma unidade anatexítica, comportando gnaiss granitóide com texturas homogênea e heterogênea, com cor acinzentada, composição granodiorítica, tendo como máfico dominante a biotita. Localmente encontra-se granada. A presença de encaves de rochas cálcio-silicáticas é generalizada, formando tremolitos esverdeados em diversos estágios de assimilação. Localmente, aparecem mobilizados contendo quartzo, feldspato e turmalina preta. As anomalias geoquímicas de sedimentos de corrente correspondem a Li, Ba, Co, Zn, Pb, V e Mn. Estas anomalias refletem a heterogeneidade composicional dos vários tipos líticos que compõem o quadro geológico do Gnaiss Itapeúna (encaves diversos, diques de lamprófiros e diabásios, bolsões de mobilizados pegmatíticos, etc.).

Os concentrados de batéia mostram a distribuição generalizada de traços de ouro e scheelita (CaWO_4). Esta paragênese é característica de escarnitos que resultam do metamorfismo de contato entre magma de composição granodiorítica / diorítica com rochas cálcio-silicáticas. Um exemplo, são os escarnitos com ouro, scheelita e sulfetos de cobre, associados aos encaves de rochas cálcio-silicáticas e mármore dentro da porção central do Granito Itaóca (composição granodiorítica/monzogranítica). Dentro deste contexto, os minerais pesados (ouro, scheelita e cassiterita) representam apenas processos incipientes de mineralização associados

aos processos de assimilação das cálcio-silicáticas, bem como, a geração de mobilizados pegmatíticos que eventualmente cortam cálcio-silicáticas.

7.3.3.2 Micaxistos Turvo-Cajati

Os litótipos dominantes correspondem a micaxistos, freqüentemente bandados e carbonáticos. Ocorrem variações no grau metamórfico, tanto para norte, no rumo do Gnaisse Itapeúna (Folha Jacupiranga), como para sul, a medida que se aproxima do ortognaisse do embasamento (Folha Rio Guaraú). Nestas duas situações os micaxistos tornam-se paragnaisses com feições migmatíticas e geração de kinzigitos com granada, sillimanita e cianita. Intercalações de rochas cálcio-silicáticas ocorrem geralmente junto ao domínio de mármore. Apresentam paragênese rica em tremolita, epídoto e diopsídio(?) e associam-se a paragnaisses com sillimanita e granada, que podem apresentar feições de fusão parcial, com geração de pegmatitos aluminosos hololeucocráticos, que podem evoluir para turmalina granitos ricos em muscovita.

Os concentrados de batéia mostram predominantemente traços de ouro e cassiterita no quadrante SE da Folha Jacupiranga, cuja distribuição acompanha os vales dos principais cursos d'água da região onde existem sedimentos da Formação Pariquera-Açu, a qual normalmente apresenta traços de ouro e cassiterita. Outra possibilidade, para a fonte dos metais que aparecem nos concentrados, diz respeito a ouro e cassiterita associados com bolsões pneumatolíticos ou com mineralizações filonares, e até mesmo, hornfels parcialmente escarnitizados, resultantes do metamorfismo térmico e hidrotermalismo associados aos vários diques de mobilizados intrudidos nos xistos carbonáticos e cálcio-silicáticas da unidade Itapeúna. Em nenhuma das situações mencionadas as mi-

neralizações possuem qualidade econômica. A presença de ouro dentro do complexo alcalino, representa vestígio do hidrotermalismo sobre as rochas máficas e ultramáficas do plutão alcalino, tendo em conta o atual nível de erosão. No quadrante SW da Folha Jacupiranga os concentrados evidenciaram ouro, scheelita e barita. A barita está sempre presente no hidrotermalismo de algumas intrusões alcalinas do Vale do Ribeira (e.g. Itapirapuã e Mato Preto), constituindo filões, que em alguns casos, distam vários quilômetros da intrusão. Outra possibilidade é o ouro, a scheelita e a barita estarem associados a bolsões pneumatolíticos dentro do micaxisto Turvo – Cajati. De qualquer forma, não constituem alvos importantes do ponto de vista econômico.

7.3.4 Complexo Serra Negra

7.3.4.1 Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo

Na Folha Rio Guaraú esta unidade aflora com metagabros, anfibolitos e afloramentos localizados e restritos de meta-nortositos. Os concentrados de batéia detectaram ouro e scheelita, acompanhados de minerais de origem pneumatolítica e/ou hidrotermal com apatita, turmalina, pirita e rutilo. Trata-se de uma associação que aparece em veios de quartzo, bem como, em exogreissens (o conjunto máfico – ultramáfico faz contato com o Granito Guaraú, que abriga graissens e metassomatitos). Minerais, presentes nos concentrados, como cromita, piroxênio, anfibólio, granada, epídoto e estauroлита, além de confirmarem o carácter máfico – ultramáfico do pacote lítico, também evidenciam o grau metamórfico.

A Suíte Gabro–Anortosítica estende-se para sul e oeste, além dos limites da Folha Rio Guaraú, adentrando terrenos do Estado do Paraná, onde no Rio Pedernei-

ras (Fazenda Madezzati), hospeda mineralizações de ouro em veios de quartzo. Trata-se, entretanto, de depósitos de baixo volume e baixo teor, onde as melhores chances de mineralizações economicamente explotáveis residem em depósitos secundários, como aluviões e eluviões.

7.3.5 Seqüência Cachoeira

Esta unidade lítica aflora em área bastante restrita do quadrante SW da Folha Rio Guaraú, apresentando sericita filitos, filitos carbonosos e filitos carbonáticos. Níveis de fuchcita quartzitos, aparecem intercalados nos filitos. Todo o pacote rochoso apresenta baixo grau metamórfico (zona da clorita).

Os concentrados de batéia evidenciam como minerais de origem hidrotermal o ouro, a pirita, e a turmalina. Zircão, rutilo, cromita e ilmenita, parecem representar os minerais detríticos que acompanham as unidades mais arenosas (e.g. quartzitos). Epidoto, clorita e magnetita, representam os minerais de origem metamórfica.

Esta unidade já foi considerada como metavulcano-sedimentar, representativa de remanescente de *greenstone-belt* (Silva, 1981). O fato de constituir uma unidade lítica de baixo grau metamórfico, com indícios de mineralização aurífera, bem como, portadora de rochas vulcânicas (afloramentos fora dos limites da folha) de idade possivelmente arqueana, aumenta o mérito geológico da seqüência metassedimentar e credencia esta unidade com possibilidades de abrigar mineralizações auríferas de qualidade econômica.

7.3.6 Complexo Gnáissico-Migmatítico

As rochas que constituem esta unidade lítica correspondem a gnaisses bandados, geralmente de composição granitóide, porfiroclásticos, aos quais se associam hornblenda gnaisses, com bandas

quartzo-feldspáticas, incluindo budins de composição básica e ultrabásica com tamanhos variáveis de métricos a decamétricos, podendo apresentar serpentinização e talcificação. Nos concentrados de batéia, a associação de minerais hidrotermais é representada por ouro, scheelita, apatita e turmalina. A pirita geralmente está sempre presente, entretanto ela é mais facilmente associada com os budins de composição máfica / ultramáfica, onde a sua presença é bastante conspícua. Entre os minerais de origem metamórfica, destaca-se nos concentrados, a sillimanita e a granada (almandina?). A estauroлита e o epidoto, apesar de freqüentes, podem representar retrometamorfismo. Em relação aos minerais acessórios e os minerais formadores de rochas plutônicas, relaciona-se magnetita, ilmenita, zircão, cromita, anfibólio, piroxênio, rutilo e monazita.

O nível de erosão, expondo terrenos de alto grau metamórfico, permite prognosticar mineralizações filonares de ouro, com baixo teor e baixo volume.

7.3.7 Granitóides Pós-Colisionais Tipo A

Os granitóides Mandira e Guaraú representam os plutões com mineralizações já conhecidas, e segundo Oliveira *et al* (1987) e Oliveira (1989), os metassomatitos e graissens, em estudos de seções delgadas, revelaram a presença dos seguintes minerais: granada, leucóxênio, magnetita, ilmenita, apatita, fluorita, zircão, topázio e clorita, além dos sulfetos de Zn, Pb, Cu e cassiterita. Os concentrados de batéia refletem a associação de minerais de origem hidrotermal, apresentando pirita, apatita, turmalina, clorita, epidoto, topázio e cassiterita. O caráter oxidado dos granitóides é revelado pela quantidade de hematita, magnetita e titanita presente nos concentrados.

Como já foi mencionado anteriormente, as mineralizações do Mandira e

Guaraú foram objeto de estudos e sondagens no início da década de 80 (Boin *et al*, 1982 ; Oliveira *et al*, 1987), e se revelaram com baixo teor e pequena tonelagem. O fato de não se verificar metamorfismo de contato (e.g. hornfels) nas encaixantes, bem como, a maioria dos granitóides ser do tipo *hipersolvus* e anidro (granitóides que se posicionam em nível raso da crosta), sugere que os terrenos de alto grau metamórfico já haviam sido alçados para níveis superiores da crosta, quando ocorreu as intrusões. Posteriormente, os ciclos erosivos pós Mesozóico destruíram as cúpulas dos granitóides, prejudicando o potencial mineral dos mesmos.

7.3.8 Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga

O Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga comporta litótipos como dunito, magnetita-piroxenito, ijolito, magnetita-nefelina-flogopita piroxenito, nefelina sienito, carbonatito, monzonito e lamprófiro. Entretanto, a suite de minerais pesados, que foi constatada, não é muito diferente da suite que foi detectada nas unidades regionais. Cabe destacar a presença mais conspicua de piroxênio, titanita e cromita. Em termos de minerais hidrotermais pesados, salienta-se a presença marcante de apatita. A apatita também tem presença marcante nos granitóides peralcalinos (figura 11.7.2). A apatita pode ser tanto um mineral acessório, como um mineral hidrotermal. Um estudo comparativo das características físicas, químicas e mineralógicas das apatitas dos diversos tipos líticos (carbonatito, granitóides peralcalinos, etc.), pode fornecer critérios de prospecção e identificação de carbonatitos.

Do ponto de vista da geoquímica de sedimentos de corrente, ficou evidenciado anomalias de Cr, Co, Ni, Fe, V, Cd, Ba e Au, refletindo mais diretamente os componentes líticos que constituem o complexo.

7.3.9 Depósitos Cenozóicos Relacionados à Formação Pariquera-Açu

Esta unidade aflora especialmente ao longo do vale do Rio Ribeira, constituindo terraços na meia encosta do vale. São sedimentos eminentemente siliciclásticos apresentando conglomerados, arenitos, siltitos e argila. Na área abrangida pelas duas folhas, em vários lugares foram observados conglomerados preenchendo paleocanais, e relacionados com a Formação Pariquera-Açu. Testes com batéia, revelaram a presença nos conglomerados de traços de Au e cassiterita. A distribuição desses sedimentos não está ainda determinada. Desta forma, é possível suspeitar da sua contribuição com Au e cassiterita para os concentrados, apenas ao longo dos cursos d'água maiores.

A potencialidade da Formação Pariquera-Açu para abrigar depósitos econômicos de Au e/ou cassiterita (tipo plácer), dependerá da dimensão dos conglomerados, do teor e da área fonte.

7.4 Áreas de Maior Potencial para Depósitos com Qualidade Econômica

Tendo em conta apenas o aspecto fatural, tem-se dentro dos limites abrangidos pelas duas folhas, somente o Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga (apatita, calcário e magnetita), como exemplo de mineralização com qualidade econômica. As demais mineralizações representam apenas indícios e ocorrências. Entretanto, é forçoso reconhecer a possibilidade de parte dessa situação se dever as limitações impostas pelo grau ainda imperfeito do conhecimento geológico das unidades aflorantes e das mineralizações, nesta porção da região limítrofe dos estados de São Paulo e Paraná, como decorrência da dificuldade de acesso em função da presença da mata atlântica e do relevo acidentado. Neste aspecto, a avaliação do

potencial mineral dos terrenos será feita tendo em conta o mérito geológico da unidade, com base no conhecimento disponível e analogias com situações mundiais.

7.4.1 Mineralização de Ouro

A Seqüência Cachoeira, em função da litologia, com vulcânicas e metassedimentos, especialmente no seu prolongamento para sul, além dos limites da Folha Rio Guarau, bem como, apresentar um quadro tectônico com zonas de cisalhamento e pintas de ouro em concentrados de batéia, representa um alvo a ser considerado para depósitos do tipo "*lode gold*", a exemplo do que acontece em outras áreas do mundo portadoras de terrenos arqueanos.

A Formação Votuverava, representa alvo para mineralizações do tipo Ivaporundua e Piririca, que podem ser de alta rentabilidade quando associados com intemperismo e lateritização profundos.

7.4.2 Mineralização de Sn e W

Os mapas radiométricos de U, Th, contagem total, U/K, Th/K, indicaram duas áreas na Folha Jacupiranga, que quando foram checadas no campo revelaram tratar-se de granitos tipo A : (a) Granito Barra do Braço; e, (b) Granito Votupoca. Alguns granitos tipo A e metaluminosos, com anomalias radiométricas, são portadores de mineralização de Sn e W, na região sul do estado, entretanto, apenas um granitóide (Granito Correias) é portador de mineralização com qualidade econômica. Esta qualidade advém, principalmente, do alto grau de diferenciação do Correias em relação aos outros granitóides. A fácies lítica mais evoluída corresponde a albita granito magmático. Isto sugere que os fluidos mineralizantes foram liberados quando o plutão já estava quase que totalmente cristalizado, e conseqüentemente, os flui-

dos puderam se enriquecer em metais incompatíveis, gerando mineralização mais possantes. De acordo com o modelo local (Correias) de mineralização com qualidade econômica, uma avaliação do grau de diferenciação dos granitos Barra do Braço e Votupoca, permitirá vislumbrar (ou não) a possibilidade de mineralização com teor e volume passíveis de extração com rentabilidade. Evidentemente, outras características, como interação rocha/água, enriquecimento em F, etc, necessitarão estar presentes.

Em relação aos granitos peralcalinos, como Mandira e Guarau, são pertinentes os comentários que vem a seguir. Nos granitos mencionados a potassificação é em parte manifestada por adularização, o que significa processo hidrotermal de baixa temperatura. Com base neste fato, pode-se imaginar que a erosão não tenha sido tão severa com os granitóides como foi com os complexos alcalinos. Em assim sendo, não tenha removido toda cúpula do Mandira, e a mineralização atual não representa as porções basais do sistema hidrotermal, mas simplesmente uma mineralização de baixa intensidade, visto a fase fluida ter sido liberada quando grande parte do Zn e Cu já havia sido capturada por sulfetos e anfibólios das fácies anteriores (*hipersolvus*). Adicionalmente, a presença de textura porfirítica, na fácies mineralizada, sugere separação da fase fluida antes do magma atingir alto grau de cristalização, portanto, apresentando fluido hidrotermal, relativamente diluído, podendo causar alterações e mineralização de baixo teor. As inclusões do Mandira são de salinidade moderada e baixa (Oliveira, 1989).

As mineralizações de Zn, Pb e Zn em granitos tipo Mandira, de acordo com o exposto acima, tendem a ser de baixo teor e pequeno volume. Para serem mais possantes a liberação da fase fluida deveria acontecer em fácies mais primitivas, menos

diferenciadas, com composição tonalítica a granodiorítica.

7.4.3 Mineralizações de Fe, Ti, V e Platinóides

Na extremidade SW da Folha Rio Guaraú, tem início os afloramentos da Suíte Gabro – Anortosítica do Alto Turvo, que se concentra quase que totalmente na folha adjacente e a oeste, fora dos limites do mapeamento, ora desenvolvido. Esta suíte ainda é precariamente conhecida e delimitada, portanto, também ainda não está classificada.

Em termos mundiais é bem conhecida a associação de mineralizações de Fe, Ti e platinóides com complexos anortosíticos (e.g. Eagle Lake, Ellen Lake, Allard Lake, St. Charles, etc.). Na área em questão, além dos afloramentos de gabro e anortositos, tem-se uma anomalia magnética na área de afloramento da unidade. Adicionalmente, segundo informações verbais de geólogos do IPT, existe o conhecimento de que, nos meados da década de 80, foram detectadas anomalias de Fe e Ti, em sedimentos de corrente, na folha adjacente a oeste. Os cheques de campo dessas anomalias revelaram a presença de anortositos e gabros.

Os dados até agora disponíveis, apesar de precários, permitem considerar a área de afloramentos da Suíte Gabro – Anortosítica, com mérito geológico e indicações indiretas de favorabilidade para mineralizações de Fe, Ti e Platinóides.

7.5 Aspectos Metalogenéticos dos Terrenos Abrangidos pelas Folhas Jacupiranga e Rio Guaraú

Conforme pode ser observado na figura II.7.3, apenas as unidades Votuverava e a Seqüência Cachoeira, juntamente com os plutões graníticos tipo A e o Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, estão

fora do contexto de terrenos de alto grau metamórfico. Entretanto, em termos de erosão, no geral domina um nível bastante profundo, com algumas exceções, como é o caso da Formação Votuverava. Tendo em consideração este quadro, pode-se visualizar a metalogênese da área, compreendendo as seguintes situações: (a) existência de segmentos crustais portadores de rochas de baixo grau metamórfico; (b) existência de segmentos crustais exibindo metamorfismo de alto grau, que pode ter propiciado uma “esterilização” das mineralizações portadoras de elementos móveis; (c) o reconhecimento de duas etapas de magmatismo alcalino, sendo a primeira de caráter subsaturado a supersaturado (granitóides peralcalinos) de idade Neoproterozóico/Paleozóico, e a segunda subsaturada a fortemente subsaturada (complexo alcalino e lamprófiros) de idade mesozóica; e, (d) fases erosivas, que no total removeram cerca de 20 km de crosta.

Em relação aos segmentos crustais com terrenos de baixo grau metamórfico, pode-se considerar as unidades Votuverava e a Seqüência Cachoeira. No que diz respeito a primeira, são conhecidas mineralizações exalativas de Pb, Zn e Ag (Silva *et al.*, 1982), especialmente associadas com barita e formações ferríferas bandadas. Trata-se, entretanto de depósitos pequenos, com reserva da ordem de 1 a 4 milhões de toneladas (teor de Pb da ordem de 4% e Zn ao redor de 1%). As mineralizações conhecidas estão concentradas no Estado do Paraná. Até o momento apenas uma ocorrência foi localizada no lado paulista (Ribeirão Itacolomi – Silva *et al.*, *op. cit.*), no limite ocidental da faixa de afloramento da unidade. Em São Paulo, nesta seqüência, predomina mineralizações de Au (e.g. Piririca, Ivaporunduva e Pedro Cubas), associadas com zonas de cisalhamento. A porção da unidade que abriga as mineralizações auríferas é composta

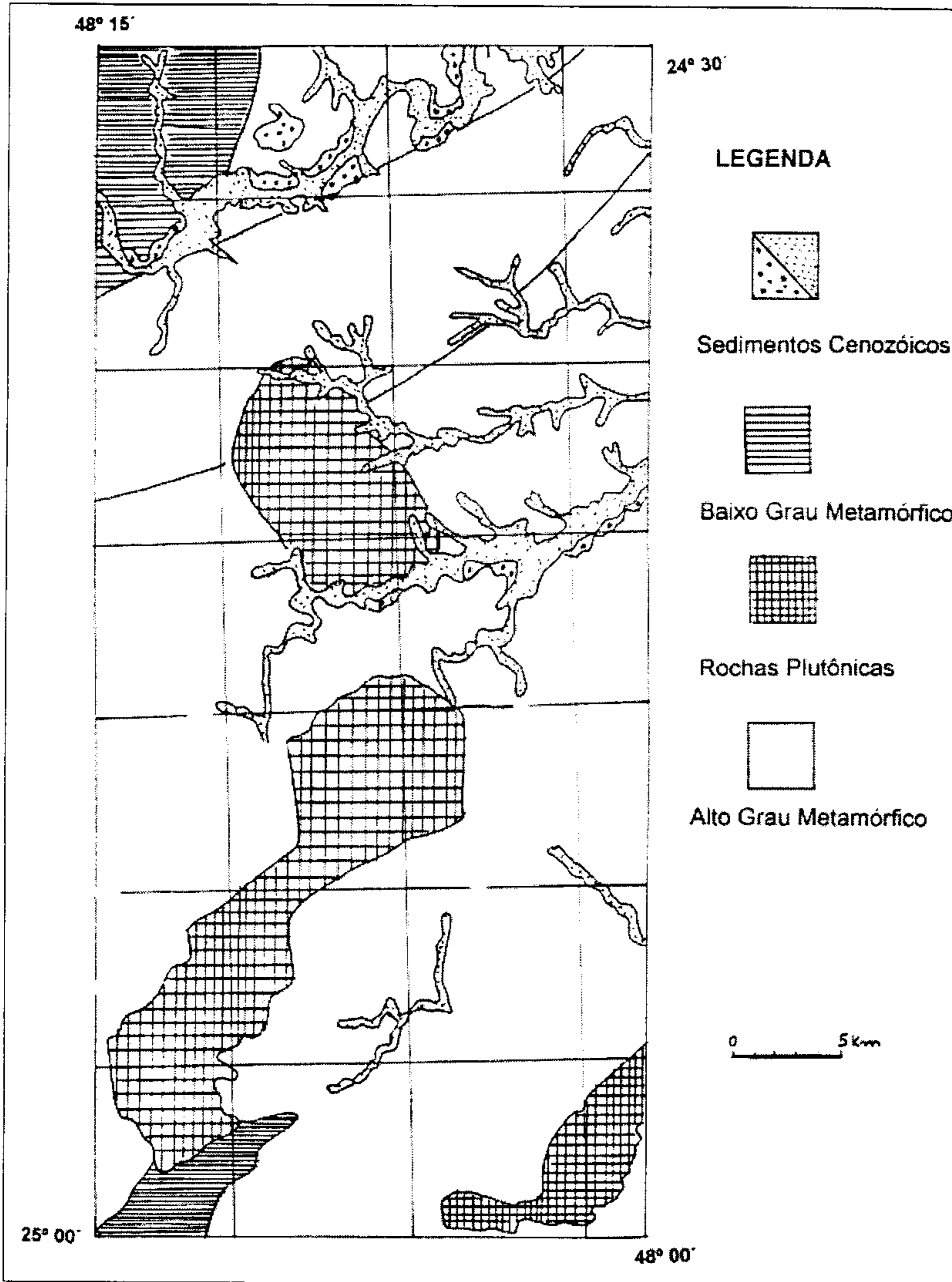


Figura II.7.3 – Distribuição dos terrenos metamórficos e rochas plutônicas.

principalmente por rochas pelíticas, com intrusões de magmatitos básicos (diabásios). De acordo com Campanha, 1991, esta seqüência representa turbiditos pelágicos, gerados durante o rompimento de uma margem continental passiva, pertinente a evolução da bacia "Açungui". Segundo Boyle (1986), exemplos de turbiditos pré-cambrianos que hospedam mineralizações auríferas incluem os veios de quartzo de Pilgrim's Rest e Sabie Goldfields do Supergrupo Transvaal (África do Sul), as minas de ouro Commoner e Shamba do Zimbabwe, o Reefton Goldfield em South Island (Nova Zelândia), e o depósito Sovietsko em Yenisey (Rússia).

Os processos mineralizantes, que são admitidos de prevalecerem neste tipo de depósito, são semelhantes aos processos que geram os veios de quartzo auríferos e arqueanos dos *greenstone-belts*. Na literatura geológica internacional este tipo de mineralização também aparece com a denominação de "*deep-seated gold quartz veins*", apresentando algumas características bem típicas: (a) a paragênese mostra quartzo, carbonato, ouro, arsenopirita, pirita, scheelita, metais base, turmalina; (b) as características geoquímicas mostram Au, As, W, Pb, Zn, Cu, Sb, Te, B; (c) as estruturas hospedeiras são descontinuidades estruturais, principalmente zonas de cisalhamento; e, (d) as inclusões fluidas são ricas em CO₂, com temperatura de cerca de 300°C e pressão acima do ponto de "*boiling*". Representam tipos de depósitos cujos processos de formação aconteceram durante toda a história da Terra e devido serem mais profundamente posicionados, possuem maior facilidade para serem preservados da erosão.

Com respeito a Seqüência Cachoeira, as mineralizações conhecidas, até o momento, correspondem a presença de pintas de ouro detectadas nos concentrados de batéia. A área de afloramento da unidade na Folha Rio Guaraú é bastante

restrita. O fato de ter sido considerada por Silva *et al.*, 1981, como arqueana e provável remanescente de *greenstone belt*, bem como, ter sido afetada por tectônica de regime transcorrente de médio a alto ângulo, credenciam a mesma como favorável para mineralizações auríferas associadas com descontinuidades estruturais.

Dentro dos terrenos de alto grau metamórfico destaca-se o complexo gabro – anortosítico que aflora no limite SW da Folha Rio Guaraú. Esta unidade ainda está pouco conhecida e também não está totalmente delimitada, não sendo ainda possível a caracterização do complexo. Entretanto, os primeiros indícios da presença deste complexo, foram detectados pelo IPT em 1985/1986, através de geoquímica de sedimentos de corrente, quando foram detectadas várias e significantes anomalias de Ti e Fe. As bordas dessa unidade, na Folha Rio Guaraú, estão deformadas e metamorfisadas, apresentando, localmente, alterações carbonáticas e epidotização. A favorabilidade para depósitos de Fe, Ti e EGP (elementos do grupo da platina) em complexos anortosíticos é bastante conhecida em termos mundiais (e.g. depósitos da região de Allard Lake, Canada). Adicionalmente, pode-se mencionar a existência de veios de quartzo auríferos dentro da unidade, bem como, a presença de pequenos depósitos de ouro em pláceres. Isto significa que além de Fe e Ti, o complexo admite a possibilidade de mineralizações de ouro decorrentes de processos associados com descontinuidades estruturais.

Para os terrenos de alto grau metamórfico, que prevalecem em cerca de 70% da área abrangida pelas as duas folhas, os concentrados de batéia mostram uma ampla distribuição de ouro e scheelita, que foi interpretado como indicação da interação de mobilizados anatexíticos com encraves ou restitos carbonáticos (item 7.3), gerados a grande profundidade, como os escarnitos abissais, mostrados na figura II.7.1. Por-

tanto, passíveis de estarem presentes na área, apesar do atual nível de erosão. Entretanto, não podem ser ignorados os efeitos dos fenômenos tectônicos, magmáticos e metalogenéticos que afetaram a área, especialmente, durante o Cretáceo e o Jurássico, em função da ativação tectono-magmática da Plataforma Sul-Americana (Almeida, 1966 ; Almeida, 1986). Neste contexto, é possível interpretar as indicações de mineralização auríferas, dentro dos terrenos de alto grau metamórfico, como um “rejuvenescimento” metalogenético propiciado por processos endógenos, que se manifestaram através do magmatismo alcalino mesozóico. Tendo em conta que o “rejuvenescimento” metalogenético é eminentemente representado por indícios de mineralizações de ouro, procurar-se-á mostrar que um grande espectro de tipos de depósitos de metais preciosos é associado com rochas alcalinas intrudidas em vários ambientes tectônicos.

Nas figura II.7.4 e II.7.5 estão mostrados os campos composicionais para algumas rochas alcalinas associadas com depósitos de metais preciosos, bem como outros tipos de rochas selecionadas para comparação. Os critérios de discriminação de alcalinidade dos gráficos são baseados em Macdonald & Katsura (1964). As rochas alcalinas podem ser subdivididas de acordo com as seguintes associações, conforme Mutschler & Mooney, 1993: kimberlitos; rochas máficas a ultrapotássicas; assembléia sienito – piroxenito – ijolito – carbonatito; lamprófiros; basaltos alcalinos; complexos máficos a ultramáficos do tipo alasquiano; complexos zonados ultrabásicos; assembléia sienito – fonólito fóidico básico a félsico; shoshonitos; assembléia granito peralcalino – sienito – gabro; e, bostonito. Dentro deste universo, abordar-se-á os termos referentes aos granitos peralcalinos, carbonatitos e lamprófiros, por serem as associações reconhecidas dentro dos limites das folhas Jacupiranga e Rio

Guaraú. Em relação aos granitos peralcalinos são conhecidas mineralizações de Sn (Younger Granites da Nigéria – Bowden & Turner, 1974), Be (Boomer Mine no Colorado – Hawley, 1969), F (Ivigtut na Groenlândia – Nielsen, 1976), e Mo (Cave Peak no Texas–Sharp, 1979). No caso dos granitos Mandira e Guarau as mineralizações são de Zn, Pb, Cu e Sn e tais granitos são supostos de estarem relacionados com os processos que deram origem aos grábens de direção NE (e.g. Grupo Castro, Fm. Camarinha, etc.), preenchidos por sedimentos “molássicos”, considerados de terem se formados nos estágios precoces da Bacia do Paraná, em tempos cambro-ordovicianos (França *et al.*, 1995).

A geração de magmas graníticos peralcalinos é suposta de ocorrer tanto pela diferenciação de magmas basálticos (Bonin, 1990), como pela fusão parcial de rochas crustais (Collins *et al.*, 1982). Nesse caso, as rochas crustais seriam granulitos ou tonalitos a granodioritos, e o calor necessário para a fusão seria de responsabilidade do magma mantélico. Na diferenciação a partir do magma basáltico alcalino, eles são gerados por fusão parcial do manto não depletado e evoluem por fracionamento, no limite crosta/manto, e posteriormente em câmaras magmáticas dentro da crosta, onde a precipitação de anfibólitos é responsável pela saturação em sílica. Durante a evolução também pode haver assimilação crustal gerando um magma de composição traquítica, o qual por diferenciação pode originar magmas graníticos com afinidade alcalina. O enriquecimento em Ba e Sr e o conseqüente empobrecimento em Nb em granitóides da associação alcalina, pode refletir influência crustal, opondo-se a um caráter mais puramente mantélico dos magmas enriquecidos em Nb (Bonin, 1990; Pearce *et al.*, 1982).

Segundo Burham & Homoto, 1980, o S é dissolvido no magma como H₂S e, à medida que aumenta a fugacidade do oxí-

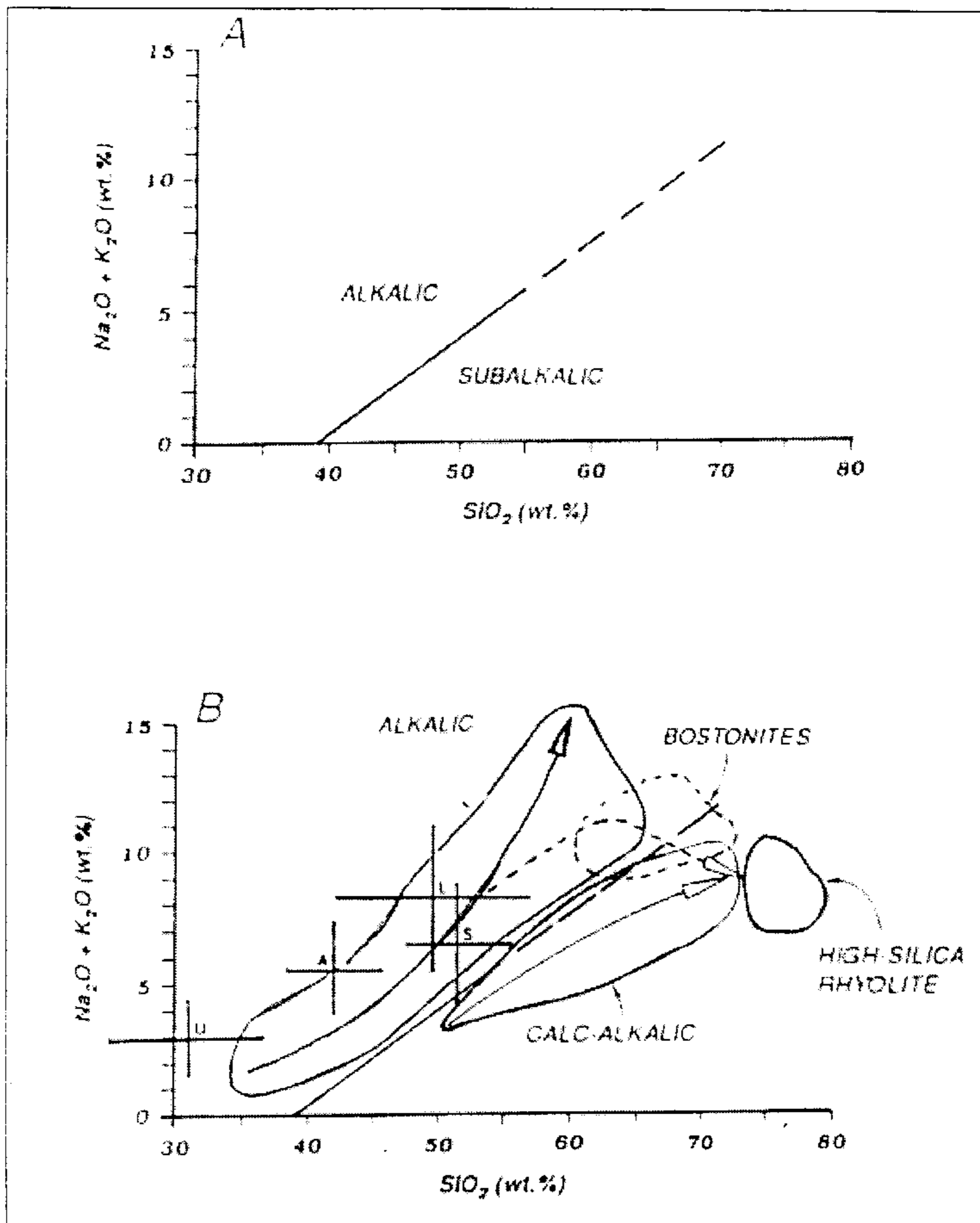


Figura II.7.4 – Campos composicionais para rochas alcalinas e Subalcalinas - A (MCDONALD & KATSURA, 1964). Em B campos composicionais de alcalinas mineralizadas. A-alcalina, L-lamproito, S-shoshonito e U-ultramáfica.

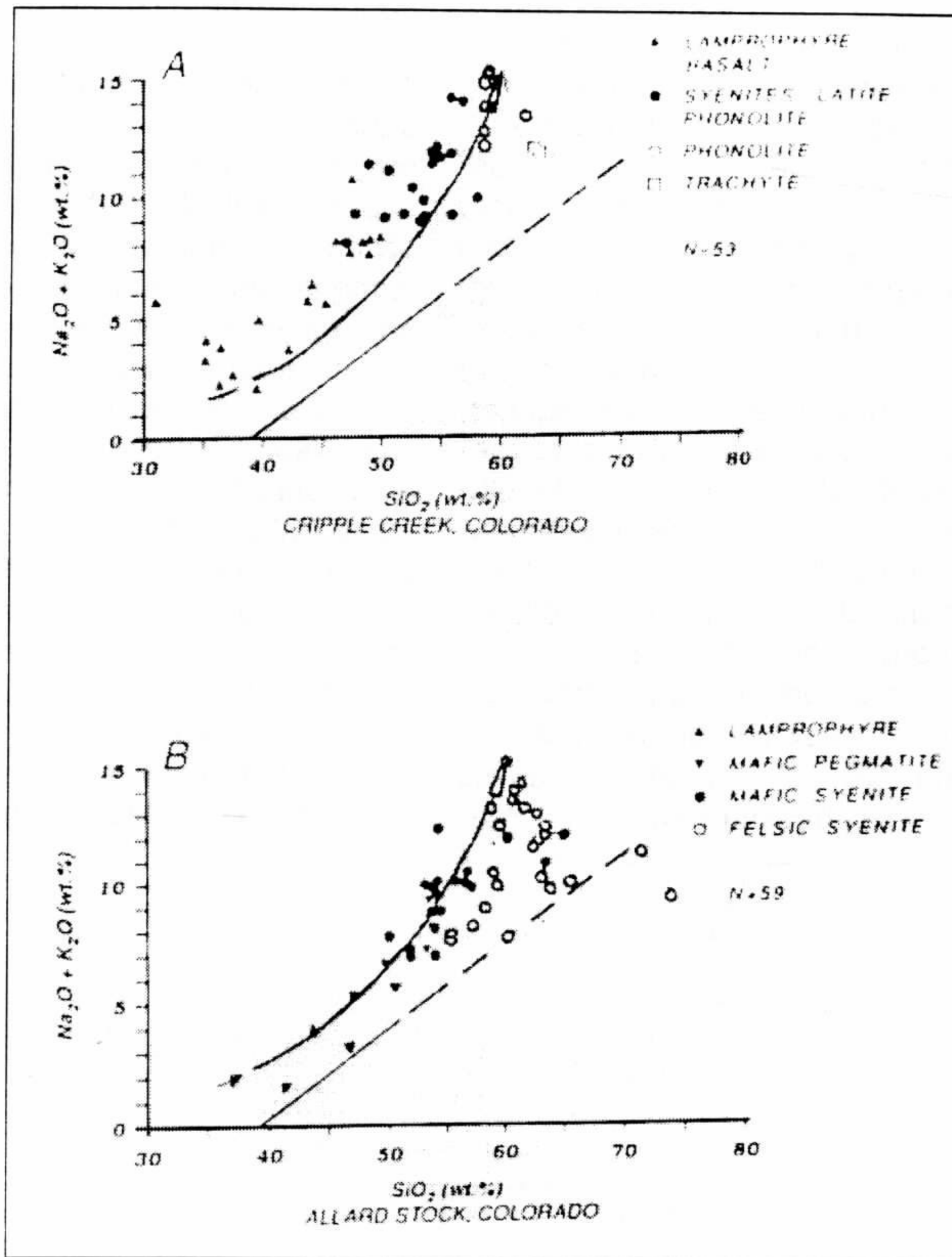


Figura II.7.5 – Composição das rochas das associações alcalinas que hospedam o depósito tipo “gold only” (Cripple Creek – A), e o depósito tipo cobre porfirítico aurífero (Allard Stock – B) – MUTSCHLER & MOONEY, 1993.

gênio, ele passa para SO_2 , que é menos solúvel no magma e cria condições para a concentração de S na fase fluida, favorecendo o aparecimento de mineralizações sulfetadas. A explicação para um aumento da fugacidade de oxigênio poderá ser buscada na evolução magmática do maciço. As fácies mais primitivas correspondem aos granitos *hipersolvus*. Conforme (Bonin, 1990), magmas que são deficientes em água, mas ainda permitem o fracionamento de anfibólios, têm um caráter mais redutor, com baixa pressão de água. Como consequência feldspato alcalino do tipo *hipersolvus* pode fracionar em larga escala, conduzindo a uma forte depleção de Ba. Nesta situação são gerados granitos *hipersolvus*.

De acordo com Oliveira (1989), o Granito Mandira é constituído por três fácies: (a) granito *hipersolvus* peralcalino com Fe-hastingsita (γ_A); (b) granito *hipersolvus* peralcalino com riebeckita (γ_M); e, (c) gra-

nito *subsolvus* alcalino (γ_{M1}). A fácies que abriga a mineralização no Mandira corresponde a um granito *subsolvus* (Oliveira, 1989), que se originou por absorção de água das encaixantes. Nesta condição, magma saturado em água, uma fase de vapor é exolvida, e devido a quebra termal da água o ambiente é oxidante. O fracionamento do feldspato alcalino é reduzido, não havendo mais depleção do bário. A precipitação precoce de óxidos de Fe e Ti resulta em depleção de Nb em toda a rocha. Nestas condições a geração de granitos *subsolvus* predomina. O gráfico da figura II.7.6, que relaciona Nb x Ba ilustra a evolução magmática do Mandira e a figura II.7.7 ilustra a evolução metalogenética. Os dados geoquímicos utilizados estão mostrados no Quadro II.7.1. Dada a semelhança de mineralização e litologia entre o Mandira e o Guarau, é suposto que o mesmo processo tenha acontecido com o Guarau.

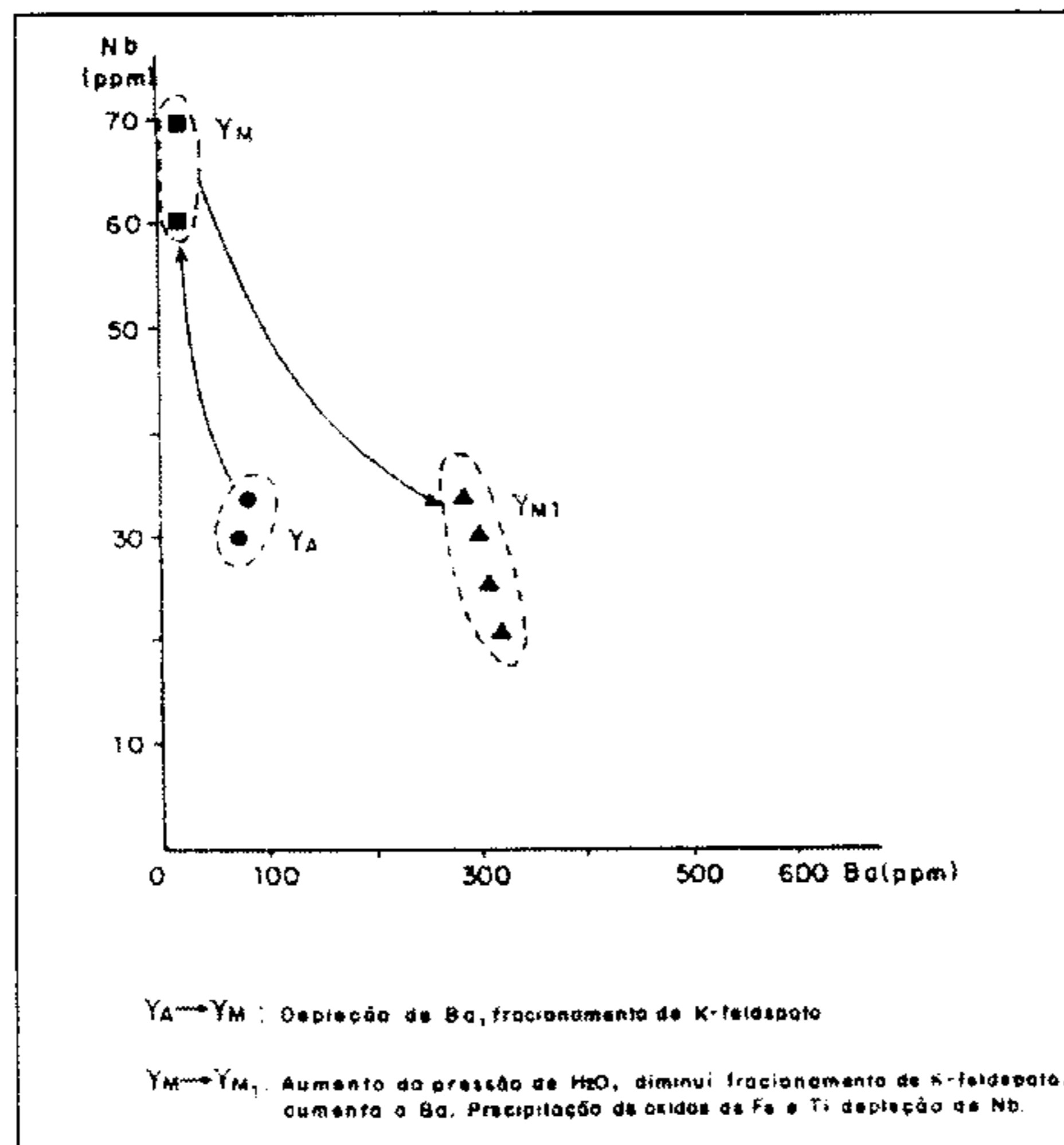


Figura II.7.6 – Relação Nb x Ba para as três fácies do Granito Mandira, salientando o caráter oxidado da fácies γ_{M1} , hospedeira da mineralização sulfetada de Zn, Pb e Cu.

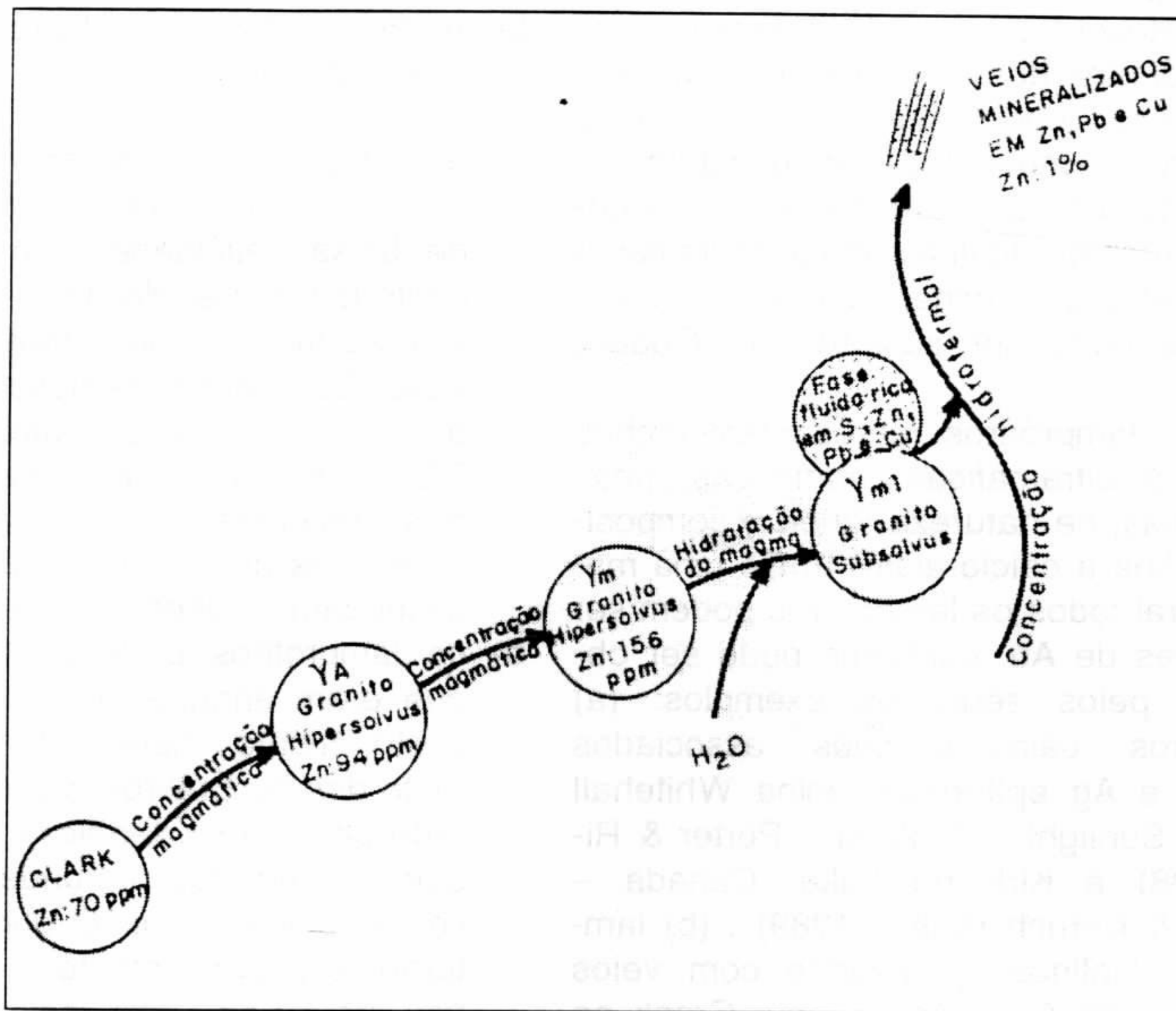


Figura II.7.7 – Representação diagramática da metalogênese do Granito Mandira.

Elementos	ppm										Fonte
	K2O	Na2O	F	Rb	Sr	Ba	Li	Zn	Pb	Nb	
YA	6,4	4,8	520	200	<10	70	6	88	51	39	OLIVEIRA, 1989
	6,1	4,4	2300	210	<10	82	14	100	16	10	
YM	5,4	4,2	2600	420	<10	<20	97	102	16	70	
	4,8	4,0	1100	290	<10	<20	105	174	26	60	
YM1	6,5	3,2	188	290	36	310	12	286	122	26	
	5,8	4,4	2720	260	54	290	18	34	25	34	
	6,3	3,9	750	270	59	300	12	38	34	30	
	6,0	3,9	2000	260	55	330	14	48	34	20	

Quadro II.7.1 – Resultados Analíticos de Elementos Selecionados no Granito Mandira.

No que diz respeito ao magmatismo alcalino mesozóico, ele representa magma mantélico associado com os processos de rifteamento que culminaram com a separação dos continentes sul-

americano e africano. A metalogênese, no caso das folhas Jacupiranga e Rio Guarau está materializada nos depósitos de apatita e magnetita do complexo carbonatítico.

A grande quantidade de indícios de ouro, detectados pelo levantamento de batéia, dentro dos terrenos de alto grau metamórfico, pode ser explicada pelos lamprófiros, associados com o magmatismo mesozóico. Os lamprófiros correspondem as rochas alcalinas mais diretamente relacionadas com mineralizações de ouro, conforme pode ser ilustrado no Quadro II.7.2.

Os lamprófiros representam rochas máficas a ultramáficas, porfiríticas, ricas em voláteis, de natureza ígnea e composição alcalina a cálcio-alcalina. De uma maneira geral todos os lamprófiros podem ser portadores de Au, conforme pode ser observado pelos seguintes exemplos: (a) lamprófiros cálcio-alcalinos associados com Au e Ag epitermais, mina Whitehall (Golden Sunlight), Montana – Porter & Ripley (1988) e Kirkland Lake, Canada – Wyman & Kerrich (1988 e 1989); (b) lamprófiros alcalinos associados com veios epitermais de Au e Ag, Cripple Creek no Colorado – Loughlin (1927); e (c) lamprófiros ultramáficos relacionados com exalitos submarinos portadores de Co, Cu, Ni e Au, do tipo Blackbird, no Cinturão de cobalto de Idaho – Hughes (1983).

Os dados apresentados sugerem que as rochas alcalinas e seus respectivos sistemas magmático e hidrotermal são capazes de mobilizar e transportar grandes quantidades de Au. A fonte do metal permanece ainda controversa. Entretanto, o fato de a maioria das rochas alcalinas associadas com mineralização aurífera ser derivada do manto, bem como, o fato de depósitos auríferos associados com estas rochas aparecerem tanto em crosta siálica cratônica como em crosta oceânica simática, sugerem que o metal precioso viajou com o magma alcalino a partir do manto.

No caso dos lamprófiros, estas rochas já possuem, na média, um conteúdo de ouro que é 1 a 2 vezes maior que o conteúdo das demais rochas. O fato de o

ouro parecer ser intrinsecamente alto nos lamprófiros pode ser explicado com os seguintes argumentos:

- a) nos depósitos auríferos do tipo “*gold only*”, o ouro é transportado em fluidos de baixa salinidade, rico em CO₂, e conteúdo moderado de S, que complexa o Au mas não pode transportar metal base. Os lamprófiros possuem moderada quantidade de S e alto conteúdo de CO₂, F, K, Ba, Rb, H₂O, bem como, outros elementos (exatamente aqueles enriquecidos nos halos de alteração que circundam os depósitos de Au);
- b) os lamprófiros podem ter tido fontes que eram enriquecidas em Au. O suposto manto metassomatizado como fonte dos lamprófiros, pode ter sido gerado por plumas térmicas ou químicas, que subiram das profundezas, como o limite núcleo/manto. O núcleo, por seu turno, é provavelmente a porção mais rica em Au da Terra (estimado em 500 ppb). Tais plumas podem metassomaticamente extrair Au do núcleo, abrigá-lo em zonas do manto, e por fusão destas zonas gerar magmas lamprófiricos com Au.

Resumindo, os lamprófiros são supostos de serem agentes transportadores de Au de fontes profundas do manto, os quais sofrem interações crustais extensivas, gerando magmas félsicos ou cedendo sua carga aurífera para sistemas metamórfico-hidrotermal, conforme modelo de Rock *et al.* (1988) e Rock & Groves (1988), substanciado na figura II.7.8.

A quantidade de lamprófiros, nas duas folhas objeto desta análise, é notável, e cortam indistintamente todas as outras rochas mais antigas, inclusive os granitóides tipo A. É possível que também tenham contribuído com Au para as unidades de baixo grau metamórfico, entretanto, como estas unidades admitem outras possibili-

SOME WELL-DOCUMENTED ASSOCIATIONS BETWEEN CALC-ALKALINE
LAMPROPHYRES AND GOLD MINERALIZATION (listed in order of decreasing age)

Area	Approx. age	Comments, including evidence for contemporaneity of Au and lamprophyres*	References
Western Australia	2.6-2.7 Ga	Hundreds of lamprophyres forms swarms in E. Goldfields and Murchison Provinces; high Au occurs; lamprophyres bracket Au mineralization and porphyries ^{††**##}	Hallberg (1985), Rock et al. 1988b)
Superior Province, Canada	2.7 Ga (Lamps dated to 2.674 Ga)	Associations at Kirkland, Pickle & Red Lakes, Hemlo, etc. Lamprophyres uniquely bracket Au mineralization in the Superior Province... Neither... granitoids, nor tholeiitic or calc-alkalic magmas display the same degree of temporal or spatial association ^{†††##}	McNeil & Kerrich (1986), Wyman & Kerrich (1988)
British Caledonides	400 Ma	Fresh lamprophyres carry high Au (Table 2) ^{††##} ; also, the richest Au prospect in Ireland (Ards Peninsula) is also the area where lamprophyres are most abundant	Rock et al. (1987); J. Morris 1987 pers.com)
Woods Point, Australia	380 Ma	95% of Au production from reefs actually within lamprophyres; Au may come from Ni-Cu sulfides ^{##}	Hillis (1952)
Shandong, China	200 Ma	Lamprophyres carry up to 25 ppb Au [†]	Liu et al. (1984)
North American Cordillera	Jurassic-Cretaceous +Tertiary	Two lamprophyre suites associated with two period of Au mineralization; good examples at Cripple Creek (CO), Rossland areas (BC), and Sierra Nevada (CA). In California, lamprophyres were introduced during a hiatus in the Sierra Nevada plutonism, between about 144 and 110 Ma ^{††}	Drysdale (1915); Böhke & Kistler (1986); Chen & Moore (1979)
Brusson, Italian Alps	32 Ma	Au-quartz veins postdate metamorphic peak by 4-8 Ma but exactly contemporaneous with lamprophyres; lamprophyres most likely parent magmas for Biella rhyolite nearby ^{††,e}	Thompson et al. (1984); Diamond & Wiedenbeck (1986)

* Evidence for contemporaneity indicated by details below; in all cases, general field and stratigraphical evidence links the lamprophyres and Au as part of the same event. In most cases, the lamprophyres belong to a magmatic and mineralization event which also included felsic plutonism and/or volcanism.

† Lamprophyres are most numerous around gold occurrences.

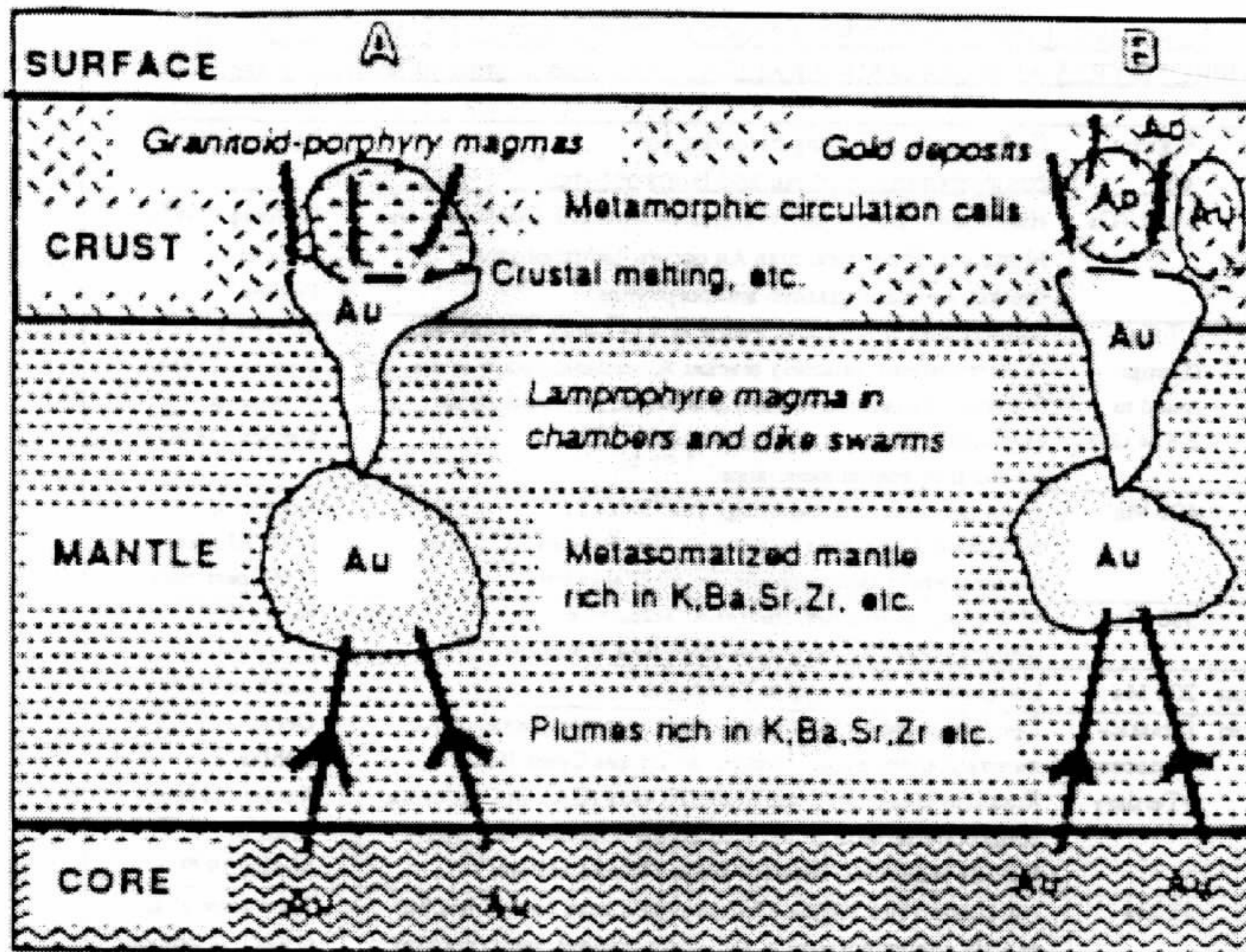
Some lamprophyres cut, others are cut by gold veins; the two thus bracket one another in time.

** Lamprophyres are foliated by events known to immediately postdate mineralization.

†† Lamprophyres have been isotopically dated.

Local or regional structural evidence (e.g. parallelism of lamprophyres and Au-bearing veins, offshoots controlled by dikes) suggests genetic relation.

Quadro II.7.2 – Associação entre lamprófiros e mineralização de ouro (Fonte – Relatório do Projeto 83.2063. 2-7-BGR – Hannover, 1990 – Inédito).



Representação diagramática de um modelo (sem escala) explicativo das relações entre depósitos de ouro epitermais/mesotermiais, lamprófiros e magmatismo félsico. A e B representam membros finais de processos magmáticos – hidrotermais. Em ambos, fluidos metassomatizantes do núcleo ou manto profundo, geram fontes mantélicas enriquecidas em LIL, as quais fundem dando origem a magmas lamprófiticos. Em A, esses magmas interagem com materiais crustais originando magmas de granitóides porfíricos. Em B, eles iniciam células de circulação metamórficas ou meteóricas, as quais extraem Au dos lamprófiros e evoluem de acordo com o modelo metamórfico.

Figura 11.7.8 – Modelo de mineralização aurífera epitermal/mesotermal, a partir de magma lamprófitico.

dades, preferiu-se não incluí-las como tendo o hidrotermalismo aurífero dependente do magmatismo alcalino mesozóico.

Desafortunadamente, o potencial aurífero desses terrenos "rejuvenescidos" pelo magmatismo mesozóico, foi profundamente diminuído pelo ciclo erosivo que se desenvolveu do final do Cretáceo ao Eoceno (Ciclo Sul-Americano de King, 1956), o qual foi muito intenso e extenso, erodindo os aparelhos vulcânicos mesozóicos, expondo as estruturas subvulcânicas, e conseqüentemente destruindo as mineralizações epitermais e mesotermiais, que são características do modelo lamprófico. Dentro deste contexto, os indícios de mineralizações de Au, que estão, atualmente, generalizadamente espalhados pelos terrenos de alto grau metamórfico, representariam apenas resquícios de sistemas hidrotermais pretéritos, gerados pelo magmatismo alcalino mesozóico, especialmente os lamprófiros.

7.6 Comentários Finais

Do ponto de vista de potencial metalogenético o nível de erosão representa um elemento modificador do potencial, especialmente para mineralizações epitermais e mesotermiais. No caso das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, cerca de 70% dos terrenos são de alto grau metamórfico, portadores de sillimanita, cianita, granada, piroxênios e anfibólios. Isto significa que para tais terrenos aflorarem, pelo menos, cerca de 15 a 20 km de crosta foram removidos.

O metamorfismo é outro elemento modificador do potencial mineral, pois é suposto que com alto grau metamórfico ocorra a mobilização de metais móveis para terrenos com grau mais baixo, especialmente para a fácies xistos verdes. Os minerais metamórficos (sillimanita, cianita, granada, etc.) indicam que cerca de 70% dos terrenos abrangidos pelas duas folhas

foram submetidos a temperaturas superiores a 500°C e pressão da ordem de 6 Kb. Nestas condições as mineralizações de metais base e ouro são praticamente remobilizadas.

Os concentrados de batéia, entretanto, mostraram uma distribuição generalizada de pintas de ouro e scheelita cobrindo os terrenos de alto grau metamórfico. Este aparente paradoxo, foi explicado de duas maneiras. Na primeira, leva-se em conta a presença conspícua de rochas cálcio-silicáticas e mobilizados pegmatóides, nas várias unidades de alto grau que afloram dentro dos limites das duas folhas. Nesta situação, é suposto que a interação mobilizados/cálcio-silicáticas e rochas carbonáticas possa gerar processos de escarnitização localizados, responsáveis pelo ouro e a scheelita que aparecem nos concentrados. Estes escarnitos estariam em condições de pressão e temperatura semelhantes as que são supostas de prevalecerem para os escarnitos abissais. Nesta situação, a remoção de 15 a 20 km de crosta, bem como, o alto grau de metamorfismo e a presença de ouro e scheelita nos concentrados estariam adequadamente compatíveis.

Na Segunda opção, leva-se em consideração os fenômenos magmáticos, tectônicos e metalogenéticos decorrentes da Ativação Tectono-Magmática da América do Sul (Almeida, 1966 e 1986). Dentro deste contexto, considera-se um "rejuvenescimento" metalogenético dos terrenos de alto grau, provocado por processos endógenos, que se manifestaram através de carbonatitos (P, F, Nb, Ti, Terras Raras), derrames basálticos (ágata, cobre nativo), kimberlitos (diamantes), diques de lamprófiros e diabásios. No caso específico, das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, considera-se os lamprófiros como os agentes transportadores do Au e responsáveis pelo hidrotermalismo, capaz de gerar mineralizações epi e mesotermal que

não sobreviveram ao ciclo erosivo Sul – Americano que se desenvolveu do final do Cretáceo até o Eoceno. Desta forma, os indícios de mineralização de Au revelados pelos concentrados de batéia, representam resquícios de sistemas epi e mesotermiais associados com o magmatismo lamprofírico do Cretáceo /Jurássico.

No caso da mineralizações de Au dos terrenos de baixo grau metamórfico, considera-se que os processos mineralizantes, dizem respeito a presença de descontinuidades estruturais, que exercem forte controle sobre a mineralização, e a presença de processos magmáticos e metamórficos capazes de gerarem células de convecção, que lixiviam, transportam e depositam metais.

7.7 Áreas Mineralizadas/Previsionais

A integração dos dados geológicos, geoquímicos, geofísicos e metalogenéticos permitiu a elaboração das cartas metalogenéticas/previsionais, onde foram apontadas áreas de interesse para a prospecção mineral.

7.7.1 Folha Jacupiranga

7.7.1.1 Área I (apatita, carbonatito e ferro)

Envolve o expressivo corpo de carbonatito mapeado do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, que é bem marcado por forte anomalia radiométrica de tório (Th). Aí se encontra a mina a-céu-aberto da Serrana S.A. de Mineração que desde 1943 lava apatita, carbonatito e ferro.

7.7.1.2 Áreas II (a, b, c, d, e) Os-Ir, Au

Estas áreas foram aqui destacadas por apresentarem bacias de drenagens onde foram detectados, em concentrados de batéia, minerais de *osmium* (liga natural de ósmio e irídio) que são platinóides de

grande importância econômica. Ao que tudo indica, essas mineralizações estão sobretudo relacionadas aos dunitos e a diques ultramáficos radiais do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, constituídos de olivina lamprófiros e diques alcalinos (Área IIe) do magmatismo mesozóico. Em três dessas áreas os platinóides apareceram junto com pintas de ouro na batéia.

7.7.1.3 Área III (Au, Ag)

Esta área abrange a Formação Votuverava do Grupo Açungui, representada por rochas metavulcano-sedimentares, mais especificamente por metabásicas intercaladas em seqüência essencialmente metapelítica de ambiente marinho profundo. As anomalias geoquímicas de Au, Ag, As, Pb, Zn, Cd, Sb e Fe em sedimento de corrente, bem como a presença quase constante de ouro nos concentrados de batéia, além de estudos desenvolvidos pela CPRM na região, apontam para esta área, potencial em conter pequenos e múltiplos depósitos epitermais de Au e Ag associados a sulfetos de Fe, As, Pb e Zn.

7.7.1.4 Área IV (Ni, Co, Cr, Fe, V e Zn)

Envolve toda a área da intrusão do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga. É bem marcado por forte anomalia magnética e anomalias geoquímicas em sedimentos de corrente de elementos típicos desta suíte (Cr, Co, Ni, Cu, Fe, V e Zn), bem como destacada presença de magnetita e cromita nos concentrados de batéia. A área é potencial para níquel laterítico, que já fora pesquisado, revelando jazidas, além de indícios de cromo, ouro e ferro entre outros bens minerais.

7.7.1.5 Áreas Va e Vb (Sn, Mo, Nb)

Estas áreas circunscrevem os corpos graníticos Barra do Braço (Va) e Votu-

poca (Vb). Fortes anomalias radiométricas de tório (Th) marcam bem esses corpos de granitos alcalinos. A detecção de columbita (Nb) foi verificada na área de influência do Granito Barra do Braço. No Granito Votupoca, também estão presentes anomalias geoquímicas de estanho (Sn) e molibdênio (Mo) em sedimentos de corrente, mostrando inclusive que se acha mineralizado. Como são corpos com pequenas áreas aflorantes, com possibilidade de estarem com suas cúpulas preservadas, devem ser considerados potencialmente favoráveis em conter depósitos econômicos de Sn, Mo e Nb.

7.7.1.6 Áreas VIa e VIb (argila)

Englobam respectivamente os domínios das aluviões do Ribeirão Padre André e do Rio Turvo, onde se verifica potencial para argilas aluminosas (refratárias). Essas argilas são oriundas dos micaxistos, paragneisses e migmatitos aluminosos do Complexo Turvo-Cajati.

7.7.1.7 Área VII

Anomalias geofísicas aeromagnéticas e geoquímicas em sedimentos de corrente (P, Ba, Sr) além de marcante presença de magnetita em concentrados de batéia, permitiram a identificação e caracterização preliminar da Intrusão Barro Branco, que representa um corpo satélite do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga. Com isso, essa área também passa a ser potencial para ferro, ouro, cromo, etc., similar ao complexo principal.

7.7.2 Folha Rio Guaraú

7.7.2.1 Área I (granito)

Esta área compreende rochas do Maciço Granítico Guaraú e que estão fora da área do Parque Estadual de Jacupiran-

ga. As ocorrências de granito para fins de rocha ornamental e brita estão restritas à parte norte das encostas do maciço, entretanto toda a área é potencial para essas substâncias.

7.7.2.2 Área II (mármore dolomítico)

Engloba mármore dolomíticos do Complexo Turvo-Cajati. Aí também se localizam as principais ocorrências deste bem mineral não metálico. Na região do Rio Capelinha, ocorre uma lavra inativa cujo material foi anteriormente explorado pelo DNER, como brita. A rocha exibe coloração branca a acinzentada clara, com teores de CaO em torno de 30% e MgO em torno de 21%. Pequenas outras lavras também são encontradas. Esta área, embora também com potencial para rochas carbonáticas destinadas ao uso como corretivo de solo, no entanto encontra-se inserida nos domínios do Parque Estadual de Jacupiranga.

7.7.2.3 Área III (talco)

Nesta área podem ser encontradas diversas ocorrências de talco. Todas as ocorrências constituem pequenas lavras inativas ou indícios. O talco está relacionado com subordinadas lentes de rochas ultrabásicas encaixadas nos ortogneisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. A alteração produz tremolita-serpentina-talco xistos e esteatitos, em geral constituindo minério de baixa qualidade. Eventualmente os esteatitos são piritosos. Aqui também estão presentes anomalias geoquímicas de Cr e Ni em sedimentos de corrente. Nos concentrados de batéia foram detectadas pintas de ouro, além de cromita e pirita.

7.7.2.4 Área IV (Cu, Pb, Zn, Sn, Mo)

Envolve as rochas de Maciço Granítico Mandira. Tal como o Maciço Granítico

Guaraú, trata-se de granito pós-colisional tipo A, peralcalino e com termos metaluminosos. Algumas mineralizações hidrotermais de sulfetos de Cu, Pb, Zn e cassiterita (Sn) já foram anteriormente estudadas. Representam depósitos filonares de baixo teor, com a soma dos teores de Cu + Pb + Zn em torno de 2,5% e Sn atingindo valores de 600 ppm. Anomalias radiométricas de tório (Th) além de anomalias geoquímicas de Sn, Mo e Pb em sedimentos de corrente são aqui encontradas. Os concentrados de batéia refletem a associação de minerais de origem hidrotermal, apresentando pirita, apatita, turmalina, clorita, epídoto, topázio, fluorita e cassiterita. Também é expressiva a quantidade de hematita, magnetita e ilmenita presente nos concentrados.

7.7.2.5 Área V (ouro)

Trata-se de uma área com excelente potencial para mineralizações de ouro primário. Envolve rochas da Seqüência Cachoeira, representada por sericita filitos, filitos carbonosos e carbonáticos. Níveis de fuchcita quartzitos aparecem intercalados nos filitos. Toda a seqüência apresenta baixo grau metamórfico (zona da clorita). Esta unidade é considerada metavulcano-sedimentar, representativa de remanescente *greenstone belt*. O fato de constituir uma unidade lítica de baixo grau metamórfico, com presença de mineralizações auríferas, bem como, portadoras de rochas vulcânicas (afloramentos fora dos limites da folha) e de possível idade arqueana, aumenta o mérito geológico e a credencia para abrigar mineralizações auríferas de qualidade econômica. A geoquímica fornece suporte a essas idéias com detecção de várias bacias anômalas para Au, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Cd, Fe, V, Cr e Mn em sedimentos de corrente, bem como presença de magnetita, cromita, pirita, turmalina, ilmenita, rutilo e ouro nos concentrados de

batéia, e atesta o protólito de caráter vulcano-sedimentar. Embora em termos geológicos a Seqüência Cachoeira ainda seja pouco conhecida, as atividades exploratórias de ouro, nesta região, datam do período colonial. Cabe ressaltar que a área de domínio desta seqüência se estende para as folhas vizinhas, posicionadas a oeste e sudoeste. Além de situar-se numa região de difícil acesso devem ser observados os limites e restrições impostos pelas unidades de conservação ambiental (Parque Estadual de Jacupiranga e APA de Guaraqueçaba).

7.7.2.6 Área VI (Fe-Ti-V, Cr, Co, Ni, EGP)

Esta área que se estende para fora dos limites da folha na direção SW, engloba afloramentos das Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo constituinte do Complexo Serra Negra. Além da favorabilidade geológica, os indícios geofísicos com forte anomalia aeromagnética e os geoquímicos com várias bacias anômalas para Au, As, Fe, Cr, Co, Ni, Cu, V, Ba, Mn, P, Cd, Sr e Zn em sedimentos de corrente e, magnetita, hematita, pirita, turmalina, piroxênio, anfibólio, apatita, ilmenita, anatásio, rutilo leucóxênio e epídoto nos concentrados de batéia, dão potencialidade à área em conter mineralizações econômicas de Fe, Ti, V, possivelmente associadas aos metanortositos, além de Au e platinóides (EGP).

7.7.2.7 Área VII (ouro)

Esta área que envolve quartzitos e xistos do Complexo Turvo-Cajati foi traçada em função da grande quantidade de bacias anômalas para Au e As em sedimentos de corrente e a constância na quantidade de pintas de Au presentes nos concentrados de batéia, além de pirita, epídoto, apatita e cromita.

8

Geologia Econômica

8.1 Panorama Mineral

Os recursos minerais presentes na área em estudo envolvem, basicamente, apatita, carbonatito, ferro, níquel, ouro, talco, mármore dolomítico, materiais de uso na construção civil, entre outros. As tabelas II.8.1 e II.8.2 alistam os jazimentos e ocorrências minerais cadastradas, respectivamente no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, enquanto que as figuras II.8.3 e II.8.4 mostram, de modo simplificado, a distribuição dos processos protocolizados no DNPM até dezembro de 1998, incluindo requerimentos, autorização / alvarás de pesquisa e áreas com decreto/concessão de lavra. Cabe ressaltar que os diversos títulos minerários presentes na área investigada não foram objeto de estudo do presente trabalho. Informações adicionais desses títulos são encontradas no 2º Distrito Regional do DNPM.

Atualmente, a atividade extrativa mineral mais importante, consiste na exploração dos recursos do corpo de carbonatito presente no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, lavrado há déca-

das. Registrou-se ainda uma lavra de argila, a sudeste deste complexo, e uma lavra de gnaiss para brita, situada no quadrante noroeste da Folha Rio Guaraú. Todas essas ocorrências praticamente constituem as únicas minas em atividade presentes na área. Registram-se ainda ocorrências de ouro, diversas minas abandonadas de talco, mármore, granito ornamental. São também conhecidas mineralizações de sulfetos associadas ao Granito Mandira.

Indícios de mineralizações de ouro, Fe, Ti, platinóides (osmiridium), Sn, scheelita, fluorita, topázio, etc., detectados durante o levantamento geoquímico, complementam o panorama mineral da área.

8.1.1 Apatita, Carbonatito e Ferro

Essas ocorrências estão relacionadas ao corpo de carbonatito presente no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, lavrado em expressiva mina a-céu-aberto pela empresa Serrana S.A. de Mineração, desde 1943, no município de Cajati.

O carbonatito é constituído, essencialmente, por carbonatos brancos de as-

Tabela II.8.1 – Relação dos jazimentos e ocorrências minerais na Folha Jacupiranga

Número de Referência	Substância Mineral	Local	Rocha Encaixante/Hospedeira e/ou Associação	Dados Econômicos
01	Ouro	Rio Taquari	Aluvionar	
02	Ouro	Rio Taquari	Aluvionar	
03	Ouro	Rio Taquari	Aluvionar	
04	Ouro	Rio Taquari	Aluvionar	
05	Ouro	Rio Ribeira	Aluvionar	
06	Ouro	Rio Ribeira	Aluvionar	
07	Ouro	Rio Xiririca	Aluvionar	Rg 1.845.000 m3
08	Ouro	Rio Ribeira	Aluvionar	
09	Ouro	Faz. Pinheiros	Terraços de cascalhos	
10	Níquel	Areia Preta/Joelho	Dunito/lateritas	Rm 97134t, Ri 500.000t, tm 1,4% Ni
11	Níquel	Areia Preta/Joelho	Dunito/lateritas	
12	Apatita, Carbonatito (calcita/dolomita) e Ferro (magnetita)	Cajati	Carbonatito	Apatita – Rm 69.689.924 t, Ri 125.280.000 t; P ₂ O ₅ =5,51%
13	Ferro, sulfetos	Barro Branco	Diabásio	
14	Areia	Rio Ribeira	Aluvionar	
15	Areia	Rio Ribeira	Aluvionar	
16	Argila	Cajati	Micaxisto	
17	Argila	Rib. Padre André	Aluvionar	
18	Argila	Rio Turvo	Aluvionar	
19	Gnaiss (brita)	Faz. Maranduva	Gnaiss Itapeúna	
20	Mármore	Córr. Arrelá	Mármore da Tapagem	
21	Mármore	Serrinha	Gnaiss Itapeúna	
22	Mármore	Bairro Lençol	Gnaiss Itapeúna	
23	Mármore	Sa. Cruzeiro/Bulha	Gnaiss Itapeúna	
24	Saibro	Vargedinho	Gnaiss Itapeúna	
25	Saibro	Bulha	Gnaiss Itapeúna	
26	Saibro	Bulha	Gnaiss Itapeúna	
27	Saibro	Posse	Gnaiss Itapeúna	
28	Saibro	Posse	Gnaiss Itapeúna	
29	Saibro	Bairro Lençol	Quartzito	
30	Saibro	Abóbora	Sienitos/fenitos	
31	Cascalho	Bananal Pequeno	Terraços de cascalhos	
32	Cascalho	Bananal Pequeno	Terraços de cascalhos	
33	Cascalho	Cajati	Terraços de cascalhos	

Rm – reserva medida; Ri – reserva indicada; Rt – reserva total; Rg – reserva geológica; tm – teor médio

Tabela II.8.2 – Relação dos jazimentos e ocorrências minerais na Folha Rio Guarau


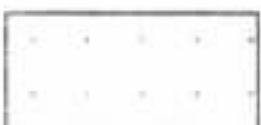

Número de Referência	Substância Mineral	Local	Rocha Encaixante/Hospedeira e/ou Associação	Dados Econômicos
01	Ouro	Rio das Minas	elúvio/coluvionar, quartzo	
02	Ouro	Rio das Minas	elúvio/coluvionar, quartzo	
03	Ouro	Rio das Minas	elúvio/coluvionar, quartzo	
04	Ouro	Rio das Minas	elúvio/coluvionar, quartzo	
05	Ouro	Ribeirão da Lagoa	aluvionar	
06	Ouro	Ribeirão do Soldado	aluvionar	
07	Cu, Pb, Zn	Mandira	Granito/graisen	
08	Cu, Pb, Zn	Mandira	Granito/graisen	
09	Pirita, sulfetos	Mandira	Granito	
10	Molibdênio	Mandira	Granito	
11	Pirita, sulfetos	Braço Feio	Metagabro	
12	Ferro	Rio das Minas	Itabirito?, Gossans?	Rm 260.000t
13	Talco	Rio Branco	Ortognaisses c/ ultrabásicas	Rt 48.200 t
14	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
15	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
16	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
17	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	Rg 106.530 t
18	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
19	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
20	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
21	Talco	Pindaúva do Meio	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
22	Talco	Ribeirão do Salto	Ortognaisses c/ ultrabásicas	Rm 12.930 t, Ri 20.475t, Ri 26.000t
23	Talco	Ribeirão do Salto	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
24	Talco	Bairro Guarau	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
25	Talco	Bairro Guarau	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
26	Talco	Bairro Guarau	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
27	Talco	Bairro Guarau	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
28	Talco	Bairro Guarau	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
29	Talco	Bairro Guarau	Ortognaisses c/ ultrabásicas	Rg 40.000 m3
30	Talco	Rio do Azeite	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
31	Talco	Rio do Azeite	Ortognaisses c/ ultrabásicas	
32	Mármore	Capelinha	Mármore dolomíticos	Rt 239.954.475 t
33	Mármore	Capelinha	Mármore dolomíticos	
34	Mármore	Capelinha	Mármore dolomíticos	
35	Granito (brita)	Bairro Guarau	Granito Guarau	
36	Granito (orn.)	Bairro Guarau	Granito Guarau	
37	Granito (orn.)	Bairro Guarau	Granito Guarau	
38	Granito (orn.)	Rib. da Serra	Granito Guarau	
39	Granito (brita)	Rio Braço de Baixo	Granito Guarau	
40	Granito (orn.)	Mandira	Granito Mandira	
41	Granito (orn.)	Mandira	Granito Mandira	
42	Quartzito	Serra do Pinheiro	Complexo Turvo-Cajati	
43	Quartzito	Morro Serrotinho	Complexo Turvo-Cajati	
44	Gnaiss (brita)	Vila Tatu	Ortognaisses bandados	

Rm – reserva medida; Ri – reserva indicada; Rt – reserva total; Rg – reserva geológica; tm – teor médio

Jacupiranga



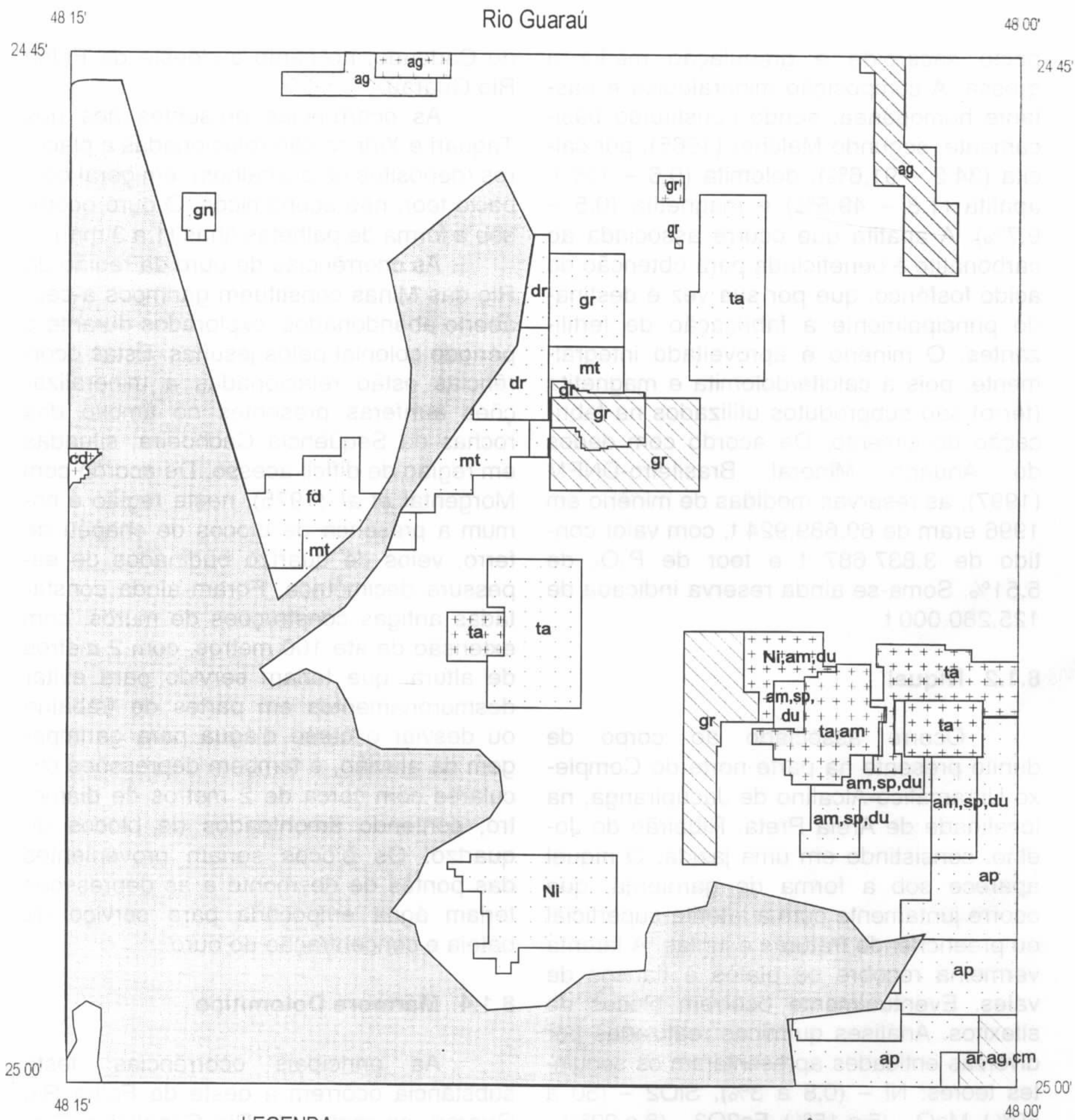
LEGENDA

-  Áreas com autorização de pesquisa
-  Áreas com decreto/concessão de lavra
-  Áreas com requerimento de pesquisa


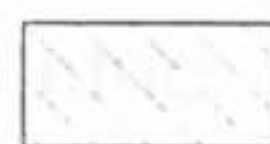
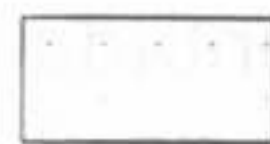
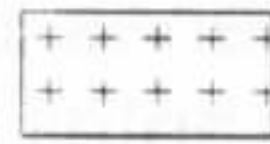
SUBSTÂNCIAS

- ag - argila
- ap - apatita
- ar - areia
- Au - ouro
- bx - bauxita
- cb - carbonatito
- cd - calcário dolomítico
- cm - caulim
- cr - cromita
- fd - feldspato
- gn - gnaisse
- gr - granito
- ma - mármore
- mg - magnetita
- mt - migmatito
- Ni - níquel
- pi - pirita
- qt - quartzito
- ro - rocha ornamental
- si - sienito
- Ti - titânio

Figura II.8.1 - Áreas Protocolizadas no DNPM (até dezembro/1998)- Folha Jacupiranga



LEGENDA

-  Área do Parque Estadual de Jacupiranga
-  Áreas com requerimento de pesquisa
-  Áreas com autorização de pesquisa
-  Áreas com decreto/concessão de lavra

SUBSTÂNCIAS

- ag - argila
- am - amianto
- ap - apatita
- ar - areia
- cd - calcário dolomítico
- cm - caulim
- dr - diorito
- du - dunito
- fd - feldspato
- gn - gnaiss
- gr - granito
- mt - migmatito
- Ni - níquel
- sp - serpentinito
- ta - talco

Figura II.8.2 - Áreas Protocolizadas no DNPM (até dezembro/1998) - Folha Rio Guaraú

pecto sacaróide e granulação média a grossa. A composição mineralógica é bastante homogênea, sendo constituído basicamente, segundo Melcher (1965), por calcita (34,5 – 91,6%), dolomita (0,6 – 15%), apátita (1,8 – 49,5%) e magnetita (0,5 – 9,7%). A apátita que ocorre associada ao carbonatito é beneficiada para obtenção do ácido fosfórico, que por sua vez é destinado principalmente à fabricação de fertilizantes. O minério é aproveitado integralmente, pois a calcita/dolomita e magnetita (ferro) são subprodutos utilizados na fabricação do cimento. De acordo com dados do Anuário Mineral Brasileiro-DNPM (1997), as reservas medidas de minério em 1996 eram de 69.689.924 t, com valor contido de 3.837.687 t e teor de P_2O_5 de 5,51%. Soma-se ainda reserva indicada de 125.280.000 t.

8.1.2 Níquel

Ocorre associado ao corpo de dunito presente na parte norte do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, na localidade de Areia Preta, Ribeirão do Joelho, consistindo em uma jazida. O níquel aparece sob a forma de garnierita, que ocorre juntamente com a laterita superficial ou preenchendo fraturas e juntas. A laterita vermelha recobre os platôs e flancos de vales. Eventualmente ocorrem blocos de silexitos. Análises químicas realizadas por diversas entidades apresentaram os seguintes teores: Ni – (0,8 a 3%), SiO_2 – (50 a 60%), MgO – (5 a 15%), Fe_2O_3 – (5 a 20%).

8.1.3 Ouro

As principais ocorrências de ouro encontram-se em duas regiões: ao longo das bacias de drenagem dos rios Taquari e Xiririca, respectivamente no canto noroeste e porção norte da Folha Jacupiranga; e no Rio das Minas/Rio Açungui, a sul da Serra

do Cadeado, no canto sudoeste da Folha Rio Guaraú.

As ocorrências presentes nos rios Taquari e Xiririca são relacionadas a pláceres (depósitos de cascalhos), em geral com baixo teor, não econômicos. O ouro ocorre sob a forma de palhetas finas (1 a 3 mm).

As ocorrências de ouro da região do Rio das Minas constituem garimpos a-céu-aberto abandonados, explorados durante o período colonial pelos jesuítas. Estas ocorrências estão relacionadas a mineralizações auríferas presentes no âmbito das rochas da Seqüência Cachoeira, situadas em região de difícil acesso. De acordo com Morgental *et al.* (1975), nesta região é comum a presença de blocos de chapéu de ferro, veios de quartzo budinados de espessura decimétrica. Foram ainda constatadas antigas construções de muros, com extensão de até 100 metros, com 2 metros de altura, que teriam servido para evitar desmoronamentos em partes de trabalho ou desviar o curso d'água para garimpagem da aluvião, e também depressões circulares com cerca de 2 metros de diâmetro, contendo amontoados de blocos de quartzo. Os blocos seriam provenientes das pontas de desmonte e as depressões teriam água empoçada para serviço de bateia e concentração do ouro.

8.1.4 Mármore Dolomítico

As principais ocorrências desta substância ocorrem a oeste da Folha Rio Guaraú, na região do Rio Capelinha. Trata-se de mármore dolomítico do Complexo Turvo-Cajati. No local ocorre uma lavra inativa cujo material foi anteriormente explorado pelo DNER, como brita, para conservação da rodovia federal. A rocha exibe coloração branca acinzentada clara, com teores de CaO em torno de 30 % e MgO em torno de 21%. Pequenas outras lavras também acham-se presentes. Esta

região está englobada nos domínios do Parque Estadual de Jacupiranga.

8.1.5 Talco

Diversas ocorrências de talco são verificadas sobretudo na porção oriental da Folha Rio Guaraú. Todas constituem lavras inativas de pequeno porte ou indícios de menor expressão. O talco está relacionado com subordinadas lentes de rochas ultrabásicas encaixadas nos ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. A alteração produz tremolita-serpentina talco xistos e esteatitos, em geral constituindo minério de baixa qualidade. Eventualmente os esteatitos são piritosos. Análises químicas em amostras de algumas ocorrências listadas na tabela II.8.2 podem ser encontradas em Morgental *et al.* (1975).

8.1.6 Granito Ornamental

As ocorrências de lavras inativas de granito ornamental estão restritas à parte norte das encostas do Maciço Granítico Guaraú, onde foram explorados blocos e matacões para confecção de placas de 10 cm de espessura. Ocorrências similares também estão presentes no âmbito do Granito Mandira.

8.1.7 Argila

Apenas uma lavra ativa de argila foi registrada. Situa-se a nordeste de Cajati, próximo a localidade de Barro Branco. O material lavrado constitui-se em micaxistos bandados, alterados, de coloração variegada vermelho-amarelada, relacionados ao Complexo Turvo-Cajati. É explorada em pequenas quantidades para utilização na fabricação do cimento, cuja indústria ocorre nas proximidades.

Durante os trabalhos de campo foi constatado indício de argilas aluminosas

de cor branca acinzentada, junto ao leito de um pequeno curso d'água afluente do Ribeirão Padre André, nas proximidades da Fazenda Jandaia, situada a noroeste de Jacupiranga. Provavelmente essas argilas são oriundas dos paragnaisses e micaxistos aluminosos do Complexo Turvo-Cajati

8.1.8 Materiais de Uso na Construção Civil

Na área, a única lavra ativa de pedra para construção (brita) localiza-se no canto noroeste da Folha Rio Guaraú, na localidade de Vila Tatu. O material é explorado pela Construtora Sanches & Tripoloni, consistindo nos ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Afora esta ocorrência, outras duas lavras inativas foram registradas: na Folha Jacupiranga, a sul de Eldorado (Fazenda Maranduva), no domínio do Gnaisse Itapeúna; e na Folha Jacupiranga, Bairro Guaraú, junto à extremidade nordeste do Maciço Granítico Guaraú.

Ao longo do Rio Ribeira foram registradas apenas duas ocorrências de areia para uso na construção civil, situadas a leste e a nordeste de Eldorado. A atividade é intermitente e o material é extraído diretamente, em pequenas quantidades, a partir da calha do rio.

Diversas ocorrências de saibro foram evidenciadas na Folha Jacupiranga, nas localidades dos bairros Lageado, Posse e Bulha. As atividades são intermitentes e o material lavrado representa os regolitos desenvolvidos sobre o Gnaisse Itapeúna, sendo empregado sobretudo no cascalhamento das estradas vicinais. Afora o saibro oriundo do Gnaisse Itapeúna outras duas ocorrências foram verificadas: uma exploração de uma lente de quartzito, situada no Bairro Lençol, e outra sobre rochas sieníticas do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, a sul da localidade do Bairro

Abóbora. Esses materiais e algumas ocorrências de cascalhos de terraços são lavrados esporadicamente.

8.2 Projeções e Perspectivas

Com efeito, a área da intrusão do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, constitui-se no principal potencial mineral. Além dos recursos explorados no expressivo corpo de carbonatito, citam-se os jazimentos de níquel associados aos dunitos que ainda não foram lavrados de forma intensiva, em virtude do baixo teor. Algumas amostras de concentrados de batéia acusaram presença de platinóides (*osmiridium*), provavelmente relacionado aos dunitos e/ou diques de olivina lamprófiros, constituindo em uma ocorrência inédita no âmbito da área, portanto merecendo estudos adicionais para melhor caracterização, haja vista a importância desses metais.

A potencialidade para mineralizações auríferas foi evidenciada em diversos domínios estudados, no entanto, a área de exposição da Seqüência Cachoeira figura como maior potencial para abrigar mineralizações econômicas, tendo em vista as antigas lavras exploradas pelos jesuítas durante o período colonial e a possibilidade desta unidade geológica constituir, ainda que em parte, uma seqüência arqueana, do tipo *greenstone belt*.

É bastante provável a ocorrência de mineralizações de Fe-Ti-V, associada a corpos anortosíticos, revelada através de indícios indiretos, sobretudo pela anomalia

magnética isolada, presente no contexto da Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo.

Os maciços graníticos Guaraú e Mandira apresentam mineralizações do tipo graisen (Sn, W, Mo) e sulfetos (Cu,Pb,Zn), no entanto dado o nível de erosão desses maciços, as cúpulas que outrora poderiam abrigar mineralizações importantes, já foram removidas. Por outro lado, os granitos Barra do Braço e Votupoca constituem corpos menores e com chances de apresentar mineralizações de exo e endograisens, dadas suas características geológicas e os indícios revelados pelo levantamento geoquímico.

As reservas de materiais de construção são relativamente abundantes e de boa qualidade, capazes de suprir as necessidades do setor da construção civil local e em parte da região. Presumindo-se que os quartzitos que sustentam as cristas da Serra do Taquari, a noroeste da Folha Jacupiranga, sejam relacionados aos mesmos pacotes que afloram na Folha Braço, na estrada que liga os bairros Barra do Batatal e Barra do Braço, lavrados com fins de utilização para pedra de revestimento, a primeira região pode apresentar grande potencial para esta substância, embora sua localização encontre-se em área de difícil acesso.

Apesar da potencialidade mineral, para diversas substâncias, ser evidenciada em alguns domínios das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, devem ser observados os limites e restrições impostos pelas unidades de conservação ambiental.

PARTE III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1

Conclusões

Este trabalho compreendeu o mapeamento geológico integrado com o levantamento geoquímico e processamento aerogeofísico das folhas SG.22-X-B-VI-2 (Jacupiranga) e SG.22-X-B-VI-4 (Rio Guaraú), cujos resultados estão apresentados nas cartas geológicas e metalogenéticas/previsionais, ambas na escala 1:50.000.

A interpretação e integração dos dados geológicos, geoquímicos e geofísicos foram consolidadas no presente relatório, cujas informações mais importantes estão sintetizadas a seguir:

1.1 Geologia

O mapeamento geológico permitiu cartografar e caracterizar várias unidades geológicas, agrupadas em dois domínios principais, limitados pela Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha.

Domínio Costeiro – compreende o Complexo Serra Negra, Seqüência Cachoeira, Complexo Gnáissico-Migmatítico e o Complexo Turvo-Cajati.

O Complexo Serra Negra abrange na área parte de um complexo ígneo, constituído predominantemente por asso-

ciações gabro-anortosíticas com diferentes graus de deformação, metamorfismo e retrometamorfismo. Estas associações foram caracterizadas sob a designação de Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo.

A Seqüência Cachoeira representa uma unidade metavulcano-sedimentar, de baixo grau metamórfico (fácies xistoverde, zona da clorita), com nítido padrão deformacional sinistral, desenvolvida sobre terrenos do Complexo Serra Negra e granito-gnáissicos (presumivelmente do tipo *granite-greenstone*). Embora ainda sejam necessários mais estudos, as diversas características desta unidade permitem enquadrá-la como provável bacia evoluída a partir do Arqueano, indicando tratar-se de remanescentes de estruturas do tipo *greenstone belt*, o que corrobora a proposição de Silva *et al.*, (1981) e Silva (1981).

O Complexo Gnáissico-Migmatítico reúne três principais unidades caracterizadas por associações de ortognaisses bandados, ortognaisses porfiroclásticos e granitóides foliados. Todos esses conjuntos apresentam nítido protólito ígneo, associando uma história deformacional e

metamórfica bastante complexa, evoluídos em condições de intenso regime dúctil e metamorfismo compatível com fácies anfíbolito. Representam o embasamento do Complexo Turvo-Cajati. A datação radiométrica, obtida através de determinação U-Pb em zircões da unidade dos ortognaisses porfiroclásticos indicou idade de 2.148 ± 37 Ma., interpretada como idade de formação da rocha, também admitida como idade mais antiga para os processos de deformação, relacionando-a com os demais domínios do Complexo Gnáissico-Migmatítico (Paleoproterozóico).

O Complexo Turvo-Cajati representa uma seqüência metassedimentar constituída predominantemente por associações de micaxistos diversos, mármores dolomíticos, quartzitos, paragnaisses e migmatitos, e rochas cálcio-silicáticas. Estudos efetuados no âmbito do presente trabalho também concluíram que os protólitos do Gnaisse Itapeúna integraram, anteriormente, partes das associações deste complexo, permitindo enquadrá-lo como subunidade. Todo o conjunto ostenta protólitos eminentemente paraderivados e apresenta grau metamórfico variável, predominando condições de fácies anfíbolito (média pressão/média a alta temperatura), notando-se ainda, incremento das feições de fusão parcial em direção aos domínios do Gnaisse Itapeúna e junto ao contato com os ortognaisses bandados. O padrão deformacional também é variável, verificando-se domínios ora de caráter sinistral ora dextral. O Gnaisse Itapeúna revela-se como um granitóide anatótico, crustal, do tipo S, embora evoluído a partir de protólitos com forte contribuição carbonática e subordinadamente pelítico-aluminoso, cuja composição assemelha-se a granitóides cálcio-alcalinos. Apresenta características migmatíticas e deformação bastante variável, em parte relacionada com a ZCT Cubatão-Lancinha. Admite-se que as litologias do Complexo-Turvo Cajati, desde sua sedi-

mentação, tenham evoluído a partir do Paleoproterozóico. Por outro lado, a datação radiométrica U-Pb em zircões do Gnaisse Itapeúna indicaram idade de 634 ± 26 Ma., permitindo neste contexto sua interpretação como granitóide sincolisional, ligado a um evento de migmatização regional. Todas as características indicam que as unidades deste complexo estiveram sujeitas a episódios de retrabalhamentos, tratando-se portanto, de modo geral, de uma unidade geológica policíclica e polifásica.

Domínio Ribeira - compreende o Complexo Embu e Grupo Açungui, este último representado na área pela Formação Votuverava.

O Complexo Embu representa uma seqüência metassedimentar com subordinada contribuição de rochas básicas (ortoanfíbolitos). Foram reconhecidas associações de micaxistos diversos, quartzitos e quartzo-filitos, metamargas e rochas cálcio-silicáticas, além de metabasitos. O grau metamórfico varia de fácies xisto-verde alto a anfíbolito, com notável imposição retrometamórfica sobretudo condicionada pelas zonas de cisalhamento. Eventualmente são registradas feições de fusão parcial atuando nos litótipos mais aluminosos. O padrão deformacional impresso configura um cinturão de cisalhamento dextral, posicionado segundo a direção NE-SW, relacionado com a imposição das zonas de cisalhamento Cubatão-Lancinha e Ribeira. Embora restritas, análises químicas efetuadas nos ortoanfíbolitos apontaram assinaturas compatíveis com basaltos que se assemelham aos de cadeias mesoceânicas. Presume-se que a sedimentação deste complexo tenha evoluído a partir do Mesoproterozóico, com principais processos de metamorfismo e deformação atuados durante o Neoproterozóico. A sedimentação desta unidade se deu em episódio tectônico anterior ao do Grupo Açungui,

com posterior imbricamento tectônico a este último, balizado pela Zona de Cisalhamento Ribeira.

A Formação Votuverava (Grupo Açungui) representa uma seqüência meta-vulcano-sedimentar de ambiente marinho de águas profundas, oriunda de um complexo turbidítico. É constituída predominantemente por filitos com intercalação de delgados corpos de rochas metabásicas. Apresenta grau metamórfico baixo, de fácies xisto-verde, zona da clorita. O padrão deformacional hoje impresso é o mesmo que afetou as rochas do Complexo Embu, portanto ligado à implantação de um cinturão de cisalhamento dextral. Presume-se que a sedimentação desta unidade tenha evoluído entre fins do Mesoproterozóico, com principais processos de deformação e metamorfismo atuados durante o Neoproterozóico.

Afora as unidades mencionadas nos domínios anteriormente citados, foram caracterizados cinco corpos de rochas intrusivas graníticas, representados na Folha Rio Guaraú pelos maciços graníticos Guaraú e Mandira, e pelo Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha; na Folha Jacupiranga pelos granitos Barra do Braço e Votupoca. Excetuando-se o Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, esses corpos integram e/ou são correlatos à Suíte Intrusiva Serra do Mar. Constituem-se predominantemente por sienogranitos, em geral de coloração rósea, isótropos, equigranulares, de tendência alcalina a peralcalinos, do tipo A. Estão possivelmente relacionados a um magmatismo com características intra-placa, em contexto de regime distensivo, pós-colisional, atuante entre fins do Neoproterozóico e início do Fanerozóico.

A datação radiométrica U-Pb em zircões do Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha apontou idade de 742 ± 120 Ma. Suas características permitiram interpretá-lo como um corpo granitóide cálcio-alcalino

deformado, provavelmente correlato aos granitóides da Suíte Rio Piên, com magmatismo pré- a sincolisional, e alojamento ao longo de zonas de cisalhamento, antecedente ao evento magmático dos granitos alcalinos/peralcalinos pós-colisionais da Suíte Intrusiva Serra do Mar.

O registro do magmatismo mesozóico está representado na área por duas associações: uma de caráter plutônico, que engloba o Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, constituído predominantemente por magnetita clinopiroxenos e dunitos e subordinadamente por ijolitos, melteigitos, carbonatitos, nefelina sienitos, sienitos, fonólitos, gabros, dioritos, monzonitos e fenitos. Assinaturas magnéticas e geoquímicas permitiram reconhecer uma intrusão satélite associada a este complexo, posicionada cerca de 5 Km a sudeste da borda, constituída por olivina gabros, aqui denominada de Intrusão Barro Branco. A outra associação está relacionada com magmatismo do tipo fissural, representada por diques de diabásio (ligados ao Alinhamento de Guapiara), diques de lamprófiros e subordinadamente por diques alcalinos. Ambas manifestações são remetidas ao Cretáceo Inferior e estão ligadas aos episódios de abertura do Oceano Atlântico.

As coberturas cenozóicas presentes englobam principalmente os depósitos de cascalhos, posicionados em diferentes níveis de terraços, de presumível idade terciário-quadernária e sedimentos aluvionares holocênicos, associados às planícies dos principais rios como o Ribeira e o Jacupiranga. Em área restrita a extremo sudeste da Folha Rio Guaraú também estão presentes sedimentos aluvionares marinhos e depósitos de mangue. Depósitos coluvionares e de tálus concentram-se predominantemente nas encostas do Granito Mandira e partes do Granito Guaraú.

Do ponto de vista estrutural, foram caracterizados dois grandes domínios bali-

zados pela Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha.

O domínio I situado a norte da referida zona de cisalhamento é equivalente ao Domínio Ribeira, caracterizado por relativa homogeneidade tectônica, cuja movimentação tem caráter direcional / transpressional dextral.

A sul, o segundo grande domínio engloba os domínios estruturais II e III, exibe estruturação bastante complexa, heterogênea, provavelmente de idades distintas, inclusive fazendo-se necessária a divisão em subdomínios. Corresponde à distribuição das rochas do Domínio Costeiro, verificando-se o predomínio de uma cinemática de movimentação sinistral.

Cumprе ressaltar que a principal feição tectônica presente na área está representada pela Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha. Constitui um importante limite tectono-estratigráfico cujas unidades geológicas e padrões estruturais são paradoxalmente distintos a norte e a sul de seu eixo principal. As características geológicas locais e regionais associadas a esta grande estrutura favorecem sua interpretação como limite de blocos crustais, possivelmente constituindo zona de sutura entre os terrenos cratônicos Luís Alves, a sul e Paraná, a norte, justapostos por tectônica colisional, relacionada à aglutinação de massas continentais do Gondwana ocidental, durante o Neoproterozóico.

1.2 Geoquímica

O levantamento geoquímico por sedimentos de corrente e concentrados de batéia, mais uma vez confirmou sua eficácia não só como uma ferramenta fundamental à cartografia geológica, mas principalmente na prospecção mineral e no entendimento da metalogenia.

Assim sendo, pode-se destacar:

Cartografia geológica - Na Folha Jacupiranga levou à cartografar os granitos

Barra do Braço e Votupoca, além da intrusão do Barro Branco. Na Folha Rio Guaraú, auxiliou na nova definição dos limites da Seqüência Cachoeira e do Complexo Serra Negra. Em toda a área, as parageneses de minerais metamórficos detectados nas amostras de concentrados de batéia também forneceram importantes subsídios quanto aos aspectos do metamorfismo das unidades.

Metalogenia - Na Formação Votuverava do Grupo Açungui, dentro da Folha Jacupiranga ocorrem ouro e prata associados a sulfetos hidrotermais (Cu, Pb, Zn, Cd, As e Sb). Estanho e Molibdênio no Granito Votupoca. Estanho no Granito Barra do Braço. EGP, Au, Ag, Cr, Ni, Cu, Co, Fe, V, P e Ba nas rochas do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga.

Na Folha Rio Guaraú, ocorre Sn, Mo e W no Granito Mandira. Sn e W no Granito Guaraú. Au, Fe, V, Mn, Cu, Co e Ba nas rochas do Complexo Turvo-Cajati. Au e sulfetos hidrotermais (Cu, Pb, Zn, As, Cd) na Seqüência Cachoeira. Au, Cu, Cr, Ni, Fe e V no Complexo Serra Negra. Scheelita nas zonas de contato do Granito Guaraú e Granito-Gnaiss Alto Jacupiranguinha com rochas cálcio-silicáticas/ mármore dolomíticos do Complexo Turvo-Cajati.

Prospecção Mineral - Com os resultados da prospecção geoquímica, embasados pelo contexto geológico, destacam-se alguns alvos para uma prospecção detalhada (*follow-up*):

- Formação Votuverava com Au e Ag, associados a sulfetos hidrotermais.
- Granitos Votupoca e Barra do Braço com mineralizações de Sn e Mo, principalmente por estarem com suas cúpulas preservadas.
- Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, bem como a intrusão satélite de Barro Branco e diques de lamprófiros, voltado para as mineralizações de osmium (liga de ósmio e irídio), impor-

tantes e valiosos minerais do grupo da platina.

- A Seqüência Cachoeira com Au associado a sulfetos hidrotermais, cuja importância aumenta na medida em que possa representar uma seqüência do tipo *greenstone belt*.

1.3 Geofísica

Os resultados obtidos com processamento dos dados aerogeofísicos magnéticos e gamaespectrométricos das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú trouxeram importantes subsídios, não só para auxiliar os trabalhos de mapeamento geológico, permitindo um melhor entendimento quanto a delimitação de certas unidades (e.g. Intrusão Barro Branco, granitos Barra do Braço e Votupoca), mas também para assinalar alvos para a prospecção mineral, como por exemplo a anomalia magnética dipolar presente no contexto da Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo. Constitui-se portanto numa excelente ferramenta, sobretudo quando integrada com os dados da geologia e do levantamento geoquímico.

1.4 Metalogenia

Nas cartas metalogenéticas / previsionais foram delimitadas áreas de interesse para a prospecção mineral.

Áreas potenciais para ouro, ligadas à mineralizações filonianas epitermais, foram assinaladas nos domínios da Seqüência Cachoeira e da Formação Votuverava. Índícios indiretos permitiram contemplar o potencial para mineralizações de Fe-Ti-V, possivelmente associado à rochas anortosíticas relacionadas ao Complexo Serra Negra. Os estudos realizados neste trabalho confirmam o potencial real das mineralizações (P, Fe, Ni) presentes e já conhecidas no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, assinalando ainda inéditas ocorrências de osmiridium, provavelmente

associados aos dunitos e/ou diques de olivina lamprófiros.

Os corpos de granitóides pós-colisionais do Tipo A apresentam assinaturas geoquímicas e geofísicas que favorecem ocorrências de mineralizações relacionadas a graisens (Sn, W, F, Mo), com melhores perspectivas para os granitos Barra do Braço e Votupoca, já que estes configuram corpos menores e com menor grau de erosão que o apresentado pelos maciços graníticos Guaraú e Mandira, que tiveram seu potencial prejudicado pela remoção das zonas de cúpula.

Na área das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú afloram terrenos de grau metamórfico elevado (complexos Gnáissico-Migmatítico, Turvo-Cajati e Embu), cujas características desfavorecem o mérito geológico para abrigar mineralizações metálicas de cunho econômico. A detecção de ouro e scheelita em concentrados de bácia nos domínios desses terrenos pode estar relacionada com interação entre mobilizados pegmatóides/cálcio-silicáticas capazes de gerar processos de escarnitização localizados ou, como hipótese alternativa, algumas das ocorrências de ouro também poderiam representar resquícios de sistemas epi a mesotermiais associados com o magmatismo lamprófirico do Cretáceo Inferior, no entanto, faz-se necessário a realização de análises químicas dos diques de lamprófiros a fim de confirmar tal assertiva.

1.5 Geologia Econômica

A atividade minerária mais importante consiste na exploração dos recursos presentes no corpo de carbonatito do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga (apatita, calcita/dolomita e magnetita), cujo minério possui aproveitamento integral, praticamente sem rejeito. Jazidas de níquel laterítico também estão presentes no complexo, relacionadas ao corpo de dunito.

As demais ocorrências, excetuando-se uma lavra de gnaiss para brita, uma de argila relacionada com micaxistos do Complexo Turvo-Cajati, alguns pequenos portos de areia ao longo do Rio Ribeira, e pequenas extrações de saibro, em geral consis-

tem em lavras inativas, indícios pouco ou ainda não avaliados, reservas esgotadas, ou atividades restritas devido localização em áreas abrangidas pelas unidades de conservação ambiental (Parque Estadual de Jacupiranga).

2

Recomendações

Os trabalhos de mapeamento geológico de semi-detalle (escala 1:50.000), levantamento geoquímico e processamento aerogeofísico realizados no âmbito das folhas Jacupiranga e Rio Guaraú, permitem recomendar uma série de trabalhos adicionais, visando a resolução de problemas que ainda persistem e que demandam investigações complementares para um melhor entendimento, quer de cunho científico (geológico), quer de natureza prospectiva, para a adequada avaliação dos indícios minerais encontrados. Esses trabalhos, pela diversidade de objetivos podem ser assumidos por entidades governamentais, universidades e/ou pelo setor privado.

2.1 Recomendações aos Órgãos Governamentais e às Universidades

Na região sudoeste da Folha Rio Guaraú foi reconhecida uma associação de metagabros com bandas metanortosíticas subordinadas, aqui denominada de Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo, que foi tentativamente atribuída como parte do Complexo Serra Negra, provavelmente com evolução arqueana. Analisando-se os padrões de drenagem, de relevo, bem como

das assinaturas aerogeofísicas das áreas adjacentes aos limites da porção ora investigada, nota-se que o referido complexo possui dimensões consideráveis, no mínimo abrangendo área de aproximadamente 300 Km², estendendo-se em direção às folhas contíguas Rio Turvo (SG.22-X-B-VI-3), Serra Negra (SG.22-X-D-II-1) e pequena parte da Folha Ariri (SG.22-X-D-III-2). Tal unidade pode constituir um complexo máfico-ultramáfico, com associações gabro-anortosíticas e charno-enderbíticas. No entanto, poucos trabalhos foram desenvolvidos nesta região, talvez pela condições de difícil acesso, aliadas ao intenso grau de intemperismo dos litótipos, que dificultam a exposição de bons afloramentos. Anomalias magnéticas isoladas, identificadas neste contexto podem representar indícios de concentrações de minerais magnéticos (e.g. magnetita, ilmenita) associadas a anortositos, com potencialidades de constituírem mineralizações de Fe-Ti-V.

As características da Seqüência Cachoeira sugerem evolução relacionada com o Complexo Serra Negra. A interpretação como provável bacia do tipo *greenstone-belt* ainda é pendente, carecendo portanto de estudos mais detalhados. No entanto,

verifica-se nesta unidade importante potencial para abrigar mineralizações auríferas epitermais, cabendo ressaltar que na região encontram-se antigas lavras exploradas durante o período colonial.

Recomenda-se a realização de mapeamento geológico sistemático nas áreas que englobam as litologias do Complexo Serra Negra e da Seqüência Cachoeira, com a utilização de ferramentas multidisciplinares (petrologia, estrutural, litogeoquímica, geocronologia com diversos métodos simultâneos, geofísica aérea e terrestre, prospecção geoquímica, etc) para uma melhor caracterização dessas unidades, que certamente trarão importantes implicações geotectônicas e metalogenéticas. Esses levantamentos podem tanto incluir mapeamento integral das folhas anteriormente mencionadas (quadrículas) ou apenas a área de exposição de ambas unidades, no contexto de uma província.

Na área de exposição do Complexo Gnáissico-Migmatítico foram encontrados indícios de prováveis estruturas compatíveis com regimes transtracionais. Recomenda-se a realização de trabalhos detalhados de análise estrutural e estudos do metamorfismo, em áreas-chave, visando melhor caracterização dessas estruturas e o esclarecimento das relações entre essas rochas com as do Complexo Turvo-Cajati. As litologias deste último complexo representam coberturas metassedimentares posicionadas exclusivamente no Domínio Costeiro e sua idade tentativamente foi atribuída ao Paleoproterozóico, carecendo portanto de estudos geocronológicos. Verifica-se que há necessidade de esclarecer se há duas épocas distintas de migmatização afetando os termos do Complexo Turvo-Cajati; para tanto é recomendável realizar mais datações U-Pb em zircões do Gnaisse Itapeúna, confirmando seu posicionamento no Neoproterozóico, e nos mica-xistos e paragnaisses migmatizados que ocorrem próximos ao contato com os or-

tognaisses do embasamento. Também recomenda-se realizar integração regional dos dados obtidos para as unidades presentes tanto no Domínio Ribeira quanto no Domínio Costeiro, neste último contexto fazendo-se correlações com subdomínios dos terrenos (e.g. Complexo Atuba, Suíte Rio Piên, Luís Alves e outros terrenos presentes no Bloco Itatins).

Sugere-se a realização de um simpósio sobre a Faixa Ribeira que contemple trabalhos multidisciplinares, sobretudo quanto a propostas de organização estratigráfica e estudos da evolução tectônica, com ênfase no estabelecimento do significado geológico da Zona de Cisalhamento Cubatão-Lancinha. Considera-se também de fundamental importância o entendimento dos aspectos da sedimentação e do magmatismo básico associados ao Complexo Embu e Formação Votuverava.

Durante os trabalhos da fase operacional, verificou-se que a região do vale do Rio Capelinha, situada no extremo oeste da Folha Rio Guaraú, apresenta potencial para realização de projetos de infraestrutura turística (eco-turismo), dada a presença de grutas nos mármores dolomíticos, vegetação nativa, sambaquis, cachoeira, pedreira desativada, cujas ocorrências são próximas entre si e com situação dentro dos limites do Parque Estadual de Jacupiranga.

2.2 Recomendações ao Setor Privado

Até o momento, o único depósito mineral significativo presente na área mapeada refere-se ao corpo de carbonatito do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Jacupiranga, cuja exploração é efetuada desde várias décadas e destinada a obtenção de fosfato para fertilizantes, tendo como subprodutos economicamente aproveitáveis, carbonatos (calcita/dolomita) e magnetita, utilizados na fabricação de cimento. Entretanto, os trabalhos de levantamento ge-

oquímico evidenciaram a presença de platinóides (*osmiridium*), cuja origem é atribuída aos termos ultrabásicos (dunitos e diques de olivina-lamprófiros). Anomalias geofísicas aeromagnéticas e geoquímicas, em sedimento de corrente (P,Ba,Sr), permitiram a identificação e caracterização preliminar da Intrusão Barro Branco, que representa um corpo satélite do Complexo de Jacupiranga, enquanto que os corpos sieníticos situados nas bordas deste complexo, notavelmente evidenciam fortes anomalias radiométricas. Recomenda-se realizar estudos prospectivos de detalhe, visando melhor caracterização dessas informações e estabelecimento do real potencial para mineralizações associadas a esses contextos.

Em termos metalogenéticos, a área também configura-se como mais promissora a conter mineralizações econômicas de ouro e Fe-Ti-V.

No que diz respeito ao ouro, duas áreas com importantes ocorrências e indícios podem ser indicadas: a primeira engloba os domínios da Formação Votuverava, na região do Rio Taquari, a noroeste da Folha Jacupiranga. Trabalhos de pesquisa efetuados pela CPRM (e.g. Câmara, 1992; Lopes Jr *et al.*, 1994, 1995; Schrank e Câmara, 1992; Vasconcelos *et al.*, 1993; Vasconcelos e Câmara 1992,1995) em áreas próximas e afins, concluíram que o ouro associado à esta unidade pode estar relacionado a duas tipologias principais:

1) Tipo Piririca - Depósitos sulfetados, em veios de quartzo carbonatados, encaixados em rochas subvulcânicas básicas, de grau metamórfico fraco, com alteração hidrotermal nas encaixantes nas zonas da cloritização, carbonatização e sericitização. Os veios mineralizados ocorrem onde as rochas metabásicas foram afetadas por zonas transcorrentes e o ouro foi transportado para as estruturas através de soluções hidrotermais. Nestes depósitos os principais minerais de minério são: pirita e arse-

nopirita (com ouro nativo incluso), galena, pirrotita, esfalerita e calcopirita. Localmente ocorrem bismutinita, tetraedrita e boulangerita. Os principais trabalhos sobre pesquisas de mineralizações auríferas da área do Piririca e Ivaporunduva são remetidos a Pinto *et al.* (1979, 1980 e 1982), Pinto & Borin Jr (1982), Borin Jr. (1983), Borin Jr. & Ferrari (1983), Borin Jr. *et al.* (1980)

2) Tipo São Pedro - Depósitos estratiformes com ouro disseminado em rochas pelíticas carbonosas, com posterior retrabalhamento em zonas de cisalhamento de baixo a alto ângulo. São filões de pequena possança, budins, *ribbons* e micrólitos de quartzo, encaixados em rochas carbonosas miloníticas, de grau metamórfico fraco, com alteração hidrotermal das encaixantes na zona da carbonatização. A assembléia mineral deste minério, inclui ouro livre, pirita, arsenopirita, calcopirita, eventualmente stolzita/raspita ($PbWO_4$). O ouro nestes depósitos ocorre na forma livre devido a oxidação de sulfetos, principalmente arsenopirita e pirita, dissociado a partir de processos intempéricos, com enriquecimento supérgeno.

A segunda área inclui os domínios da Seqüência Cachoeira, aflorante na região sul e sudoeste da Folha Rio Guaraú, a sul da Serra do Cadeado (Rio das Minas/Rio Açungui). Embora em termos geológicos esta unidade seja pouco conhecida, conforme já mencionado, registros de atividades exploratórias datam do período colonial e os indícios geológicos e geoquímicos revelados no presente trabalho favorecem a interpretação de provável remanescente de ambiente *greenstone-belt*, o que a torna interessante para a pesquisa de recursos minerais. No entanto, cabe ressaltar que a área situa-se numa região de difícil acesso e devem ser observados os limites e restrições impostos pelas áreas de conservação ambiental (Parque Estadual de Jacupiranga).

No canto nordeste da Folha Rio Guaraú foram detectados importantes indícios de ouro em concentrados de batéia. No entanto, não foi possível diagnosticar sua origem. É portanto recomendável realizar trabalhos de pesquisa mais detalhados, cabendo ressaltar que esta região não apresenta restrições ambientais como as já mencionadas.

Conforme já mencionado no item anterior, a restrita anomalia magnética dipolar presente nos domínios da Suíte Gabro-Anortosítica Alto Turvo, revela-se como forte indício para abrigar mineralizações de Fe-Ti-V, possivelmente associadas a porções cumuláticas em anortositos. Estudos de mapeamento geológico de detalhe, magnetometria terrestre e geoquímica são recomendáveis para atestar a potencialidade deste indício, entretanto, sua localização também se encontra no interior da área do Parque Estadual de Jacupiranga, o que dificulta a legalização de trabalhos de pesquisa.

Recomenda-se a realização de análises litogeoquímicas para elementos terras-raras em amostras dos granitos Barra do Braço e Votupoca, a fim de se detectar possíveis assinaturas com forte esgota-

mento em Eu (Európio), indicativas de fracionamento, que poderiam corroborar ainda mais a potencialidade desses corpos em conter mineralizações ligadas a graissens (Sn, W, Mo, Nb), conforme já mencionado.

No tocante aos bens minerais não metálicos, recomenda-se avaliar a potencialidade para argilas aluminosas refratárias nas aluviões do Rio Turvo (afluente do Jacupiranga) e Ribeirão Padre André. Essas argilas podem ser oriundas dos micaxistos aluminosos do Complexo Turvo-Cajati.

Durante as atividades de campo, verificou-se interesse de certas empresas de mineração para áreas com potencial para brita, decorrente das obras de duplicação da Rodovia BR-116. Na área da Folha Jacupiranga as unidades com perspectivas para exploração de brita são o Gnaisse Itapeúna, cujos domínios também são os mais favoráveis para a exploração de saibro, e o Granito Barra do Braço. Na área da Folha Rio Guaraú, domínios dos maciços graníticos Guaraú e Mandira e do Complexo Gnáissico-Migmatítico também são favoráveis, embora em grande parte restritos pelas unidades de conservação ambiental.

3

Informações Geradas

Os levantamentos realizados nas folhas Jacupiranga e Rio Guaraú proporcionaram a obtenção das informações quantificadas no Apêndice I e dos documentos listados a seguir:

3.1 Texto Explicativo Ilustrado

3.2 Documentos Anexos ao Texto Explicativo

- Carta Geológica da Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta Geológica da Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Carta Metalogenética/Previsional da Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta Metalogenética/Previsional da Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000

3.3 Documentos Disponíveis em Arquivo Eletrônico (CD-ROM)

3.3.1 Banco de Dados

- Fichas de afloramentos descritos
- Fichas de análise petrográfica

- Fichas de amostragem geoquímica de sedimento de corrente
- Fichas de amostragem geoquímica de concentrado de batéia
- Fichas de cadastro de ocorrências minerais
- Resultados de análises químicas de sedimento de corrente
- Resultados de análises químicas de concentrado de batéia
- Resultados de análises químicas de rocha
- Resultados de análises químicas de zircão

3.3.2 Cartas temáticas

- Carta de afloramentos descritos e amostras analisadas – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de afloramentos descritos e amostras analisadas – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Carta de drenagem – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de drenagem – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000

- Carta de pontos de amostragem de sedimento de corrente e concentrado de batéia com delimitação de bacias de drenagem – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de pontos de amostragem de sedimento de corrente e concentrado de batéia com delimitação de bacias de drenagem – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Carta de anomalias em sedimento de corrente e minerais econômicos em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de anomalias em sedimento de corrente e minerais econômicos em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Carta de bacias anômalas em sedimento de corrente e minerais acessórios em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de bacias anômalas em sedimento de corrente e minerais acessórios em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Carta de bacias anômalas em sedimento de corrente e minerais metamórficos em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de bacias anômalas em sedimento de corrente e minerais metamórficos em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Carta de bacias anômalas em sedimento de corrente e minerais hidrotermais em concentrado de batéia – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Carta de bacias anômalas em sedimento de corrente e minerais hidrotermais em concentrado de batéia – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa da concentração do equivalente Tório (eTh) – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da concentração do equivalente Urânio (eU) – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da concentração do equivalente Urânio (eU) – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa da concentração do Potássio (K) – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da concentração do Potássio (K) – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa da taxa de exposição do canal da contagem total – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da taxa de exposição do canal da contagem total – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa da razão Th/K – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da razão Th/K – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa da razão U/K – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da razão U/K – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa da razão U/Th – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa da razão U/Th – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa de interpretação radiométrica – eTh – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa de interpretação radiométrica – eTh – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa magnético do campo total – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa magnético do campo total – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000
- Mapa de interpretação magnética do sinal analítico – Folha Jacupiranga – escala 1:50.000
- Mapa de interpretação magnética do sinal analítico – Folha Rio Guaraú – escala 1:50.000

Referências Bibliográficas

- ALGARTE, J.P. A influência dos arqueamentos cratônicos no condicionamento das alcalinas nos estados de São Paulo e Paraná. *In.*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. *Anais...* Belém, SBG, 1972. v. 1, p. 65-69.
- ALGARTE, J.P. & HAMA, M. Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais: folha Itararé (SG.22-X-B), escala 1:250.000. *In.*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, 1984. v. 7, p.192-193.
- ALGARTE, J.P.; DAITX, E.C.; CUNHA, H.C.S.; CAVALCANTE, J.C.; YAMAMOTO, K.; KAEFER, L.Q.; CHIAREGATI, L.A. *Projeto sudeste do estado de São Paulo: folha Itararé (SG.22-X-B), mapa geológico.* São Paulo: DNPM/CPRM, 1972. 3v.
- ALGARTE, J.P.; DAITX, E.C.; CUNHA, H.C.S.; CAVALCANTE, J.C.; YAMAMOTO, K.; KAEFER, L.Q.; CHIAREGATI, L.A. *Projeto sudeste do estado de São Paulo: folha São Paulo (SF.23-Y-C): relatório final.* São Paulo, DNPM/CPRM, 1974. 3v.
- ALGARTE, J.P.; HAMA, M.; CHIODI FILHO, C.; MACEDO, A.B.; BEZERRA, J.R. *Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais: folha Itararé (SG.22-X-B), escala 1:250.000.* São Paulo, CPRM, 1986. 2 v.
- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim Instituto Geografia e Geologia.* São Paulo, 41:169-263, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução da plataforma brasileira. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro, DNPM, 1967, 24:36p.
- ALMEIDA, F.F.M. Geochronological division of the Precambrian of South America. *Revista Brasileira de Geociências*, 1971, 1(1):13-21.
- ALMEIDA, F.F.M. The precambrian evolution of the south american cratonic margin south of Amazon River. *In.*: NAIM, A.E.M.; STEHLI, F.G. *The ocean basins and margins.* New York, Plenum, 1973. v.1, cap. 11, p.411-446.
- ALMEIDA, F.F.M. Distribuição regional e relação tectônica do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira Geologia*, 16(4):325-349, 1986.

- ALMEIDA, F.F.M. & MELO, M.S. A bacia Mesozóica. *In: ALMEIDA et al.* 1981, Mapa...São Paulo. Nota Explicativa. Monografias, 6, IPT, São Paulo, 1981.
- ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1984, 378p.
- ALMEIDA, M.A. *Geologia da Formação Água Clara na região de Araçáiba (SP)*. São Paulo, IG/USP, 1989. 193 p. (Dissertação de Mestrado)
- ALMEIDA, M.A.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P. A Formação Água Clara na região de Araçáiba, estado de São Paulo: litotipos, metamorfismo e deformação. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG, 1986. v. 2, p.905-918.
- AMARAL, G. Potassium-argon age studies on the Jacupiranga alkaline district, state of São Paulo, Brazil. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CARBONATITOS*, 1, Poços de Caldas, 1976. *Anais...* Poços de Caldas, DNPM/SBG/IAGC, 1976.
- ANJOS, I.L.S. Processamento de dados do Projeto Aerogeofísico São Paulo/Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, CPRM, 1988.
- BABINSKY, M. *Metodologia isotópicas Pb/Pb aplicação aos migmatitos e rochas associadas da região de São José dos Campos (SP)*. São Paulo, IPEN, 1988. 101p.
- BARBOSA, A.F. & GUIMARÃES, J.E.P. Contribuição ao conhecimento da província metalogenética da região da Ribeira, estado de São Paulo, Brasil. *In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA*, 2, Rio de Janeiro, 1946. *Anais...* Rio de Janeiro, 1946. v. 2, p.35-100.
- BARBOSA, O. *Geologia e petrologia na região de Apiaí (SP)*. São Paulo, Escola Politécnica/USP, 1941. 76p. (Tese p/ concurso da Cadeira de Geologia, Petrologia e Mineralogia).
- BASEI, M.A.S.; SIGA JÚNIOR, O.; MACHIAVELLI, A.; MANCINI, F. Evolução tectônica dos terrenos entre cinturões Ribeira e Dom Feliciano (PR-SC). *Revista Brasileira de Geociências*, 1992. **22**(2): 216-221.
- BASTIAN, L. Ocorrências de minério de chumbo em Lageado, município de Iporanga, estado de São Paulo. *In: CONGRESSO PAN - AMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA*, 2, Petrópolis, 1946. *Anais...* Petrópolis, 1946. v. 2, p.199-221.
- BASUMALLICK, S.; TREIN, E.; MURATORI, A.; FUCK, R.A.; RIVEREAU, J.C. Preliminary note on the charnockite occurrences around Serra Negra, state of Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, 1969. **27**: 105-110.
- BATOLLA JÚNIOR, F.; CARVALHO, M.A.S.; COLANERI, S.; AGUIAR NETO, A. Projeto leste do Paraná - folha Curitiba (SG.22-X-D-1): geologia e anexos. São Paulo : DNPM/CPRM, 1977. 2v.
- BATOLLA JÚNIOR, F. HAMA, M.; LOPES JÚNIOR, I. Idades radiométricas Rb/Sr e K/Ar em rochas cristalinas da região leste do Paraná. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 1, São Paulo, 1977. *Atas...* São Paulo : SBG, 1977, p. 324-337.
- BATOLLA JÚNIOR, F. ; SILVA, A. T. S. F. da ; ALGARTE, J. P. O pré-cambriano da região sul-sudoeste do estado de São Paulo e leste-nordeste do estado do Paraná. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba : SBG, 1981. p.94-108.
- BETTENCOURT, J. S. ; RUEGG, N. R. O exame de diques de diabásio da região de Guapiara, São Paulo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 26, Belém, 1972. *Anais...* Belém : SBG, 1972. 296 p. (Bol. Esp. 1)

- BIGARELLA, J. J. Estudos preliminares da Série Açungui II: rochas calcárias. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, **3**: 201-354, 1948
- BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. 1965. Contribuição ao estudo da Formação Pariquera Açú (Estado de São Paulo). *Bol. Paran. Geogr.*, (16/17): 17-41.
- BIGARELLA, J. J. & SALAMUNI, R. Estudos preliminares na Série Açungui V: estruturas orgânicas nos dolomitos da Formação Capiru (PR). *Dusenía*, Curitiba, **7**(6): 317-323, 1956.
- BIGARELLA, J. J. & SALAMUNI, R. Estudos preliminares na Série Açungui VII: algumas estruturas singenéticas nos dolomitos da Formação Capiru. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 1956. p.11-197.
- BIGARELLA, J. J. & SALAMUNI, R. Contribuição a geologia da região sul da Série Açungui, Estado do Paraná. *Boletim Paulista Geografia*, São Paulo, **29**: 3-19, 1958.
- BIGARELLA, J. J. & SALAMUNI, R. Estudos preliminares na Série Açungui VIII: a Formação Votuverava. *Bol. Inst. Hist. Nat.*, Curitiba, **2**, 6 p. 1958.
- BIGARELLA, J. J. & SALAMUNI, R. Planta geológica (provisória) de parte dos municípios de Rio Branco, Bocaiúva do Sul, Almirante Tamandaré e Colombo, escala 1:50.000. Curitiba, Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas/UFPR, 1959.
- BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. Geologia do pré-devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense Geociências*, Curitiba, **23**(25): 43-103, 1967.
- BIONDI, J. C. *Mapa geológico da área do embasamento do Estado do Paraná; esc.1: 250.000*. Curitiba : MINEROPAR, 1983.
- BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; DANTAS, A.S.L., PONÇANO, W.L.; CAMPANHA, G.A.C.; NAGATA, N.; ALMEIDA, M.A., STEIN, D.P.; MELO, M.S.; CREMONINI, O.A. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, vol.1- IPT/PRÓ-Minério*, 1981.
- BOCTOR & SVISERO, D.P. Oxide minerals of the Jacupiranga Carbonatite, Brazil. *Annual Rel. Director. Geophysical Laboratory, Year Book 1977/1978*. Washington D.C.
- BOIN, M.N.; SILVA, J.R.B.; MELLO, I.S.C. Mineralizações polimetálicas associadas aos granitóides alcalinos de Mandira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32*, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG, 1982. v.3, p.945-956.
- BONIN, B. From orogenic to anorogenic settings: evolution of granitoid suites after a major orogenesis. *Geological Journal*. **25**:261-270, 1990.
- BORIN JÚNIOR, T. *Projeto Pilões: relatório de prospecção preliminar*. São Paulo: CPRM, 1983.
- BORIN JÚNIOR, T. & FERRARI, C. *Projeto Pilões: relatório final de pesquisa*. São Paulo, CPRM, 1986. 1v.
- BORIN JÚNIOR, T. ; PINTO, G. G. ; SILVA, A. A. G. P. da ; MORGENTAL, A. ; CASTRO, V. H. S. de Mineralizações filoneanas polimetálicas contendo ouro e prata associados a metais básicos descobertos pelo Projeto Eldorado, Vale do Ribeira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31*, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú : SBG, 1980. v. 3, p. 1444-1458.
- BOWDEN, P.; TURNER, D.C. Peralkaline and associated ring complexes in Nigeria: niger province, west África. *In: SORENSEN, H. The alkaline rocks*. London : John Wiley, 1974. p. 330-354.
- BOYLE, R.W. Gold deposits in turbidite sequences: their geology, geochemistry and history of theories of their origin. *In: KEPPIE, J.D.; BOYLE, R.W.:*

- HAYNES, S.J. Turbidite – hosted gold deposits. *Geol. Assoc. Can. Special Paper*, **32**:1-13, 1986.
- BURNHAN, C.W.; OHMOTO, H. Late stage processes of felsic magmatism. *Mining Geology*, **8**:1-11, 1980.
- CÂMARA, M.M. Classificação das principais mineralizações auríferas primárias do Vale do Ribeira. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo : SBG, 1992. v.1, p. 236. (Bol. Res. Exp.)
- CÂMARA, M.M. & PERROTTA, M.M. Análise de imagens aerogamaespectrométricas no estudo de zonas de alteração hidrotermal associadas a mineralizações auríferas no médio Vale do Ribeira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, Camboriú, 1994. *Anais...* Camboriú : SBG, 1994. v.2, p. 123-125. (Bol. Res. Exp.)
- CAMPAGNOLI, F. *Considerações sobre a seqüência Turvo Cajati, na região do Alto Rio Jacupiranguinha (SP)*. São Paulo, IG/USP, 1996. 93 p. (Dissertação de Mestrado)
- CAMPAGNOLI, F. & SILVA, M.E. Datações pelos métodos K/Ar e Rb/Sr em rochas da seqüência Turvo-Cajati, na região do Alto Rio Jacupiranguinha, município de Cajati (SP). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 5, Rio de Janeiro, 1997. *Atas...* Rio de Janeiro : SBG, 1997. p.126-128.
- CAMPANHA, G.A.C. *Tectônica proterozóica no alto e médio Vale do Ribeira, estados de São Paulo e Paraná*. São Paulo: IG/USP, 1991. 250p.(Tese de Doutorado)
- CAMPANHA, G. A. C. ; GIMENEZ FILHO, A. ; CAETANO, S. L. V. ; PIRES, F. A. ; DANTAS, A. S. L. ; TEIXEIRA, A. L. ; DEHIRA, L. K. *Geologia das folhas Iporanga (SG.X-B-V-2) e Gruta do Diabo (SG.22-X-B-VI-1)*. São Paulo: IPT/PROMINÉRIO, 1985. (Relatório 22.352)
- CAMPANHA, G. A. C. ; GIMENEZ FILHO, A. ; CAETANO, S. L. V. ; PIRES, F. A. ; DANTAS, A. S. L. ; TEIXEIRA, A. L. ; DEHIRA, L. K. Geologia e estratigrafia da região das folhas Iporanga e Gruta do Diabo, Vale do Ribeira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia : SBG, 1986. v. 2, p. 1058-1073.
- CAMPANHA, G.A.C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.A. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da faixa de dobramentos Apiaí. *In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1987. *Atas...* Curitiba : SBG, 1987. v. 2, p. 725-742.
- CAMPANHA, G.A.C.; MACHADO JÚNIOR, D.L.; NAGATA, N.; DANTAS, A.S.L.; ENS, H.H.; GIMENEZ FILHO, A.; BISTRICHI, C.A.; RONDINELLI, D.; MONMA, R.; MAEYAMA, O.; DEHIRA, L.K.; BODIGNON, J.L. *Avaliação preliminar da geologia das folhas 1:50.000 Taquaral, Mina do Espírito Santo, Ribeirão Itacolomi, Serra do Aboboral, Jacupiranga, Eldorado Paulista, Rio Guaraú, Barra do Azeite, Rio Turvo, Serra do Aleixo, Vale do Ribeira (SP)*. São Paulo : IPT/SICCT/PROMINÉRIO, 1988. (Relatório 26.863)
- CAMPANHA, G. A. C. ; GIMENEZ FILHO, A. ; SADOWSKI, G.R. Tectônica da faixa Ribeira. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, Camboriú, 1994. *Boletim de Resumos expandidos...* Camboriú, SBG, 1994. v. 3, p. 271-272.
- CAMPANHA, G. A. C. & SADOWSKI G. R. Cinturão Ribeira: Tectônica e questões pendentes sobre sua evolução. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 40, Belo Horizonte, 1998. *Atas...* Belo Horizonte, SBG, 1998. p. 17.
- CAMPOS NETO, M.C. Contribuição a 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, 1983. 11 p.
- CAMPOS NETO, M.C. Os gnaisses do alto rio Jacupiranguinha e xistos Cajati: relações estruturais e estratigráficas. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 4, São Paulo, 1983. *Atas...* São Paulo: SBG, 1983. p. 91-102.
- CAMPOS NETO, M.C. & FIGUEIREDO, M.C.H. The Rio Doce orogeny, southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Science*, 8(2): 143-162, 1995.
- CARNEIRO, C.D.R.; YOMASA, W.S.; TA-VEIRA, L.S.; CORREA, W.A.G.; RODRIGUES, E.P.; SUEMITSU, A. Geologia da região do alto curso do Rio São Lourençinho-São Paulo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 31, Camboriú, 1980. *Atas...* Camboriú, SBG, 1984. v. 5, p. 2864-2878.
- CARUSO, L.G.; BRAGA, T.O.; RODRIGUES, E.P.; ENS, H.H. Estudo de avaliação técnico-econômica para exploração de rochas ornamentais-granitóides Agudos Grandes e Guaraú - Vale do Ribeira (SP). *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 4, São Paulo, 1983. *Atas...* São Paulo: SBG, 1983. p. 327-339.
- CARVALHO, P.I. & PINTO, E.A. *Reconhecimento geológico na Série Açungui*. Rio de Janeiro: DNPM, 1937, 29 p. (Boletim 71)
- CHIODI FILHO, C. Contribuição a geologia das regiões sul paulista e leste paranaense, Grupos Açungui e Setuva. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Atas...* Rio de Janeiro : SBG, 1984. v. 5, p. 2394-2406.
- CHIODI FILHO, C.; CHIEREGATTI, L.A.; THEODOROVICZ, A. M. G.; MENEZES, R.G.; RAMALHO, R.; BATOLLA JÚNIOR, F. Geologia e recursos mine-rais das folhas Natividade da Serra e Caraguatatuba. *In: JORNADA SOBRE A CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO em escala 1:50.000*. São Paulo : PRÓ-MINÉRIO, 1983.
- CHIODI FILHO, C.; TAKAHASHI, A.T.; SILVA, C.R.; FERREIRA, J.C.G. *Projeto Capão Bonito: relatório final*. São Paulo: CPRM/PROMINÉRIO, 1983, 2 v.
- CHIODI FILHO, C.; SANTOS, J. F.; SOARES, P. C.; MORETZSHON, J. S. Estudo de ETR para caracterização e avaliação metalogenética de granitóides no escudo paranaense. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA*, 2 Rio de Janeiro, 1989. *Anais ...* Rio de Janeiro : SBG, 1989, v. 2, p. 487-498.
- COUTINHO, J.M.V. Petrologia do Pré-Cambriano em São Paulo e arredores. *Boletim IG*, 3:5-100, 1972.
- COLLINS, W. J. *et al.* Nature and origin of a type granites with particular reference to southeastern Australia. *Contrib. Miner. Petrol.*, 18(4):433-440, 1982.
- CORDANI, U. G. & BITTENCOURT, I. Determinações de idades potássio/argônio em rochas do Grupo Açungui. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 21, Curitiba, 1967. *Anais ...* Curitiba : SBG, 1967. p. 159-165.
- CORDANI, U. G. & KAWASHITA, K. Estudos geocronológicos pelo método Rb/Sr de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 25, São Paulo, 1971. *Anais ...* São Paulo : SBG, 1971. v. 1, p. 105-110.
- CORDANI, U. G.; GIRARDI, V. A. V.; GOMES, C. B.; LELLIS, H. S.; MELCHER, G. C. ; MELFI, A. J. Geologia da Folha Eldorado (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 25, São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo : SBG, 1971. p.176. (Bol. Esp.)

- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Projeto Aero-geofísico São Paulo - Rio de Janeiro: sub área IV*. São Paulo, ENCAL/CPRM/DNPM, 1979.
- DAITX, E. C. *O estágio atual do conhecimento sobre as mineralizações de Pb-Ag-Zn, do Vale do Ribeira*. São Paulo: IG/USP, 1985. (Exame de Qualificação)
- DAITX, E. C. *Uma análise crítica dos chamados grupos Setuva e Açungui na região do Vale do Ribeira (SP e PR)*. São Paulo: IG/USP, 1985.
- DAITX, E.C.; TAKAHASHI, A.T.; SILVA, C.R.; FERREIRA, J.C.G.; MAEYAMA, O. *Projeto Anta Gorda - fase III, mapeamento geológico da área norte*. São Paulo: DNPM/ CPRM, 1983. 123p.
- DAITX, E.C.; TEIXEIRA, W; ZANARDO, A. Geologia e geocronologia do metagabro de Apiaí, Vale do Ribeira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36, Natal, *Bol. Res. Exp...*, 1990. Natal: SBG, 1990. p. 341.
- DANTAS, A.S.L.; GIMENEZ FILHO, A.; TEIXEIRA, L.A.; NAGATA, N.; FERNANDES, L.A.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; FRASCÁ, M.H.B. *Geologia das folhas Juquiá (SG.23-V-A-I-4) e Miracatu (SG.23-V-A-II-3) do Estado de São Paulo*. São Paulo: DMGA/IPT, 1987. (Relatório 25.371)
- DERBY, O. Geologia da região diamantífera da província do Paraná no Brasil. *Arch. Mus. Nac. rio de Janeiro*, 1978, **3**: 89-98.
- DERBY, O. On the magnetite ore districts of Jacupiranga and Ipanema. *Amer. Sci. Serv.*, New Haven, **41**:311-321, 1891.
- DIAS, M.V.F. & SALAZAR JÚNIOR, O. *Geologia da região da Sequência Antinha*. Curitiba: MINEROPAR, 1983.
- DIAS, M.V.F. & SALAZAR JÚNIOR, O. Geologia da sequência Antinha - Grupo Açungui (PR). *In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1987. *Atas...* Curitiba: SBG, 1987. v. 1 , p. 263-279.
- DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Anuário Mineral Brasileiro - 1997*. Brasília: DNPM, 1997. 392p.
- EBERT, H. Observações sobre a litologia e subdivisão do "Grupo Setuva" no Estado do Paraná: com sugestões à tectônica geral do "Geossinclíneo Açungui". *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 25, São Paulo, 1971. *Anais ...* São Paulo : SBG, 1971. v.1. p. 131-146.
- EBERT, H. D. & HASUI, Y. Tectônica transpressiva no sub-bloco Tunas, Vale do Ribeira (PR). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, 13, Fortaleza, 1989. *Atas...* Fortaleza : SBG, 1989. p.255-257.(Bol. 11)
- EBERT, H.D.; NEVES, M.A.; HASUI, Y.; SZATMARI, P.; AIRES, J.R. Evolução dos cinturões de cisalhamento entre os blocos São Paulo, Vitória e Brasília através da tectônica colisional oblíqua: uma modelagem física. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 4, Minas Gerais, 1993. *Atas...* Minas Gerais: SBG, 1993a,p.254-258.
- EBERT, H.D.; HASUI, Y.; SARTORATO, G.; ALMEIDA, S.H.; COSTA, J.B.S. Arcabouço estrutural e tectônica transpressiva das faixas móveis da borda sul e sudeste do cráton do São Francisco e da sintaxe de Guaxupé. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 4, Minas Gerais, *Atas...* Minas Gerais : SBG, 1993b. p.166-171.
- FAIRCHILD, T. R. New stromatolites from the upper precambrian Açungui Group, eastern Paraná, Brazil and their potential stratigraphic use. *Bol. IG/USP*, São Paulo, 1982, **13** : 43-50.
- FASSBINDER, E. *A unidade Água Clara no contexto do Grupo Açungui: um*

- modelo transpressivo de colisão oblíqua no neoproterozóico paranaense.* São Paulo: IG/USP, 1996. 207p. (Tese de Doutorado)
- FERNANDES, A.J. *O Complexo Embu no leste do estado de São Paulo: contribuição ao conhecimento da litoestratigrafia e da evolução estrutural e metamórfica.* São Paulo: IG/USP, 1991. 120p. (Dissertação de Mestrado)
- FERREIRA, F.J.F. Alinhamentos estruturais-magnéticos da região centro-oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. *In: PAULIPETRO. Geologia da Bacia do Paraná: reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos.* São Paulo : Paulipetro, 1982. p.143-144.
- FERREIRA, F.J.F. Integração de dados aeromagnéticos e geológico: configuração e evolução tectônica do arco de Ponta Grossa. São Paulo: IG/USP, 1982. 170p. (Dissertação de Mestrado)
- FERREIRA, F.J.F. & ALGARTE, J.P. O comportamento aeromagnetométrico-cintilométrico das principais rochas alcalinas dos estados de São Paulo e Paraná. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. Anais...* Rio Claro: SBG, 1979. v.2, p. 195-201.
- FERREIRA, F.J.F.; MORAES, R.A.V.; FERRARI, M.P.; VIANNA, R.B. Contribuição ao estudo do alinhamento estrutural de Guapiara. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas...* Curitiba, 1981, v. 1, p. 226-240.
- FIGUEIREDO, M.C.H.; CAMPOS NETO, M.C. O arco magmático calcio-alcalino de alto-K da microplaca Apiaí-Guaxupé. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú, 1994. Anais...* Camboriú : SBG, 1994. v.1, p. 620-621.(Bol.Res. Exp.)
- FIORI, A. P. *Tectônica e estratigrafia do Grupo Açungui a norte de Curitiba.* São Paulo: IG/USP, 1990. (Tese de Livre Docência)
- FIORI, A. P.; SALAMUNI, E.; FASSBINDER, E. Geologia da região de Bateias -Bocaiúva do Sul. *In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas...* Curitiba : SBG, 1987. v.2, p.773-787.
- FIORI, A.P.; FASSISBINDER, E.; GÓIS, J.R.; FUMAGALLI, C.E. Compartimentação tectônica do Grupo Açungui a norte de Curitiba. *In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas...* Curitiba: SBG, 1987. v. 1, p.183-196.
- FIORI, A.P.; FUMAGALLI, C.E.; GOIS, J.R.; SALAMUNI, R. As principais estruturas dobradas do Grupo Açungui na região de Rio Branco/Bocaiúva do Sul. *In: SIMPÓSIO SUL - BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1987. Atas...* Curitiba : SBG, 1987. v.1, p. 281-301.
- FIORI, A.P.; REIS NETO, J.M.; MONASTIER, M.S.; CAMARGO, E.C.; FUMAGALLI, C. E. ; SALAMUNI, E. ; LIMA, J.P.; MORO, R.P.X.; KOPS, P.T. *Aspectos estruturais e estratigráficos do Grupo Açungui e da Formação Itaia-cóca no estado do Paraná.* Curitiba: UFPR/MINEROPAR, 1987. 191p.
- FRANÇA, A. B. Phanerozoic correlation in southern south America. *In: TANKAR, A. J. ; SUAREZ, R. ; WELSINSK, H. J. Petroleum basins of south America. AAPG Memoir, 62(129-161) 1995.*
- FRANZINELLI, E. *Estudo sedimentológico da Formação Pariquera-Açu (SP).* São Paulo: IG/USP, 1970. 55p.
- FRANZINELLI, E. 1971. Origem e proveniência dos sedimentos da Formação Pariquera-Açu pelo "trend surface analysis" das características texturais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais...*São Paulo, SBG, v.2, p. 267-275.
- FRASCÁ, M.H.B.O.; FIGUEIREDO, M.C.H.; ALMEIDA, F.F.M.A.; COUTINHO,

- J.M.V. Petrografia e geoquímica da formação Água Clara: região de Araçuaia (SP). *Bol. IG/USP* (Série Científica), 1990. (21): 73-92.
- FRASCÁ, M.H.B.O.; CAMPANHA, G.A.C.; FIGUEIREDO, M.C.H.; SADOWSKI, G.R. Geoquímica dos metabasitos do alto e médio Vale do Ribeira, São Paulo e Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, São Paulo, 1992. São Paulo : SBG, 1992. v. 2, p. 30-31. (Bol. Res. Exp.)
- FRIEDERICH, G.; MARKER, A.; GERMAN, A.; KANIG, M.; GRIMM, B.; MELFI, A.; CARVALHO, A.; OLIVEIRA, J. *Mineral prospecting and geological mapping in laterite covered areas of Brazil: final rep., res. proj. rg. 8301*. 5. Bonn: German Ministry of Research and Technology, 1987.
- FRITZSONS JÚNIOR, O.; PIEKARZ, G.F.; FALCADE, D. Geologia e potencial econômico do Grupo Setuva (PR). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador: SBG, 1982, v.3, p.987-1001.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E.; MURATORI, A. Geologia do leste paranaense. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 25, São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo : SBG, 1971. v.1, p.121-130.
- FÚLFARO V.J. & SUGUIO, K. O Cenozóico paulista: gênese e idade. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG, 1974. v.3, p. 91-101.
- GASPAR, J.C. *Géologie et minéralogie du complexe carbonatitique de Jacupiranga, Brésil*. Orléans, France: Université de Orléans, 1988.
- GASPAR, J. C. & WYLLIE, P. J. Barium phlogopite from the Jacupiranga carbonatite, Brazil. *American Mineralogist*, 67: 997-1000, 1982.
- GASPAR, J. C. & WYLLIE, P. J. Ilmenite (high Mg, Mn, Nb) in the carbonatites of the Jacupiranga complex, Brazil. *American Mineralogist*, 67: 960-971, 1982.
- GASPAR, J. C. & WYLLIE, P. J. Magnetite in the carbonatites from the Jacupiranga complex, Brasil. *American Mineralogist*, 68: 195-213, 1983.
- GASPAR, J. C. & WYLLIE, P. J. The phlogopites from the Jacupiranga carbonatite intrusions. *Min. Petrol.*, 36:121-134, 1987.
- GASPAR, J. C. & WYLLIE, P. J. The magmatic evolution of the Jacupiranga complex. *In: International Kimberlite Conference; 5, Brasilia, 1991*. Brasilia: CPRM, 1991. p.127-129.
- GERMANN, A.; MARKER, A.E.; FRIEDERICH, G. The alkaline complex of Jacupiranga, São Paulo/Brazil-Petrology and genetic considerations. *Geol. Palaeont.*, 1(7/8): 807-818, 1987.
- GIMENEZ FILHO, A. *Evolução do complexo granítico Três Córregos a noroeste de Apiaí (SP)*. São Paulo : IG/USP, 1993. (Dissertação de Mestrado)
- GIMENEZ FILHO, A.; DANTAS, A.S.L.; NAGATA, N.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; FERNANDES, L.A.; TEIXEIRA, A.L. Geologia da Folha Miracatu, sul-sudeste do Estado de São Paulo. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 5, Rio Claro, 1987. *Atas...* São Paulo, SBG, 1987, v.1, p. 225-242.
- GIRARDI, V.A.V. *Petrologia das rochas metamórficas da região Morretes/Antonina (PR)*. São Paulo: Faculdade Filosofia Ciências Letras Universidade de São Paulo, 1969. 131p.
- GIRARDI, V.A.V. & SANTINI, P. The magnesian schists from the área Morretes/Antonina (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 3(3): 81:191, 1973.
- HARRIS, D.D. & CABRI, L.J. Nomenclature of platinum-group-element alloys:

- review and revision. *Canadian Mineralogist*, **29**:231-237, 1991.
- HASUI, Y. *Tectônica da área das folhas São Roque e Pilar do Sul (SP)*. São Paulo : IG/USP, 1973. (Tese de Livre Docência).
- HASUI, Y. *Novo modelo geológico do Vale do Ribeira*. São Paulo: IPT, 1986. 2v. (Relatório 23. 742)
- HASUI, Y. & OLIVEIRA, M.A.F. Provincia Mantiqueira, setor central. *In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. O pré-cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blücher, 1984. p. 308-344.
- HASUI, Y. & SADOWSKI, G.R. Evolução geológica do pré-cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, **6**(3): 182-200, 1976.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. The Ribeira folded belt. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, **5**(4): 257-262, 1975.
- HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.; GALVÃO, C.A.C.F.; GIMENEZ, A.F.; ALMEIDA, M.A.; MELO, M.S.; PIRES NETO, A.G. As grandes falhas do leste paulista. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 1, São Paulo. 1977. *Atas...* São Paulo : SBG, 1977, p. 369-380.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. Os granitos e granitóides da região de dobramentos sudeste nos estados de São Paulo e Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife: SBG, 1978. v.6, p. 2594-2608.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. Estruturas e tectônica do pré-cambriano de São Paulo e Paraná. *Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, **52**:61-76, 1980.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; MARTINI, S.L.; MARTINS, F.A.G. *Modelos metalogenéticos e possibilidades de mineralizações no pré-cambriano do estado de São Paulo*. São Paulo: DMGA/IPT, 1982, 164 p.(Relatório 17.818)
- HASUI, Y. *et al* O modelo de evolução do pré-cambriano paulista e suas implicações metalogenéticas. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 4, São Paulo, 1983. São Paulo : SBG, 1983. p.1-2.(Boletim de Resumos)
- HASUI, Y. ; CREMONINI, O. A. ; BORN, H. Consideração sobre o Grupo Açungui em São Paulo e porção adjacentes do Paraná. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro : SBG, 1984. v.7, p.3297-3306.
- HASUI, Y. ; RODRIGUES, E.P.; OLIVEIRA, M.C.; ENS, H.H.; MORALES, N.; ZANARDO, A.; QUADE, H.; NYKRKULLER, M.L.; FRASCÁ, M.H.B.O. *Deformação por cisalhamento dúctil: modelo de transformação em rochas pré-cambrianas antigas do leste de São Paulo - Fase I*. São Paulo: SICCT/PROMINÉRIO/ IPT, 1988. 4v.(Relatório 25.908).
- HASUI, Y. *et. al.* *Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo*. São Paulo: SCTDE/PROMINÉRIO/IPT, 1989. 2v.(Relatório 27.394)
- HASUI, Y.; HARALYI, N.L.E.; GALLI, V.A.; MIOTO, J.A. Estruturação pré-cambriana do Estado de São Paulo com base em dados geofísicos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 3, São Paulo, 1991. *Atas...* São Paulo : SBG, 1991. p.137-138.
- HASUI, Y.; MIOTO, J.A.; MORALES, N. Geologia do pré-cambriano da faixa litorânea de São Paulo. *In: MESA REDONDA "SOLOS DA FAIXA LITORÂNEA DO ESTADO DE SÃO PAULO"*. 1994.
- HAWLEY, C. C. Geology and beryllium deposits of the Lake George (or Badger Flats) beryllium area, Park and Jeffer-

- son Counties. Colorado United States Geological Survey, 1969. **608-A**:1-44.
- HEILBRON, M. *Evolução tectono-metamórfica da seção Bom Jardim de Minas (MG), Barra do Piraí (RJ), setor central da faixa Ribeira*. São Paulo: IG/USP, 1993. 268p. (Tese de Doutorado)
- HERZ, N. Timing of spreading in the south Atlantic: information from Brazilian alkalic rocks. *Geological Society of America Bulletin*, **88**:101-112, 1977.
- HUGHES JÚNIOR, G. J. Basinal setting of the Idaho cobalt belt, blackbird mining district, Lemhi county, Idaho. *In: The genesis of rocky mountain ore deposits - changes with time and tectonics*. Wheat Ridge: Denver Region Exploration Geologists Society, p.21-27, 1983.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Geografia do Brasil: região sudeste*. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. 667p.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Mapa geológico do estado de São Paulo, escala 1:100.000*. São Paulo: Pro-Minério/Promocet, 1981. 2v.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Seleção e priorização de alvos de geoquímica regional*. São Paulo: IPT/DMGA, 1983. 2v.(Relatório 27.039)
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Geologia da folha Iporanga (SG. 22-X-B-V-2) e Gruta do Diabo (SG. 22-X-B-VI-1), estado de São Paulo*. São Paulo, IPT, 1985.(Relatório 22.352)
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Projeto geoquímica regional das folhas Guapiara, Iporanga, Gruta do Diabo, Araçaíba, Barra do Chapéu*. São Paulo, IPT/DMGA, 1985. 2v. (Relatório 28.631)
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1986. *Tectônica e sedimentação cenozóica na área da soleira entre as bacias de São Paulo e Taubaté*. São Paulo. (Relatório IPT, 23 274)
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *A dormação Pariquera-Açu: relações entre sedimentação tectônica e geomorfogênese*. São Paulo, IPT, 1989.(Relatório 27. 527)
- JANASI, V.A. & ULBRICH, H.H.G.J. Avaliação das informações disponíveis para os granitóides do Estado de São Paulo. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 5, São Paulo, 1985. *Atas...* São Paulo, SBG, 1985. v.1, p.133-146.
- JANASI, V.A. & ULBRICH, H.H.G.J. Late proterozoic granitoid magmatism in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Precambrian Research*, **51**:351-374, 1991.
- JOHANNSEN, A. *A descriptive petrography of igneous rocks*. Chicago: University of Chicago Press, v.4, 1938.
- JULIANI, C. *Geologia, petrogênese e aspectos metalogenéticos dos Grupos Serra de Itaberaba e São Roque nas regiões das Serras do Itaberaba e da Pedra Branca. NE da cidade de São Paulo*. São Paulo: IG/USP, 1993. 801 p.(Tese de Doutorado)
- KAEFER, L.Q.; ALGARTE, J.P. *Projeto sudeste do estado de São Paulo: geologia da folha Itararé*. São Paulo, CPRM, 1972. 3v.
- KAUL, P.F.T. Significado dos granitos anorogênicos da suíte intrusiva Serra do Mar na evolução da crosta do sudeste do Brasil, no âmbito das folhas Curitiba SG.22 e Iguape SG.23. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 33, Rio de Janeiro, 1984.

- Anais...* Rio de Janeiro : SBG, 1984. v.6, p. 2815-2825.
- KAUL, P.F.T. Magmatismo e evolução da crosta no sul-sudeste do Brasil, durante o Proterozóico Superior-Eopaleozóico. *In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 3, Florianópolis, 1985. *Anais...* Florianópolis, SBG, 1985. p.126-127
- KAUL, P.F.T. The granites and granitoides of the alkaline silica-oversaturated magmatic province of southern Brazil. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS*, Salvador, 1987. *Atas...* Salvador: SBG, 1987. p.81-88.
- KAUL, P.F.T. *O magmatismo na Serra do Mar e adjacências sul do Brasil no final do neoproterozóico e seus condicionantes tectônicos*. São Paulo: IG/USP, 1997. 280p. (Tese de Doutorado)
- KAUL, P.F.T. & CORDANI, U.G. Aspectos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos dos maciços graníticos da Serra do Mar no leste paranaense e vizinhanças. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, Camboriú, 1994. *Boletim de resumos expandidos...* Camboriú. SBG, 1994. v.2, p.371-373.
- KAUL, P.F.T. & TEIXEIRA, W. Archean and early proterozoic complexes of Santa Catarina, Paraná and São Paulo states south-southeastern Brazil: an outline or their geological evolution. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, USP, 12(1-3): 172-182, 1982.
- KAUL, P.F.T.; ISSLER, R.S.; FERNANDES, E.; BONOW, C. W.; COUTINHO, J.B.L. Suíte intrusiva Serra do Mar, Florianópolis. *In: Projeto RadamBrasil*. Brasília: DNPM, 1982, 18p.
- KING, L. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, São Paulo: USP. 18(12):141-265. 1956.
- KNECHT, T. Ouro no Estado de São Paulo. *Instituto Geografia Geologia*. São Paulo, 1939, 37p.(Boletim 6)
- LAZNICKA, P. *Empirical metallogeny: depositional environments, lithologic associations and metallic ores*. London: Elsevier, 1985. v.1.
- LE BAS, M.J. *Carbonatite-nephelinite volcanism*. London: John Wiley, 1977. 347p.
- LEONARDOS, O. H. *Nota sobre a geologia do distrito de Iporanga (SP)*. Rio de Janeiro: DNPM, 1934.(Relatório 564)
- LOISELLE, N.C. & WONES, D.R. Characteristics and origin of anorogenic granites. *Geol. Soc. Am. Abstr. with Prog.*, 1979, 11:468p.
- LOPES JÚNIOR, I.; AGUIAR NETO, A.; CARVALHO, M.A.S.; COLANERI, S.; BATOLLA JÚNIOR, F. *Projeto leste do Paraná, Folha Guaraqueçaba – SG.D-D-III*. São Paulo, CPRM, 1977, 81p. (Relatório final).
- LOPES JÚNIOR, I.; CÂMARA, M.M.; VASCONCELOS, C.S.; PIZZATTO, L.G. A prospecção geoquímica descobrindo novas mineralizações auríferas no Vale do Ribeira. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, Camboriú, 1994. *Anais...* Camboriú : SBG, 1994. v.3, p.170-171.(Bol. Res. Exp.)
- LOPES JÚNIOR, I.; CÂMARA, M.M.; VASCONCELOS, C.S.; PIZZATTO, L.G. Novas mineralizações auríferas no Vale do Ribeira: um trabalho de prospecção geoquímica. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 4, Águas de São Pedro, 1995. *Atas...* Águas de São Pedro: SBG, 1995, p. 121.(Bol. Res. Exp.)
- LOUGHLIN, G. F. *Ore at deep level in Cripple Creek District*. Colorado : American Inst. of Mining and Metallurgical Engineers, 13, p.32, 1927.

- MAACK, R. *Mapa geológico do Estado do Paraná, escala 1:750.000*. Curitiba : Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1953.
- MACDONALD, G. A ; KATSURA, T. Chemical composition of hawaiian lavas. *Journal of Petrology*, 5: 82-133, 1964.
- MACHAADO, N.; VALLADARES, C.; HEILBRON, M.; VALERIANO, C. U-Pb geochronology of the central Ribeira belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. *Precambrian Research*, 1996, 79: 347-361.
- MACHADO, R. & ENDO, I. A megaestrutura em flor positiva do Vale do Rio Paraíba do Sul no Rio de Janeiro e suas implicações tectônicas regionais. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 3, Rio de Janeiro, 1993. *Atas...* Rio de Janeiro : SBG, 1993. p. 208-213,
- MACHADO, R. & ENDO, I. Cinturão de cisalhamento Atlântico: um exemplo de tectônica transpressiva neoproterozóica. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 4, Minas Gerais, 1993. *Atas...* Minas Gerais : SBG, 1993, p.189-191.
- MACHADO, R. & ENDO, I. Cinturão de cisalhamento Atlântico: um exemplo de tectônica transpressional neoproterozóica. *In: SIMPÓSIO NACIONAL ESTUDOS TECTÔNICOS*, 4, Belo Horizonte, 1993. *Anais...* Belo Horizonte : SBG, 1993. p. 189-191. (Bol. 12)
- MACHIAVELLI, A. *Os granitóides deformados da região de Piên (PR): um provável arco magmático do proterozóico superior*. São Paulo: IGC, 1991. (Dissertação de Mestrado)
- MACHIAVELLI, A.; BASEI, M.A.S.; SIGA JÚNIOR, O. Geoquímica e geocronologia dos granitóides deformados da região de Piên (PR), provável arco magmático do proterozóico superior. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA E CONGRESSO DE GEOQUÍMICA DOS PAISES DE LÍNGUA PORTUGUESA*, 1, São Paulo , 1991. *Anais ...* São Paulo : SBG, 1991.p. 249-253.
- MACHIAVELLI, A.; BASEI, M.A.S.; SIGA JÚNIOR, O. Suíte Granítica Rio Piên: um arco magmático do Proterozóico Superior na Microplaca Curitiba. *Geochimica Brasiliensis*, 1993, 7(2):113-129.
- MANIESI, V. *Petrologia das rochas anfibolíticas das regiões de Adrianópolis, Campo Largo e Rio Branco do Sul (PR)*. Rio Claro: IGCE/UNESP, 1997. 215p.(Tese de Doutorado)
- MANIESI, V. & OLIVEIRA, M.A.F. Aspectos petrológicos dos corpos anfibolíticos das regiões de Adrianópolis, Campo Largo e Rio Branco do Sul (PR). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, Camboriú, 1994. *Atas...* Camboriú : SBG, 1994. v.3, p.11-14.(Bol. Res. Exp.)
- MARINI, O. J. ; TREIN, E. ; FUCK, R. A. O Grupo Açungui no estado do Paraná. *Boletim Paranaense Geociências*, Curitiba, 23/25: 43-104, 1967
- MELCHER, G. C. *Nota sobre o distrito alcalino de Jacupiranga, estado de São Paulo*. Rio de Janeiro: DNPM/DGM. 1954. 20 p.
- MELCHER, G. C. Geochemical exploration in the rio Ribeira de Iguape lead district, Brazil. *In: CONGRESSO GEOLOGICO INTERNACIONAL*, 22, México, 1960. *Anais...* México, 1960. v.3, p. 585-596.
- MELCHER, G. C. O carbonatito de Jacupiranga. *B. Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. São Paulo, Geologia*, 1965, 282(21):73p.
- MELCHER, G. C. The carbonatites of Jacupiranga (SP) Brazil. *In: TUTTLE, O.F.; GITTINS, J. Carbonatites*. New York: Intersciences Publishers, 1966. p.169-181.
- MELCHER, G. C. *Contribuição ao conhecimento do distrito mineral do Ribeira*

- do Iguape (SP)*. São Paulo: EPUSP, 1968. 122 p.(Tese de Livre Docência)
- MELCHER, G. C. ; CORDANI, U. G. ; DAMASCENO, E. C. ; GIRARDI, V. A. V. ; GOMES, C. B. ; LELLIS, H. ; MELFI, A. J. Geologia da folha Apiaí(SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 25, São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo : SBG, 1971. v.1, p.101.
- MELCHER, G.C.; GOMES, C.B.; CORDANI, U.G.; BETTENCOURT, J.S.; DAMASCENO, E.C.; GIRARDI, V.A.V.; MELFI, A.J. Geologia e petrografia das rochas metamórficas e graníticas associadas ao Vale do Rio Ribeira de Iguape (SP) e (PR). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo: USP, 3(2):97-123, 1973.
- MELO, M. S. *A Formação Pariquera-Açu e depósitos relacionados: sedimentação tectônica e geomorfogênese*. São Paulo: IG/USP, 1990. 211p. (Tese de Mestrado)
- MELO, M.S.; FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M.; RAMOS, R.G.N. O gráben (terciário?) de Sete Barras, Vale do Ribeira do Iguape, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 19(2):260-263, 1989.
- MELO, M.S.; FERNANDES, L.A.; MORAES, M.C. ; COIMBRA, A. M. Formação Sete Barras: unidade sedimentar pré Pariquera – Açú no Vale do Ribeira do Iguape (SP). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 1, Rio de Janeiro, 1989. Atas... Rio de Janeiro : SBG/RJ/SP, 1989, p. 107-108. (Bol. de Res.)
- MELO, M.S.; FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M.; MORAES, M.C.; PONÇANO, W.L. Níveis de terraços fluviais do baixo Ribeira de Iguape (SP): a Formação Eldorado. *In: CONGRESSO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO*, 3, Belo Horizonte, 1991. Belo Horizonte: ABEQUA, 1991.(Publicação especial 1).
- MMAJ/JICA - METAL MINING AGENCY OF JAPAN/JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. *Report on geological survey of Anta Gorda, phase 1*. São Paulo: DNPM/CPRM/MMAJ/JICA, 1981, 1v.
- MMAJ/JICA - METAL MINING AGENCY OF JAPAN/ JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. *Report on geological survey of Anta Gorda, phase 2*. São Paulo : DNPM/CPRM/MMAJ/JICA, 1982, 1v.
- MMAJ/JICA - METAL MINING AGENCY OF JAPAN/ JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. *Report on geological survey of Anta Gorda, phase 3*. São Paulo : DNPM/CPRM/MMAJ/JICA, 1983.1v.
- MORAES REGO, L.F. *Contribuição estudo das formações pré-devonianas de São Paulo*. São Paulo: IAG, 1933, 60 p.
- MORAES REGO, L.F. & ALMEIDA, F.F.M.A. Seção geológica de Capela da Ribeira a Curitiba. *Bol. Geol. Metal*, São Paulo: Escola Politécnica, 3:5-30, 1946.
- MORGENTAL, A.; BATOLLA JÚNIOR, F.; PINTO, G.G.; PAIVA, I.P.; DRUMOND, J.B.V. *Projeto Sudelpa: relatório final*. São Paulo: CPRM, 1975. 18v.
- MORGENTAL, A.; BATOLLA JÚNIOR, F.; PINTO, G.G.; PAIVA, I.P.; DRUMOND, J.B.V. *Projeto Sudelpa: fichas de ocorrências*. São Paulo, CPRM, 1975. 18v.
- MORGENTAL, A.; SILVA, A.A.G.P.; BORIN JÚNIOR, T.; ALEGRI, V.; OLIVEIRA, P.E.P. *Projeto geoquímica no Vale do Ribeira: relatório final*. São Paulo, DNPM/CPRM, 1978. 8v.
- MORGENTAL, A. ; PAIVA, I. P. ; BORIN JÚNIOR, T. ; PINTO, G. G. ; CARMO, L. S. do Pesquisa de ouro no Vale do Ribeira: atuação da CPRM. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1981. Atas ... Curitiba, SBG, 1981. p. 56-70.

- MUTSCHLER, F. E. ; MOONEY, T. C. Precious metal deposits related to alkalic igneous rocks: provisional classification, grade-tonnage data and exploration frontiers. *In: Mineral Deposit Modeling. Geol. Assc. Can. Special Paper*, **40**: 479-520, 1993.
- NIELSEN, B. L. Economic minerals. *In: ESCHER, A. ; WALT, W. S. Geology of gronlands. Geologische Undersogelse*, 1976. p.461-486.
- NOGUEIRA, S. A. A. *Estudo das mineralizações filoneanas auríferas do depósito de Piririca, Vale do Ribeira (SP)*. São Paulo, IGC/USP, 1990. 120p. (Dissertação de Mestrado)
- OLIVEIRA, E. P. Geologia do estado do Paraná. *Boletim Min. Agricultura Ind. Com.*, Rio de Janeiro, **5**(1): 77-143, 1916.
- OLIVEIRA, E. P. Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná. Rio de Janeiro : Serviço Geologia Mineral, 1927, 172p. (Monografia 6)
- OLIVEIRA, M.C.B. Petrologia de parte do maciço granítico Guaraú. *In: SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, Curitiba, 1987. Atas... Curitiba: SBG, 1987. v.2, p.571-594.
- OLIVEIRA, M.C.B. Petrologia do maciço granítico Mandira (SP). São Paulo: IG/USP, 1989. 181p. (Dissertação de Mestrado)
- OLIVEIRA, M. C. B. & XAVIER, R. R. Caracterização dos fluidos nos processos tardi a pós magmáticos do granito Mandira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo : SBG, 1992. p.367-368. (Bol. Res. Exp.)
- OLIVEIRA, S. M. B. & DELVIGNE, J. Evolução mineralógica dos jacuranguitos de Jacupiranga (SP) durante a alteração intempirica. *Revista Brasileira de Geologia*, São Paulo, **18**(1): 79-85, 1988.
- OLIVEIRA, S. M. B. & TRESCASES, J. J. O depósito de níquel de Jacupiranga (SP): evolução mineralógica e geoquímica. *Revista Brasileira de Geociências*, **15**(3): 249-254, 1985.
- OLIVEIRA, S.M.B.; MELFI, A.J.; CARVALHO, A.; FRIEDERICH, G.; MARKER, A.; KANIG, M. Evolução geoquímica supergenica do maciço alcalino de Jacupiranga (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA*, 1, Porto Alegre, 1987. *Anais...* Porto Alegre, SBGq, 1987.
- PAIVA, G. Jazidas de minério de chumbo do estado de São Paulo. Rio de Janeiro, DNPM /Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1929, **42**(6):25.
- PEARCE, J.A. Trace element discrimination diagrams for the tectonics interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, **25**:956-983, 1984.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrology*, 1984. **25**:956-983.
- PENHA, U. C. & BIANCHI, J. F. Síntese geológica, metodologia de pesquisa e avaliação de reservas de ouro aluvionar, nas cabeceiras do Rio Pedernheiras – Guaraqueçabas (PR). *In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1987. *Anais...* Curitiba : SBG, 1987. p.645-663.
- PERROTTA, M.M. *Potencial aurífero de uma região no Vale do Ribeira (SP), estimado por modelagem de dados geológicos, geofísicos, geoquímicos e de sensores remotos num sistema de informações geográficas*. São Paulo, IG/USP, 1996. 149p.(Tese de Doutorado)
- PERROTTA, M.M. & CÂMARA, M.M. Processamento digital de imagens de satélite e aerogamaespectométricas na região entre Guapiara / Iporanga / El-

- dorado Paulista / Serra dos Agudos Grandes, médio Vale do Riabeira (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 38, Camboriú, 1994. Anais... Camboriú: SBG, 1994. v. 1, p. 471-473. (Bol. Res. Exp.)
- PERROTTA, M.M. & MORAIS, S.M. A suite mangerito-norítica, Curitiba. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37, São Paulo, 1992. Anais... São Paulo: SBG, 1992. v.1, p.417.(Res. Exp.)
- PETRI, S. & SUGUIO, K. Sobre os metasedimentos de extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo: USP/DAEE, 1969.
- PETRI, S. & SUGUIO, K. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil: part II – heavy minerals studies, microorganisms inventories and stratigraphical interpretation. *Bol. IG*, São Paulo, 4:71-85, 1973
- PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; PONÇANO, W.L. Guia de nomenclatura estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(4):376-415, 1986.
- PHILLIPS, G.N. & POWELL, R. Gold-only provinces and their common features. New York: Contributions of the Economic Geology Research Units (EGRU), 1992. 27p.
- PICANÇO, J.; TASSINARI, C. C. G.; CORDANI, U. G.; NUTMAN, A. P. Idades U-Pb (SHRIMP), Sm/Nd e Rb/Sr em rochas do Maciço de Itatins (SP): Evidências de Evolução Policíclica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(1): 139-150, 1998.
- PIEKARZ, G. F. Reconhecimento de unidades correlacionáveis à seqüência mineralizada do Perau, Estado do Paraná. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1981. Atas... Curitiba : SBG, 1981. 1v, p.148-154.
- PINTO, G.G. & BORIN JÚNIOR, T. *Projeto Eldorado: relatório integrado final de pesquisa, resultados de análises*. São Paulo, CPRM, 1982. 3v.
- PINTO, G.G.; PAIVA, I.P.; MORGENTAL, A.; BORIN JÚNIOR, T.; PINHO FILHO, W.D.; FERREIRA, F.J.F.; CASTRO, V.H.S. Pesquisa de cobre, chumbo e zinco em rochas do Grupo Açungui, município de Iporanga (SP). *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 2, Rio Claro, 1979. Atas... Rio Claro: SBG, 1979. v.2, p. 117-128.
- PINTO, G.G.; BORIN JÚNIOR, T.; SILVA, A.A.G.P. *Projeto Eldorado: relatório preliminar de pesquisa*. São Paulo, CPRM, 1980. 2 v.
- PINTO, G.G.; BORIN JÚNIOR, T.; SILVA, A.A.G.P.; PAIVA, I.P.; ADDAS, W.; PINHO FILHO, W.D.; FERREIRA, F.J.F. *Projeto Eldorado: relatório preliminar de pesquisa de pirita, cobre, chumbo e zinco no município de Iporanga (SP)*. São Paulo, CPRM, 1980. 4v.
- PINTO, G.G.; BORIN JÚNIOR, T.; SILVA, A.A.G.P. *Projeto Eldorado: relatório preliminar de pesquisa de pirita, cobre, chumbo e zinco no município de Iporanga (SP)*. São Paulo, CPRM, 1982. 42 p.
- PIRES, F. A. 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, 1988. v.2, p.606-616.
- PIRES, F. A. *Análise paleoambiental e estratigráfica das sequências Betari e Furnas-Lageado (Grupo Açungui), na região de Iporanga e Apiaí, sul de São Paulo*. São Paulo, IG/USP, 1990, 151p.(Dissertação de Mestrado)
- PIRES, F.A. Relações estratigráficas e dinâmica deposicional das sequências Betari e Furnas-Lageado (Grupo Açungui) na região de Iporanga e Apiaí. *In: SIMPÓSIO GEOLOGIA DO SUDESTE*, 2, São Paulo, 1991.

- Atas... São Paulo: SBG, 1991. p. 37-44.
- PONÇANO, W.L. *et al.* *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000.* São Paulo, IPT, 1981. v.1 (Monografia n. 5)
- PONTES, J.B. Geologia e potencialidades econômicas da Formação Água Clara (PR). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador : SBG, 1982, v. 1, p. 1002-1016.
- PORADA, H. The Damara-Ribeira orogen of the Pan-African-Brazilian cycle in Namíbia (southwest Africa) and Brazil as interpreted in terms of continental collision. *Tectonophysics*, 1979, **57**:237-265,.
- PORADA, H. Pan-African rifting and orogenesis in southern to equatorial Africa and eastern Brazil. *Precambrian Res.*, 1989, **44**: 103-136.
- PORTER, E.W. & RIPPLEY, E. Petrographic and stable isotope study of gold bearing breccia pipe at the Golden Sunlight Deposit. *Economic Geology*, 1985, **80**: 1689-1706.
- POWELL, R.; WILL, T.M.; PHILLIPS, G.N. Metamorphism in archean greenstone belts: calculated fluid compositions and implications for gold mineralization. *Journal of Metamorphic Geology*, **9**:141-150, 1991.
- RAMSAY, J.G. *Folding and fracturing of rocks.* New York, McGraw-Hill, 1967, 568p.
- REIS NETO, J.M. *Faixa Itaiacóca: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no neoproterozóico.* São Paulo, IG/USP, 1994, 253p.(Tese de Doutorado)
- RICH, J.L. 1953. *Problems in Brazilian geology and geomorphology suggested by reconnaissance in summer 1951.* São Paulo, FFCLUSP. 80p. (Boletim, 146. Geologia, 9).
- RICH, J.L. 1963. Problemas na geomorfologia brasileira suscitados por pesquisas efetuadas no verão de 1951. *Boletim Geográfico*, 22(177):666-710.
- RIDEG, P. *Geology and structure of a portion of the Serra do Mar in eastern São Paulo, Brazil.* Binghamton.145p. (Ph.D. Thesis, State Univ., New York).
- ROCK, N.M.S. Gold, lamprophyres and porphyres: a new genetic model. Melbourne, Bicentennial Gold, 1988.
- ROCK, N.M.S. & GROVES, D.J. Can lamprophyres resolve the genetic controversy over mesothermal gold deposits? *Geology*, 1988. **16**: 538-441.
- RODEN, M.F.; MURTHY, V.R.E.; GASPAR, J.C. Sr and Nd isotopic composition of the Jacupiranga carbonatite. *Journal Geology*, 1985. **93**: 212-220.
- SADOWSKI, G.R. Tectônica do complexo migmatítico da Serra de Cubatão. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 28, Porto Alegre, 1974. *Resumo das Comunicações...* Porto Alegre, SBG, 1974p. 557-561.
- SCHÖLL, W.U. Geologia do Grupo Açungui na região a noroeste de Rio Branco do Sul, Paraná. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba, SBG, 1981, v.1, p.170-184.
- SCHÖLL, W.U.; LOPES, O.F.; ANDRADE e SILVA, A.C.G.; PROZZI, C.R. Geologia do pré-cambriano na região do anticlinal do Setuva (municípios de Bocaiúva do Sul, e Rio Branco do Sul (PR). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 31, Camboriú, 1980. *Anais...* Camboriú: SBG, 1980. v. 5. p.3003-3012.
- SCHRANK, A. & CÂMARA. M.M. Depósitos de ouro e zonas de alteração hidrotermal em sills básicos da região do Pirrica, Vale do Ribeira (SP): classificação das principais mineralizações auríferas primárias do Vale do Ribeira. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEO-*

- LOGIA, 37, São Paulo, 1992. Anais... São Paulo : SBG. 1992. v. 1, p.238-239.(Bol. Res. Exp)
- SHARP, J.E. Cave peak, a molybdenum-mineralized breccia pipe complex in Culberson Country Texas. *Economic Geology*, 1979. 74:517-534.
- SIGA JÚNIOR, O. Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal. São Paulo : IG/USP, 1995. 211p.(Tese de Doutorado)
- SIGA JR, O.; BASEI, M.A.S.; REIS NETO, J.M.; MACHIAVELLI, A. O complexo Gnáissico-Migmatítico Atuba: um cinturão paleoproterozóico intensamente retrabalhado no Neoproterozóico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador. *Anais...*, Salvador: SBG, 1996, v. 6, p. 121-123.
- SILVA, A.T.S.F. Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira. São Paulo : DNPM/CPRM, 1981. 8v.
- SILVA, A.T.S.F. Tentativa de interpretação da gênese e evolução da infraestrutura arqueana exposta entre Peruíbe e Curitiba, SP e PR. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. *Atas...* Curitiba: SBG, 1981. p.133-147.
- SILVA, A.T.S.F. & ALGARTE, J. P. Contribuição à geologia da seqüência Turvo-Cajati entre rio Pardo e Pariquera-Açu (SP), I - litologia e petrografia. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. *Atas...* São Paulo : SBG, 1981. p.109-120.
- SILVA, A.T.S.F. & ALGARTE, J.P. Contribuição à geologia da seqüência Turvo-Cajati entre o rio Pardo e Pariquera-Açu (SP), II - estrutura metamorfismo e evolução geotectônica. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. *Atas ...* São Paulo : SBG, 1981. p.121-132.
- SILVA, A.T.S.F.; CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D.K.; PINHO FILHO, W.D. Projeto Santos-Iguape. São Paulo: DNPM/CPRM, 1977. 3 v.
- SILVA, A.T.S.F.; FRANCISCONI, O.; GODOY, A.M.; BATOLLA JÚNIOR, F. *Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira: relatório final integração geológica texto*. São Paulo, CPRM, 1981. 15v.
- SILVA, A.T.S.F.; FRANCISCONI, O.; GODOY, A.M.; BATOLLA JÚNIOR, F. *Projeto integração e detalhe geológico no Vale do Ribeira: relatório final*. São Paulo, DNPM/CPRM, 1981, 8v
- SILVA, P.C.S; YAMATO, A.A.; VASCONCELOS, C.S.; LOPES JÚNIOR, I. *Projeto Curitiba: folha Curitiba (SG.22-X-D-I), escala 1:100.000*. São Paulo, CPRM, 1998.
- SILVA, M.E. & TROMPETTE, R. Análise estrutural dos metassedimentos associados ao falhamento de Cubatão na região de Pedro Barros e Juquiá-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG, 1982, v.1, p.39-46.
- SILVA, R.B. 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, 1982, v.3, p.972-986.
- SILVA, R.B. *Distinção de fertilidade para Sn e W em granitóides do sul de São Paulo*. Rio Claro, IGC/UNESP, 1995, 292p.(Tese de Doutorado)
- SILVA, R.B. & BOIN, M.N. Avaliação das mineralizações de metais base no granito Mandira: fase de semidetalhe, e Ariri: fase preliminar. São Paulo, IPT/SICCT/PROMINÉRIO, 1982, 3 v.(Relatório 16.697)

- SILVA, R.B. *et al.* Reconhecimento geológico na área do Projeto Agudes Grandes. DOCEGEO, 1977. (Relat. Interno)
- SILVA, R.B.; BOIN, M.N.; SILVA, J.R.B. Definição de ocorrências e mineralizações hidrotermais de Zn, Pb, Cu, e Mo no granitóide Mandira e avaliação de suas potencialidades: fases de detalhe e semi-detalhe. São Paulo, IPT/SICCT/PROMINÉRIO/IPT, 1982. 4 v. (Relatório 17.699)
- SILVEIRA, J.D. da, 1950. *Baixadas litorâneas quentes e úmidas*. São Paulo. (Tese de Concurso, Fac. Fil. Ciênc. Letras, USP).
- SILVEIRA, J.D. da 1952. *Baixadas litorâneas quentes e úmidas*. São Paulo, FFCLUSP. 224p. (Boletim, 152)
- SOARES, P. C. Sequências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste de escudo paranaense. *In: SIMPÓSIO SUL - BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 3, Curitiba, 1987. *Atas...* Curitiba, SBG, 1987. v. 2, p.743-771.
- SOARES, P. C. Tectônica Colisional em torno do Bloco Paraná. VII CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, Belém. PA, 1988. vol.1, p.63-79.
- SOERENSEN, H. The alkaline rocks. London, John Wiley, 1974. 622p.
- SOUZA, A.P. Mapa geológico na escala 1:50.000 e esboço de evolução tectônica e sedimentar do Grupo Itaiacoca, nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde (SP)-(PR). São Paulo, IG/USP, 1990. (Dissertação de Mestrado)
- STACEY, J.S. & KRAMERS, J.P. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two stage model. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **26**: 207-221, 1975.
- STEIN, D.P. Esboço da evolução geológica pré-cambriana da Folha Pilar do Sul, São Paulo, SF.23-Y-C-IV-4. São Paulo, IG/USP, 1984. 148p. (Dissertação de Mestrado)
- STRECKEISEN, A.L. How should charnockitic rocks be named? *In: BELLIERE, J. ; DUCHESNE, J. C.* Geologie des domaines cristallins, Cent. Soc. Geol. Belgique, Liège, 1974. p. 349-360.
- STRECKEISEN, A.L. Classification and nomenclature of plutonic rocks: recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. 1974.
- SUGUIO, K. & PETRI, S. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region deposits, São Paulo State. Brazil – part I: field observations and grain size parameters. *Bol. IG*, São Paulo, 4:1-20, 1973.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1975 State of São Paulo Coastal Plain evolutive scheme and Brazilian Littoral Quaternary Marine Formations. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONTINENTAL MARGINS OF ATLANTIC TYPE*, São Paulo. Acad.Bras.Ci., 1975, (Abstracts, section 1) p. 20.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. *Mapas geológicos 1:100 000 cobrindo a costa paulista*. São Paulo, DAEE, 1978.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; RAMPAZZO, L. Morfometria e litologia de seixos da formação Pariquera-Açu (SP). *Ciência e Cultura*, 26(7):189, 1974. (Resumos da 26. Reunião Anual da Soc. Bras. Progr. Ciência, Recife).
- TAKAHASHI, A.T.; FERREIRA, J.C.G.; THEODOROVICZ, A. Projeto Guapiara: relatório final. São Paulo. CPRM/PROMINÉRIO, 1984, 1v.
- TAKAHASHI, A.T.; THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M.M.; GODOY, H.K.; MORAES, S.M. Projeto Engenheiro Maia - Ribeirão Branco. São Paulo, CPRM/PRO-MINÉRIO, 1986, 1v.
- TASSINARI, C.C.G. As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua

- evolução crustal. São Paulo, IG/USP, 1988, 236 p. (Tese de Doutorado).
- TASSINARI, C.C.G.; CAMPOS NETO, M.C.; VIDAL, P. Idade e natureza da crosta continental primitiva da região leste do estado de São Paulo: evidências a partir dos isótopos de Nd, Sr e Pb. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 1, Rio de Janeiro, 1989. Atas... Rio de Janeiro, SBG, 1989. p. 103-104.
- TASSINARI, C.C.G.; BARBOUR, P.; DAITX, E.C.; SATO, K. Aplicação dos isótopos de Pb e Sr na determinação da natureza das fontes das mineralizações de chumbo do Vale do Ribeira (SP – PR). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36, Natal, 1990. *Anais...* Natal, SBG, 1990. v. 3, p.1254-1266.
- TEIXEIRA, A.L.; FERNANDES, L.A.; DANTAS, A.S.L.; GIMENEZ FILHO, A.; NAGATA, N.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L. Geologia da Folha Juquiá, Baixo Vale do Ribeira, São Paulo. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 5, Rio Claro, 1987, *Atas...* São Paulo, SBG, 1987, v.1, p.205-224.
- TEIXEIRA, W. Folha Assuncion (SG.21), Curitiba (SG.22) e Iguape (SG.23): considerações sobre os dados radiométricos e evolução geocronológica. *In: DNPM. Projeto Radam*. Brasília, DNPM/MME, 1982. 38p. (Relatório Interno)
- THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M.M.; MORAES, S.M.; GODOY, H.K.; TAKAHASHI, A.T. Projeto Engenheiro Maia/Ribeirão Branco: relatório final. São Paulo, CPRM/PROMINÉRIO, 1986. 1v.
- THEODOROVICZ, A. & CÂMARA, M. M. Ambiente tectônica da Faixa Itaia-coca-Itapeva na região sudeste do Estado de São Paulo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 35, Belém. *Anais...* Belém, SBG, 1988, v. 6, p. 2713-2726.
- THEODOROVICZ, A.; CÂMARA, M. M.; TAKAHASHI, A. T.; MORAES, S. M.; GODOY, H. K. *Geologia do pré-cambriano das folhas Engenheiro Maia e Ribeirão Branco (SP)*. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 35, Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG, 1988, v. 6, p. 2713-2726.
- THEODOROVICZ, A.; YAMATO, A.A.; TAKAHASHI, A.T.; VASCONCELOS, C.S.; SANTARÉM, P.C.; SILVA, V.A. Projeto Santa Isabel/Mogi das Cruzes/Mauá: relatório final. São Paulo, DNPM/CPRM, 1991. 3v.
- TREIN, E.; REIS NETO, J. M. dos; BIONDI, J. C.; MONASTIER, M. S. 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, 1985, v. 1, p. 169-185.
- TURNER, F.J. & WEISS, L.E. *Structural analysis of metamorphic tectonites*. New York, McGraw Hill, 1963. 545p.
- ULBRICH, H.H.G.J. & GOMES, C.B. Alkaline rocks from continental Brazil. *Tectonophysics*, 17: 135-154, 1981.
- VAN SCHMUS W.R.; TASSINARI, C.C.G.; CORDANI, U.G. Estudo geocronológico da parte inferior do Grupo São Roque. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG, 1986. v. 3, p.1399-1406.
- VASCONCELOS, C.S. & CÂMARA, M.M. Projeto Vale do Ribeira: alvo São Pedro- informe técnico. São Paulo, CPRM, 1992, 2v.
- VASCONCELOS, C.S. & CÂMARA, M.M. Projeto Vale do Ribeira: relatório final de pesquisa. São Paulo, CPRM, 1995. 1v.
- VASCONCELOS, C. S.; CÂMARA, M.M.; PIZZATO, L.G.; LOPES JÚNIOR, I.; BEZERRA, J.R.L.; DREWS, M.G.P.

- Projeto Vale do Ribeira: relatório final de pesquisa. São Paulo, CPRM, 1993. 1v.
- VIEIRA, S.R.S.S. Estudo lito-estrutural da região de Embu-Guaçu – Parelheiros (SP). São Paulo, IG/USP, 1989. 122 p. (Dissertação de Mestrado)
- VIEIRA, S.R.S.S. & TASSINARI, C.C.G. Estudo petrológico e geocronológico das rochas da região de Embu-Guaçu (SP). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 35, Belém, 1988. *Anais...* Belem, SBG, 1988. v.3, p.1391-1399.
- VLACH, S.R.F. & CORDANI, U.G. A sistemática Rb-Sr em rochas granitóides: considerações interpretativas, limitações e exemplos brasileiros. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, **16**: 38-53, 1986.
- VLACH, S.R.F.; JANASI, V.A.; VASCONCELLOS, A.C.B.C. 1990. The Itu Belt: associated calc-alkaline and aluminous A-type late Brasiliano granitoids in the states of São Paulo and Paraná, Southern Brazil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36, Natal, 1990. *Anais...* Natal, SBG, 1990. v. 6, p.1700-1711.
- WERNICK, E. Aspectos petrológicos dos granitóides da província Ribeira. SP e PR. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 2, Rio Claro, 1979. *Atas...* Rio Claro, SBG, 1979, v. 1, p. 181-215.
- WERNICK, E. Contribuição à caracterização das linhagens de granitóides brasileiros do sul do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, Salvador, 1982. *Anais ...* Salvador, SBG, 1982. v. 2, p. 490-499.
- WERNICK, E. Tipos de complexo granitóides do sul do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador, SBG, v. 2. 1982
- WERNICK, E. & GOMES, C.B. Granitos e metamorfismo no Vale do Ribeira do Iguape, SP e PR. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 28, Porto Alegre, 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG, v. 5, p. 145-154, 1974
- WERNICK, E. & GOMES, C.B. Geoquímica de maciços graníticos da região do Ribeira (parte III - considerações petrológicas). *An. Acad. bras. Ci.*, Rio de Janeiro, **49**(1): 157-169, 1977.
- WERNICK, E. & PENALVA, F. Contribuição ao conhecimento das rochas granitóides do sul do Brasil. *Revista Brasileira Geociências*, São Paulo, **8**(2):113-133, 1978.
- WERNICK, E.; GALEMBECK, T.M.B.; RIGO JÚNIOR, L.; ARTUR, A.C.; WEBERDIEFENBACK, K. Razão Sr/Ba/Rb e tipologia de zircão em granitóides dos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais. *Geociências*, Rio Claro, UNESP, **9**:87-10, 1990.
- WERNICK, E.; RIGO JÚNIOR, L.; GALEMBECK, T.M.B.; WEBERDIEFENBACK, K. Os complexos granitóides Cunhaporanga e Três Corregos (PR): zoneamento magmático e implicações geotectônicas. *Geociências*, Rio Claro, UNESP, **9**: 67-85, 1990.
- WERNICK, E.; GODOY, A.M.; GALEMBECK, T.M.B. The São Francisco. Sorocaba and Itu rapakivi complexes (late Precambrian, State of São Paulo, Brazil): Geological, petrographic and chemical aspects. *In: SYMPOSIUM ON RAPAKIVI GRANITES AND RELATED ROCKS*, Helsinki, Finland. *Abstracts...*Helsinki, 1991, p.61-62.
- WILLIAMS, G.D. Rotation of contemporary folds into the X direction during overthrust processes in Laksefjord, Finnmark. *Tectonophysics*, **48**:29-40, 1978.
- WYMAN, D.A. & KERRICH, R. Archean shoshonitic lamprophyres associated with superior province gold deposits:

- distribution, tectonic setting, noble metal abundances, and significance for gold mineralization. *In*: KEAYS, R.R.; RAMSAY, W.R.H.; GROVES, D.A. *The geology of gold deposits*. 1989.
- WYMAN, D.A. & KERRICH, R. Lamprophyres, a source of gold. *Nature*, **332**:209-210, 1988.
- YAMATO, A.A. *Mapeamento geológico de parte da folha Bocaiúva (SG. 22-X-D-1-2), escala 1:50.000*. São Paulo. IG/USP, 1999. 130p. (Dissertação de Mestrado)
- ZARTMAN, R.E. & DOE, B.R. Plumbotectonics: the model. *Tectonophysics*, **75**:135-172, 1981.

APÊNDICES

CONTENIDO

1

Súmula dos Dados de Produção

Mapeamento Geológico

Área Mapeada (Km ²)	1.400
Caminhamento Geológico – perfis (Km)	800
Afloramentos Estudados	554
Amostras Coletadas	350
Análises Petrográficas	160
Análises Litogeoquímicas (F-RX)	11
Análises Geocronológicas (U-Pb em zircão)	03

Geoquímica – Amostras Coletadas

Sedimento de Corrente	390
Concentrado de Batéia	387

Geoquímica – Determinações Analíticas

Espectrofotometria de Plasma – ICP	390
Espectrofotometria de Absorção Atômica	390
Colorimetria	390
Microssonda Eletrônica de Varredura-MEV	05
Análise Mineralógica Semi-Quantitativa em Concentrados de Batéia	387

2

Ilustrações Fotográficas



Foto 1 - Detalhe da foliação associando estruturas S-C sinistras em rocha tonalítica do Complexo Serra Negra. Rodovia BR-116, limite entre as folhas Rio Guaraú e Rio Turvo.



Foto 4 - Pequeno budin anfibolítico indicando provável estrutura transtrativa associada a biotita-hornblenda ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Rodovia BR-116, ponto AY-128, Folha Rio Guaraú.



Foto 2 - Metanortosito alterado com estrutura cumulática, apresentando textura "pele de leopardo". Complexo Serra Negra (Suíte Gabro-Anortositica Alto Turvo). Rodovia BR-116, ponto CL-138, Folha Rio Guaraú.



Foto 5 - Notável estrutura dúctil-rúptil em biotita-hornblenda ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Rodovia BR-116, ponto AY-128, Folha Rio Guaraú.



Foto 3 - Budin anfibolítico métrico hospedado em biotita-hornblenda gnaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Rodovia BR-116, ponto AY-128, Folha Rio Guaraú.

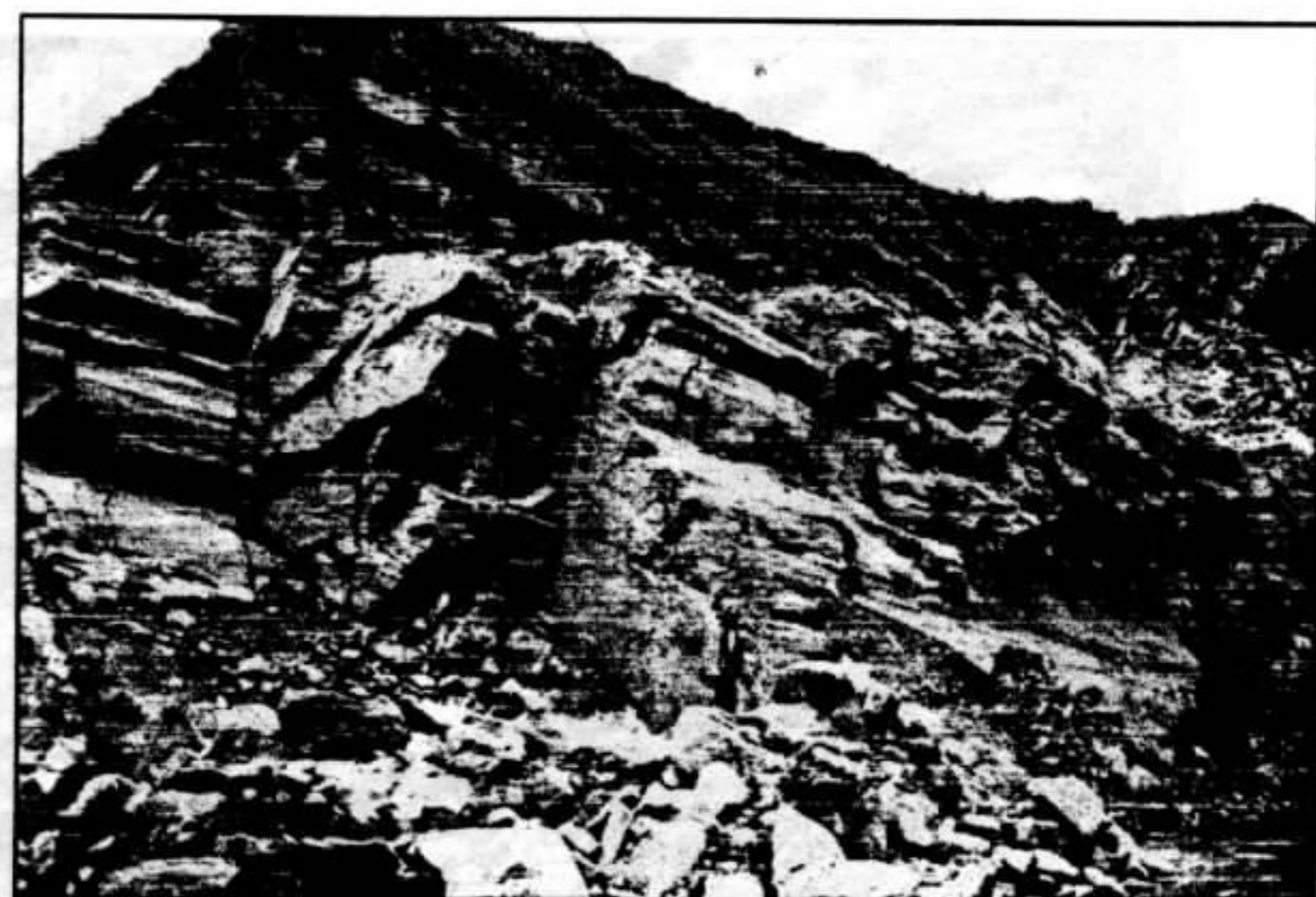


Foto 6 - Mullions associados a ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Pedreira da Construtora Sanches & Tripoloni, Vila Tatu, ponto CL-195, Folha Rio Guaraú.



Foto 7 - Ortognaisses bandados (Complexo Gnáissico Migmatítico) com intensa deformação em baixo ângulo de mergulho. Pedreira da Construtora Sanches & Tripoloni, Vila Tatu, ponto CL-195, Folha Rio Guaraú.



Foto 10 - Dobra mesoscópica sin-milonítica em ortognaisses bandados (Complexo Gnáissico Migmatítico). Rodovia BR-116, Vila Tatu, ponto CL-217, Folha Rio Guaraú.



Foto 8 - Ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico Migmatítico com dobras em intrafoliais em regime fortemente dúctil. Rodovia BR-116, Vila Tatu, ponto CL-219, Folha Rio Guaraú.

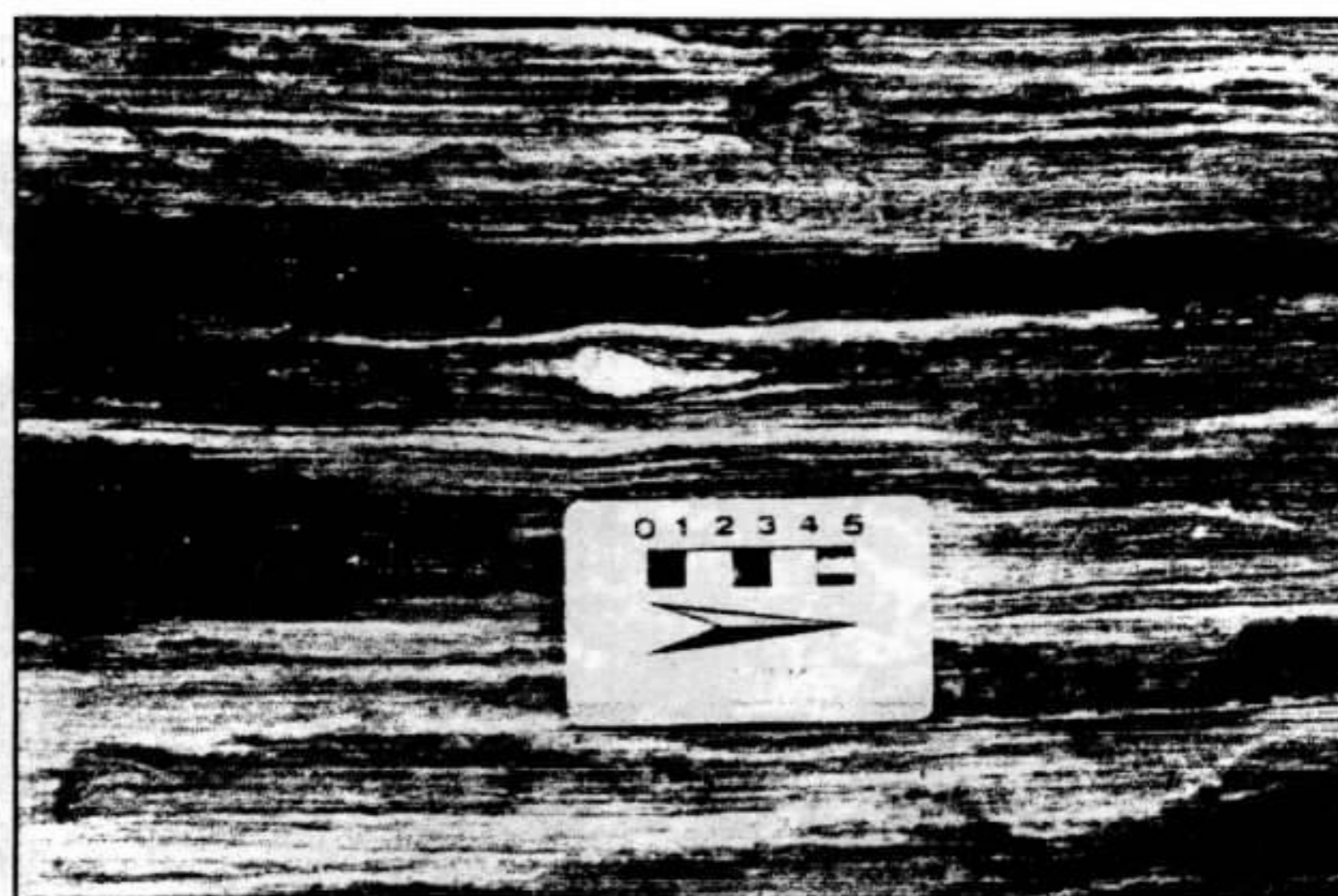


Foto 11 - Foliação milonítica em ortognaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico mostrando porfiroclasto de feldspato indicando movimentação sinistral. Leito do Rio Timbuva, ponto CL-215, Folha Rio Guaraú.



Foto 9 - Possível geração de dobra em bainha em ortognaisses bandados (Complexo Gnáissico Migmatítico). Rodovia BR-116, Vila Tatu, ponto CL-219, Folha Rio Guaraú.



Foto 12 - Micaxistos bandados do Complexo Turvo Cajati, alternando bandas pelíticas e carbonáticas. Lavra de argila a nordeste de Cajati, ponto AY-46, Folha Jacupiranga.



Foto 13a - Dobras pitgmáticas em micaxistos do Complexo Turvo-Cajati, com incipiente fusão parcial. Rodovia BR-116, proximidades do ponto AY-65, Folha Jacupiranga.



Foto 15 - Provável dobra em bainha em granada-quartzo micaxistos parcialmente migmatizados do Complexo Turvo-Cajati. Leito do Rio Jacupiranguinha, ponto AY-157, Folha Rio Guaraú.



Foto 13b - Detalhe da Foto 13^a, dobras pitgmáticas em micaxistos do Complexo Turvo-Cajati.



Foto 16 - Quartzitos fortemente milonitizados do Complexo Turvo-Cajati, próximo ao contato com ortognaisses bandados. Vila Tatu, Ribeirão da Lagoa, ponto CL-196, Folha Rio Guaraú.



Foto 14 - Micaxistos do Complexo Turvo-Cajati com estruturas indicativas de movimentação sinistral. Rodovia BR-116, proximidades do ponto AY-124, Folha Rio Guaraú.



Foto 17 - Sillimanita-granada-biotita paragnaisses do Complexo Turvo-Cajati, com foliação em baixo ângulo de mergulho, englobando porções de rochas cálcio-silicáticas e mármores dolomíticos (resisters). Encosta da Pedra do Lençol, ponto NM-3, Folha Jacupiranga.



Foto 18 - Paragnaisses migmatizados do Complexo Turvo-Cajati exibindo dobras convolutas. Leito do Rio Queimado, proximidades do ponto AY-143, Folha Rio Guaraú.



Foto 21 - Gnaisse Itapeúna afetado pela Zona de Cisalhamento Cubatão Lancinha, na localidade de Itapeúna, ponto CL-77, Folha Jacupiranga.



Foto 19 - Pegmatito de turmalina granito discordante, oriundo dos migmatitos do Complexo Turvo-Cajati, injetado em biotita-hornblenda ortognaisses bandados do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Rodovia BR-116, ponto AY-128, Folha Rio Guaraú.

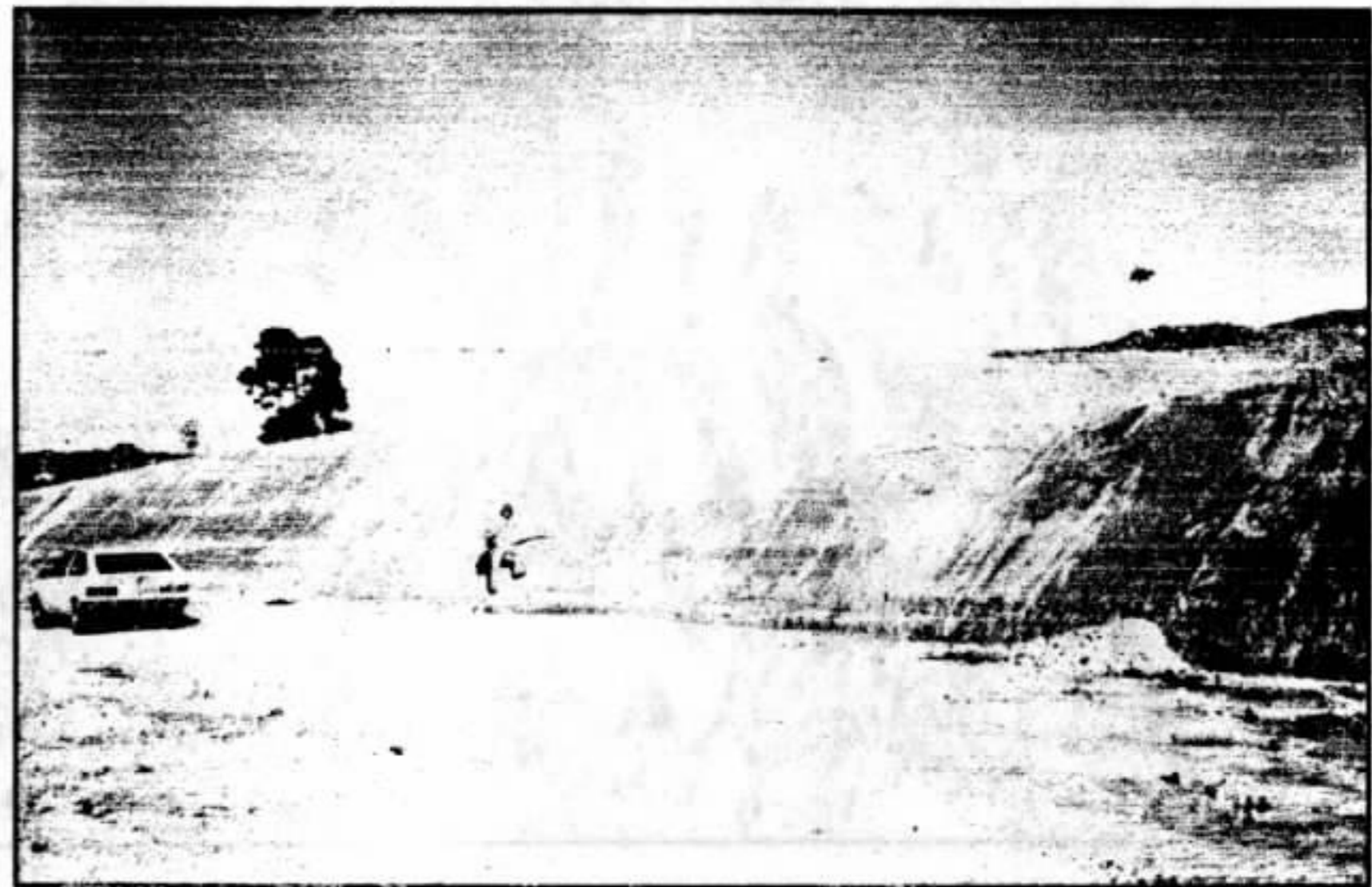


Foto 22 - Terraço de cascalhos terció-quaternários de nível superior, assentados em discordância erosiva sobre micaxistos do Complexo Turvo-Cajati. Rodovia BR-116, proximidades de Jacupiranga.



Foto 20 - Porção nebulítica do Gnaisse Itapeúna englobando enclaves de rochas cálcio-silicáticas. Serra do Cruzeiro (Bulha), proximidades do ponto CL-65, Folha Jacupiranga.

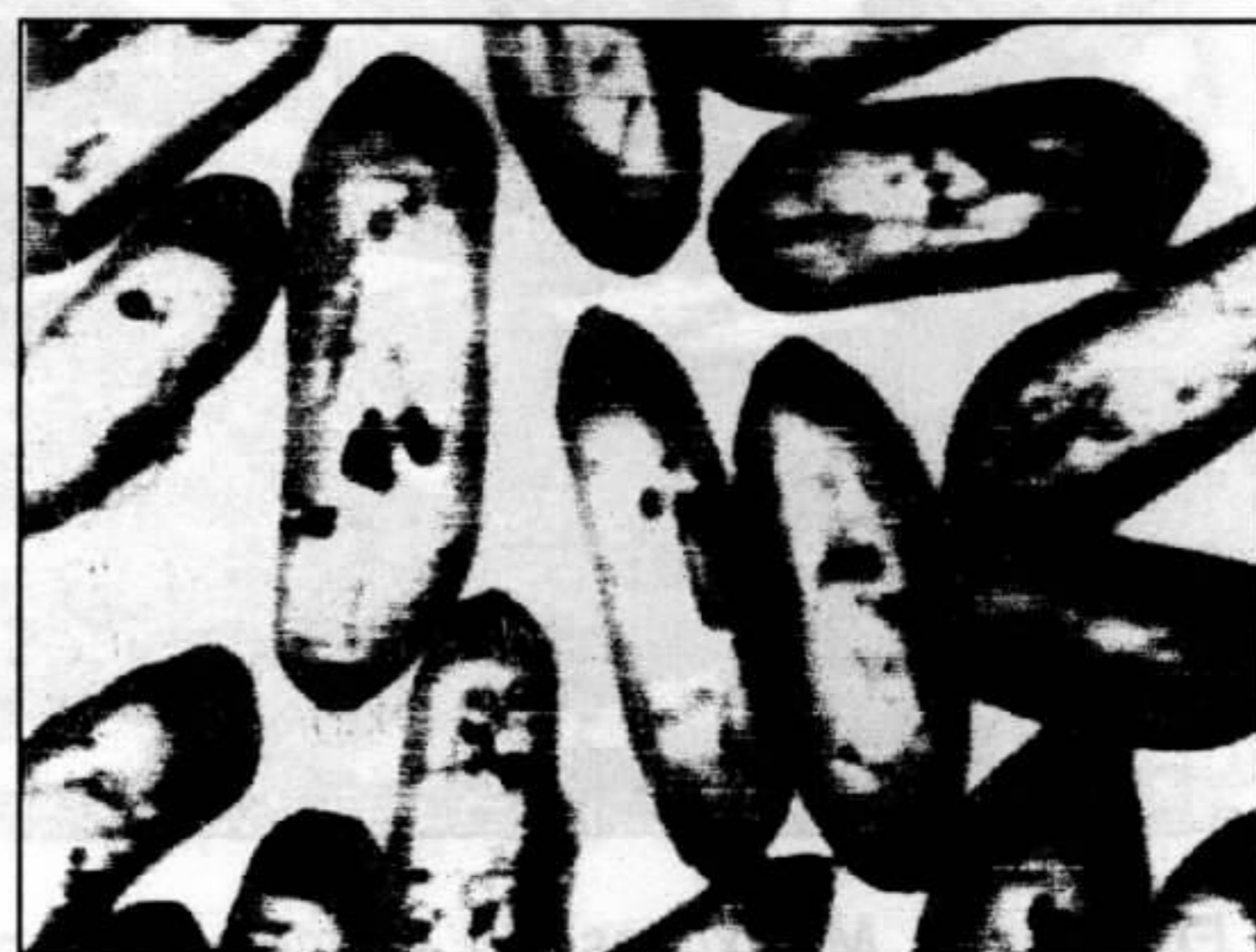


Foto 23 - Aspecto dos zircões da amostra CL-238, dos ortognaisses porfiroclásticos do Complexo Gnáissico-Migmatítico, utilizados na datação radiométrica U-Pb. Aumento 275X.



Foto 24 - Aspecto dos zircões da amostra CL-90, Gnaiss Itapeúna, Complexo Turvo-Cajati, utilizados na datação radiométrica U-Pb. Aumento 275X.



Foto 26a - Aspecto dos zircões da amostra AY-133, Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, utilizados na datação radiométrica U-Pb. Aumento 165X.



Foto 25 - Imagem de elétrons retro espalhados (BSE) onde se identifica um grão de ósmio com bordas irregulares e arestas vivas (alta dureza) e de superfície homogênea.

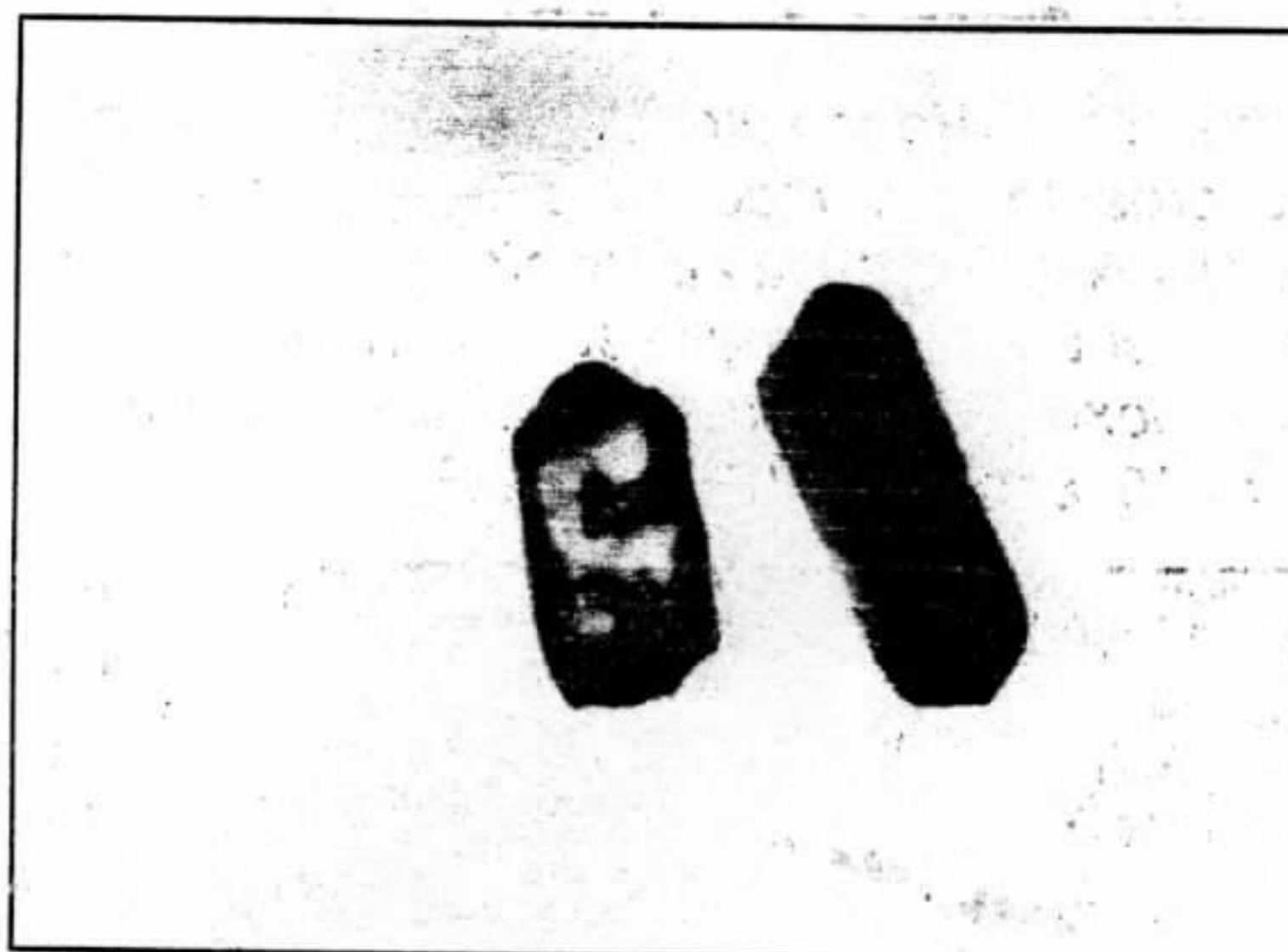


Foto 26b - Aspecto dos zircões da amostra AY-133, Granito Gnaiss Alto Jacupiranguinha, utilizados na datação radiométrica U-Pb. Aumento 138X.