PHL
007444
2006

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM-CPRM

PROJETO SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

RELATÓRIO GEOLÓGICO INTEGRADO

VOLUME IV

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
AGÊNCIA SÃO PAULO

Maio 1974

CPRM I.96 SUREMI SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 082-S
N.º de Volumes: 4 V.: 4
OSTENSIVO

PROJETO SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Chefe do Projeto: *José Peres Algarte*

Equipe Executora: *Antonio Juarez Milmann Martins*
Antonio Morgental
Elias Carneiro Daitx
Fausto Soares de Andrade Junior
Fernando Batolla Junior
Francisco José Fonseca Ferreira
Geraldo Garrido Pinto
Hélio Canejo da Silva Cunha
João Bosco Vianna Drumond
José Carlos Rodrigues
José Carvalho Cavalcante
Kenichi Yamamoto
Libório Quirino Kaefer
Luiz Antonio Chieregati
Wilson Dias de Pinho Filho
Winston Addas

Colaboração Especial: *Oscar Paulo Gross Braun*
Jane da Silva Araujo
Lucia Maria da Vinha
Maria Flórida Brochi Rodrigues
Evaldo Ozório Ferreira
Jorge Eduardo Pinto Hausen

PROJETO SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

RELATÓRIO FINAL

INDICE DE VOLUMES

Volume I - Folha de São Paulo - SF-23-Y-C

Volume II - Folha de Santos - SF-23-Y-D

Volume III - Folha de Castro - SG-22-X-A

Volume IV - Relatório Final Integrado

CPRM

APRESENTAÇÃO

Este volume integra os dados obtidos durante o mapeamento geológico sistemático do sudeste de São Paulo e nordeste do Paraná, em área correspondente a 45.700 km^2, sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Agência São Paulo, para o Departamento Nacional da Produção Mineral.

Dois objetivos principais nortearam a criação do Projeto Sudeste do Estado de São Paulo:

1) a planificação de etapas subseqüentes de estudos pormenorizados, no sentido de incrementar a pesquisa e o aproveitamento geo-econômico desta ampla região;
2) a obtenção de um mapa geológico em escala 1:500.000, como subsídio à elaboração da Carta Geológica do Brasil, ao milionésimo.

A exposição dos resultados é feita de modo regional, de vez que este compêndio resulta da integração dos relatórios das diversas folhas que compõem o Projeto, ao contrário do que ocorre naqueles. Assim, para obter-se informações mais pormenorizadas, devem ser consultados os volumes I, II e III desta coleção e o relatório preliminar de Itararé.

A redação do presente relatório contou com a participação efetiva dos seguintes geológos:

Hélio Canejo da Silva Cunha	Capítulos 6 e 9
José Carvalho Cavalcante	Capítulos 5, 6, 7 e 8
José Peres Algarte	Capítulos 6, 7 e 9
Kenichi Yamamoto	Referências bibliográficas
Libório Quirino Kaefer	Capítulos 1, 2, 3, 4 e 6
Luiz Antonio Chieregati	Capítulos 5 e 6

SUMÁRIO

1 - RESUMO 1

2 - ABSTRACT 3

3 - INTRODUÇÃO 5
3.1 - Histórico 5
3.2 - Objetivos 5
3.3 - Localização e acesso 6
3.4 - Aspectos sócio-econômicos 10
3.5 - Metodologia 17
3.6 - Dados físicos de produção 19
3.7 - Trabalhos anteriores 22
3.7.1 - Trabalhos de interesse histórico 23
3.7.2 - Trabalhos sobre ocorrências minerais. 23
3.7.3 - Trabalhos sobre rochas do pré-Cambriano e intrusivas subseqüentes 25
3.7.4 - Trabalhos sobre sedimentos paleozóicos 26
3.7.5 - Trabalhos sobre sedimentos plio-pleistocênicos e recentes 31
3.7.6 - Trabalhos sobre geomorfologia e pedologia 32
3.7.7 - Trabalhos sobre mapeamentos geológicos, incluindo mapas geológicos 37
Referências bibliográficas 41

4 - CLIMA, VEGETAÇÃO E HIDROGRAFIA 55
4.1 - Clima 55
4.2 - Vegetação 57
4.3 - Hidrografia 64
Referências bibliográficas 66

5 - GEOMORFOLOGIA 67
5.1 - Ciclos geomorfológicos 67
5.2 - Grandes feições morfo-estruturais 72
5.3 - Compartimentação do relevo 74
5.3.1 - Faixa setentrional (acima do paralelo 24°) 74
5.3.2 - Faixa meridional (abaixo do paralelo 24°) 78
5.4 - Aspectos pedológicos 79
Referências bibliográficas 80

6 - GEOLOGIA GERAL E ESTRATIGRAFIA 83
6.1 - Considerações preliminares 83
6.2 - Coluna estratigráfica 84
6.3 - Complexo Gnáissico-Migmatítico 86
6.3.1 - Distribuição geográfica 86
6.3.2 - Relações de contato 86
6.3.3 - Litologia 86
6.3.3.1 - Rochas graníticas metassomáticas ou de anatexia 87
6.3.3.2 - Complexo intermediário de Piracaia 88

6.3.3.3 - Migmatitos homogêneos 89
6.3.3.4 - Migmatitos heterogêneos ... 91
6.3.3.5 - Gnaisses 92
6.3.3.6 - Micaxistos e quartzitos ... 93
6.3.3.7 - Mármores dolomíticos e rochas calco-silicatadas 95
6.3.3.8 - Anfibolitos, anfibólio-xistos e epidioritos 96
6.4 - Grupo Açungui 97
6.4.1 - Distribuição geográfica 97
6.4.2 - Relações de contato 98
6.4.3 - Litologia 98
6.4.3.1 - Gnaisses 98
6.4.3.2 - Anfibolitos e anfibólio-xistos 100
6.4.3.3 - Micaxistos 101
6.4.3.4 - Rochas carbonáticas 105
6.4.3.5 - Metaconglomerados 107
6.4.3.6 - Filitos, metassiltitos e quartzitos 109
6.5 - Rochas intrusivas graníticas 110
6.6 - Efeitos de cataclase e metamorfismo 115
6.7 - Grupo Castro 119
6.8 - Grupo Campos Gerais (Paraná) 121
6.9 - Grupo Tubarão 123
6.10 - Grupo Passa Dois 125
6.11 - Rochas intrusivas básicas 127
6.12 - Rochas intrusivas ultrabásicas e alcalinas . 130
6.13 - Grupo Taubaté - Formação São Paulo 134
6.14 - Sedimentos quaternários 136
Referências bibliográficas 139
7 - GEOLOGIA ESTRUTURAL 145
7.1 - Considerações preliminares 145
7.2 - Acamamento e foliação 146
7.3 - Dobras 147
7.4 - Falhas 151
7.5 - Arranjo estrutural e tectônico 157
7.5.1 - Metamorfitos complexamente estruturados 157
7.5.2 - Coberturas sedimentares não dobradas. 160
Referências bibliográficas 162
8 - GEOLOGIA HISTÓRICA 165
Referências bibliográficas 173
9 - GEOLOGIA ECONÔMICA 175
9.1 - Considerações gerais 175
9.2 - Ocorrências minerais de elementos metálicos . 179
9.2.1 - Chumbo 179
9.2.2 - Cobre 180
9.2.3 - Estanho e wolfrânio 182
9.2.4 - Ferro 182
9.2.5 - Manganês 183
9.2.6 - Níquel 184
9.2.7 - Ouro 184

9.3 - Ocorrências minerais de elementos não-metálicos 185
9.3.1 - "Calcários" 185
9.3.2 - Materiais de construção 186
9.3.3 - Caulim e feldspato 189
9.3.4 - Vermiculita 189
9.3.5 - Apatita 190
9.3.6 - Talco 190
9.3.7 - Barita 191
9.3.8 - Grafita 191
9.3.9 - Carvão 192
9.3.10 - Folhelho o pirobetuminoso 192
9.3.11 - Águas minerais 192
9.3.12 - Potencial hidrelétrico e abastecimento d'água 193

Referências bibliográficas 193

10 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 195

11 - ANEXO - Mapa geológico em escala 1:500.000..... 196

12 - ÍNDICE REMISSIVO DE ASSUNTOS 197

13 - ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES 205

CPRM

1 - RESUMO

O mapeamento geológico sistemático do pré-Cambriano de São Paulo e nordeste do Paraná, realizado pela Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais, fica compreendido entre os paralelos 23° e 25° de latitude sul e meridianos 45° e 50° de longitude oeste de Greenwich, totalizando uma área de 45.700 km^2, aproximadamente. Geomorfologicamente, destacam-se três províncias: Costeira, planalto Atlântico e depressão Periférica, cada uma representada por duas ou mais zonas. Os acidentes orográficos mais importantes são as serras do Mar e da Mantiqueira, a norte, entre as quais está inserido o vale do Paraíba e as serras de Paranapiacaba e das Furnas, a sul. Esta constitui o limite entre as rochas pré-cambrianas e paleozóicas, isto é, entre a depressão Periférica e o planalto Atlântico, enquanto que aquela delimita a província Costeira do planalto Atlântico. As rochas desta área podem ser grupadas em três conjuntos principais: 1) Complexo Gnáissico-Migmatítico, compreendendo as de mais difícil caracterização e individualização, devido ao seu alto grau de transformação; 2) O Grupo Açungui (São Roque), que abrange as epimetamórficas, tectonizadas em grau variável, e guardando ainda algumas das características originais; 3) As coberturas não dobradas, que podem ser subdivididas em: a) seqüência vulcano-sedimentar do Grupo Castro; b) cobertura sedimentar paleozóica, representada pelos Grupos Campos Gerais, Tubarão e Passa Dois; c) sedimentos plio-pleistocênicos, correspondentes às bacias de Taubaté e de São Paulo; d) sedimentos pleistocênicos fluviais (terraços antigos) e marinhos, bem como depósitos marinhos, aluviais e colúvio-eluviais recentes. Inúmeros corpos intrusivos graníticos (eopaleozóicos) e ultrabásico-alcalinos e alcalinos (jurássico-cretáceos) ocorrem em toda a área mapeada. Os dois primeiros conjuntos litológicos foram intensamente dobrados e falhados, resultando em dobras com eixos tendendo à uma disposição em torno de N45°E (abaixo do paralelo 24°), freqüentemente modificada em virtude da intensa tectônica rígida e intrusões graníticas.

Acima daquela linha os dobramentos são menos conspícuos, sendo a direção dos seus eixos em torno de N60°E. As principais linhas tectônicas da área apresentam uma direção SW-NE, que coincide com a tendência regional da foliação das rochas pré-cambrianas. As principais falhas são as originadas por esforços compressivos - inversas, transcorrentes ou de caráter misto - devendo-se salientar, porém, as oriundas de esforços distensivos, cujas principais estruturas são o "*Graben*" do Paraíba e o "*Horst*" de Arapoti, bem como os enxames de fraturas preenchidas por diabásio (diques), possuindo direção SE-NW. Entre as ocorrências minerais metálicas destacamos as de Pb (acessoriamente Ag e Au), que ocorrem na província do vale do Ribeira, sendo de menor importância as de Cu, Sn-W, Ni, Au e Fe. Os mármores ("calcários") sobressaem-se entre os não metálicos, ao lado das ocorrências de materiais de construção (granitos, gnaisses, migmatitos, areias e argilas), podendo ser citados, ainda, caulim, feldspato, vermiculita, fosfato, talco, barita, grafita, carvão, folhelho pirobetuminoso e águas minerais.

2 - ABSTRACT

The systematic geologic mapping of pre-Cambrian terrains of São Paulo and Northeastern Paraná, made by Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, covers an area of aproximately 45.700 km^2, located between 23° and 25° South latitude and 45° and 50° West longitude. There are three main geomorphological provinces: Coastal, Atlântico Plateau and Peripherical Depression, each represented by two or more zones. The most important mountain chains are the Mar and Mantiqueira Sierras, separeted by the Paraíba valley, on the Northern portion of the area and Paranapiacaba and Furnas on South. This one constitutes the limit between the pre-Cambrian and Paleozoic rocks, that is between the Peripherical Depression and the Atlântico Plateau, while the Paranapiacaba Sierra outlines the Coastal province from the Atlântico Plateau. The rocks from the area can be grouped into three main assemblages: 1) Gneissic-Migmatitic Complex, including rocks of high grade metamorphism of difficult characterization; 2) Açungui Group (São Roque), represented by epimetamorphites, with varying grades of tectonism, keeping some of their original characteristics; 3) The non-folded rocks, sub-divided in: a) Vulcano-sedimentary sequence of the Castro Group; b) Paleozoic sediments, represented by the Campos Gerais, Tubarão and Passa Dois Groups; c) Plio-pleistocenic sediments, corresponding to the Taubaté and São Paulo Basins ; d) Fluvial and marine pleistocenic sediments (old terraces), as well as recent marine, aluvial, eluvial and coluvial deposits. Several intrusive granitic (eopaleozoic) and ultrabasic-alkaline and alkaline (jurassic-cretaceous) bodies occur in the area. The two first lithological assemblage were intensevely folded and faulted, resulting folds with 45°NE axis disposition (below the 24° paralel), frequently changed due to heavy faulting and granitic intrusions. Above that line there is less folding with 60°NE orientation. The main tectonic lines in the area follow a SW-NE orientation, coinciding with the regional foliation of pre-Cambrian rocks. The

main faults derive from compressive efforts (inverse, transcurrent or both), however the most outstanding structures come from distensive efforts: the Paraíba Graben and the Araponti Horst, as well as the diabase dikes filling SE-NW fractures. Among the metalic mineral occurences we have Pb (Ag and Au associated), in the Ribeira valley province, secondaryly Cu, Sn-W, Ni, Au and Fe. Marbles ("limestones") are the most important of the non-metalic group, also represented by building materials (granites, gneisses, migmatites, sands and clays) and secondaryly by kaolin, feldspar, vermiculite, phosphate, talc, barite, graphite, coal, pirobetuminous shale and mineral water.

3 - INTRODUÇÃO

3.1 - Histórico

O Projeto Sudeste do Estado de São Paulo foi iniciado em meados de 1969, sob a responsabilidade do 2º Distrito - Sul do Departamento Nacional da Produção Mineral, passando a parte executiva para a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Agência São Paulo, em 1 de junho de 1970.

A 4 de abril de 1972 sofreu reformulações técnicas, passando a operar em programação PERT a partir desta data, sendo considerada como 1a. fase todo o trabalho realizado até então. Os resultados constam nos relatórios da Folha de Itararé (6 volumes) e da Folha de São Paulo-parcial (3 volumes).

A parte referente à Bibliografia e à Fotointerpretação Preliminar do restante da área do projeto começou a 15 de março de 1972 e findou a 17 de julho de 1972, sendo os dados físicos inseridos nos Relatórios de Progresso 01 (5 volumes) e 02 (2 volumes), respectivamente.

Os trabalhos de campo tiveram início a 10 de julho de 1972, sendo interrompidos a 15 de setembro de 1972, na área superposta ao Projeto Sudelpa (Memo 4473/DO/72); posteriormente, foram retomados, findando a 25 de agosto de 1973, tendo sido divididos em duas Etapas de Campo (I e II). Os dados obtidos nesta fase foram incluídos nos Relatórios de Progresso 03 (3 volumes) e 04 (2 volumes).

3.2 - Objetivos

O Projeto Sudeste do Estado de São Paulo foi idealizado pelo corpo técnico do 2º Distrito-Sul do Departamento Nacional da Produção Mineral, obedecendo às especificações do Plano Mestre Decenal do Ministério das Minas e Energia, devido à inexistência, nos estados de São Paulo e Paraná, de mapeamentos geológicos de âmbito regional e para aproveitar os numerosos trabalhos existentes sobre a área. Isso possibilitaria o levantamento, num prazo relativamente curto, da maior parte das rochas pré-cambrianas desses dois estados.

O presente mapeamento permitiu um conhecimento geral de cerca de 61.950 km^2 (dos quais 45.700 km^2 foram efetivamente trabalhados), em uma área sobejamente conhecida como de grande potencial geo-econômico.

O objetivo primordial foi o da planificação de etapas subseqüentes de estudos pormenorizados, plenamente atingido se considerarmos que, fruto de sucessivos estudos acumulados durante os dois primeiros anos, idealizou-se um projeto mais específico - Projeto Sudelpa - presentemente em execução. Por outro lado, espera-se executar uma série de pequenos subprojetos, em futuro próximo. Poder-se-ia acrescer, ainda, que a presença atuante do projeto no vale do rio Ribeira suscitou inusitados interesses, advindo daí uma nova "corrida" às principais mineralizações da região por intermédio de firmas particulares, o que resultou em grandes benefícios para a economia mineral.

Foi adotada a escala 1:250.000, que satisfaz plenamente os objetivos propostos, contribuindo ainda para a consecução da Carta Geológica do Brasil, ao milionêsimo.

3.3 - Localização e acesso

O projeto Sudeste do Estado de São Paulo fica compreendido entre os paralelos 23° e 25° de latitude sul e meridianos 45° e 50° de longitude oeste de Greenwich, totalizando uma área de 61.950 km^2, aproximadamente (vide fig. 1).

É a seguinte a relação das folhas e quadrículas compreendidas pelo projeto, com seus respectivos códigos:

Folha de São Paulo (SF-23-Y-C)	Tatuí - SF-23-Y-C-I Itu - SF-23-Y-C-II (***) Jundiaí - SF-23-Y-C-III Pilar do Sul - SF-23-Y-C-IV (*) São Roque - SF-23-Y-C-V (***) São Paulo - SF-23-Y-C-VI (*)

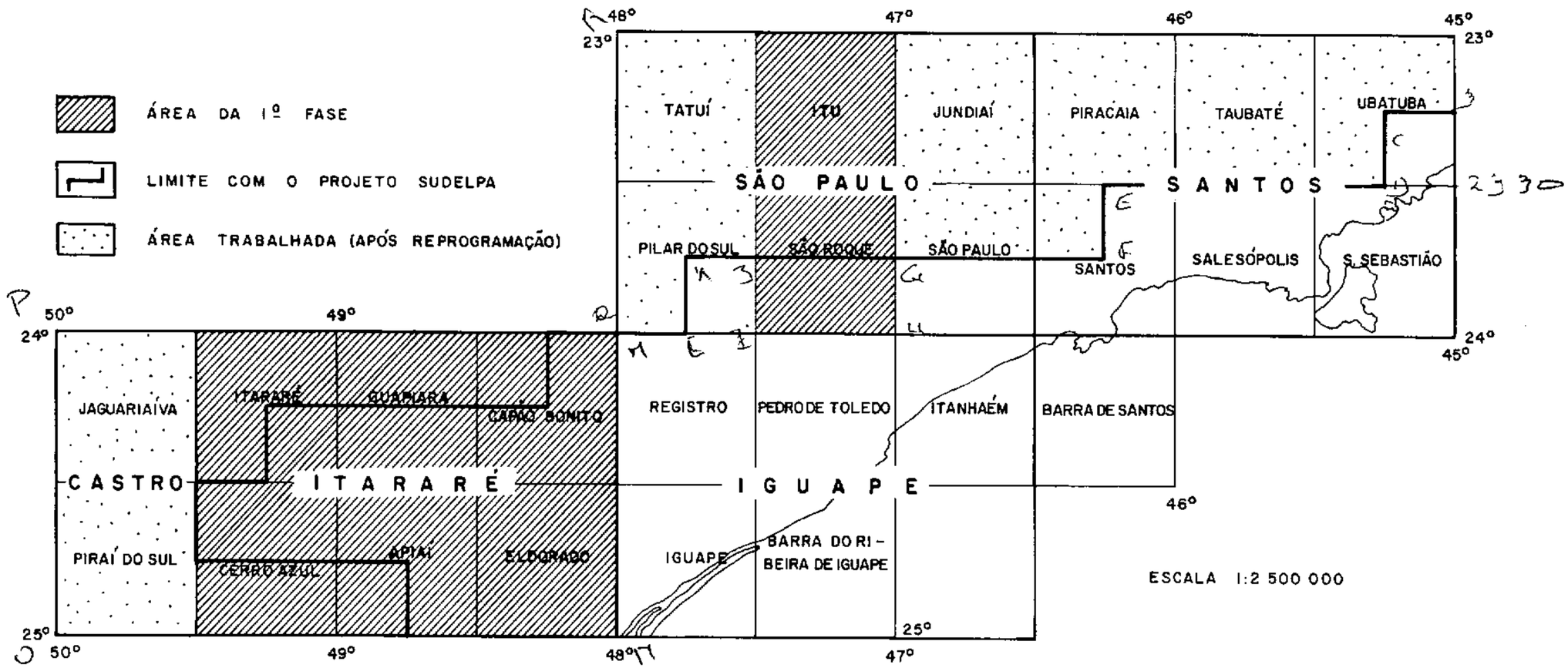


Fig. I -Mapa da divisão do Projeto Sudeste do Estado de São Paulo

Folha de Santos (SF-23-Y-D)	Piracaia - SF-23-Y-D-I Taubaté - SF-23-Y-D-II Ubatuba - SF-23-Y-D-III (*) Santos - SF-23-Y-D-IV (*) Salesópolis - SF-23-Y-D-V (**) São Sebastião - SF-23-Y-D-VI (**)
Folha de Castro (SG-22-X-A)	Jaguariaíva - SG-22-X-A-III Piraí do Sul -SG-22-X-A-VI
Folha de Itararé (SG-22-X-B)	Itararé - SG-22-X-B-I (***) Guapiara - SG-22-X-B-II (***) Capão Bonito - SG-22-X-B-III (***) Cerro Azul - SG-22-X-B-IV (***) Apiaí - SG-22-X-B- V (***) Eldorado - SG-22-X-B-VI (***)
Folha de Iguape (SG-23-V-A)	Registro - SG-23-V-A-I (**) Pedro de Toledo - SG-23-V-A-II (**) Itanhaém - SG-23-V-A-III (**) Iguape - SG-23-V-A-IV (**) B. do Rib. de Iguape - SG-23-V-A-V(**) Barra de Santos - SG-23-V-A-VI (**)

* parcialmente suspensa
** totalmente suspensa
*** 1a. fase do projeto

Abaixo temos uma relação dos municípios compreendidos parcial ou totalmente na área do projeto e divididos por regiões:

a) Grande São Paulo:

Arujá, Barueri, Biritiba Mirim, Brás Cubas, Caieiras, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu,

Embu-Guaçu, Ferraz de Vasconcelos, Francisco Morato, Franco da Rocha, Guararema, Guarulhos, Itapecerica da Serra, Itapevi, Itaquaquecetuba, Jandira, Juquitiba, Mairiporã, Mauá, Mogi da Cruzes, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Poá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Paulo, Salesópolis, Santa Isabel, Santana do Parnaíba, Santo André, Suzano e Taboão da Serra;

b) Litoral do Estado de São Paulo:
Bertioga, Cananéia, Caraguatatuba, Guarujá, Iguape, Ilhabela, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, São Sebastião, Santos e Ubatuba;

c) Vale do rio Paraíba (São Paulo):
Caçapava, Cunha, Igaratá, Jacareí, Jambeiro, Lagoinha, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Redenção da Serra, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Santa Branca e Taubaté;

d) Região do alto Tietê (São Paulo):
Araçoiaba da Serra, Atibaia, Boituva, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Cabreúva, Campinas, Campo Limpo, Capela do Alto, Capivari, Cerquilho, Cesário Lange, Elias Fausto, Ibiúna, Indaiatuba, Iperó, Itu, Itupeva, Jarinu, Jundiaí, Laranjal Paulista, Louveira, Mairinque, Nazaré Paulista, Pereiras, Piedade, Piracaia, Porto Feliz, Rafard, Salto de Pirapora, São Roque, Sorocaba, Tatuí, Tietê, Várzea Paulista, Vinhedo e Votorantim;

e) Região do alto Paranapanema (São Paulo):
Capão Bonito, Guapiara, Itaberá, Itapetininga, Itapeva, Itararé, Pilar do Sul, Ribeirão Branco e São Miguel Arcanjo;

f) Região do vale do rio Ribeira (São Paulo e Paraná):
Adrianópolis, Apiaí, Barra do Turvo, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Eldorado Paulista, Iporanga, Ita-

riri, Jacupiranga, Juquiá, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, Rio Branco do Sul, Sete Barras e Tapiraí;

g) Segundo planalto Paranaense:
Arapoti, Castro, Jaguariaíva, Piraí do Sul, São José da Boa Vista e Sengés;

h) Litoral do Estado do Paraná:
Guaraqueçaba.

As principais vias de acesso são: Rodovia Presidente Dutra, que leva às quadrículas da Folha de Santos, rodovias Castelo Branco, Anhangüera, Fernão Dias, Régis Bittencourt e Raposo Tavares, que dão acesso às diversas quadrículas que compõem a Folha de São Paulo, enquanto que a Régis Bittencourt, a BR-373 e a SP-258 cortam as quadrículas da Folha de Itararé, a BR-101 e Régis Bittencourt a de Iguape, sendo a Folha de Castro atingida pela PR-11 de Curitiba e SP-258 de São Paulo (vide fig. 2).

3.4 - Aspectos sócio-econômicos

Na área abrangida pelo Projeto Sudeste do Estado de São Paulo, cerca de 61.950 km^2, incluem-se diversas regiões dessemelhantes, desde o maior centro populacional, industrial e comercial do país, até zonas totalmente subdesenvolvidas, havendo, assim, fortes contrastes sócio-econômicos de um local para outro.

Analisada no conjunto, a área deve ser encarada como desenvolvida tanto no setor primário, quanto no secundário e terciário. Entretanto, como afirmado acima, não é igualmente incrementada, podendo ser, de imediato, separada em diversas regiões: Grande São Paulo, vale do Paraíba, litoral do Estado de São Paulo, alto Tietê, alto Paranapanema, vale do rio Ribeira, litoral do Estado do Paraná e segundo planalto Paranaense. Mesmo dentro destas diversas regiões há diferenciações.

Os principais pólos regionais são São Paulo, Sorocaba,

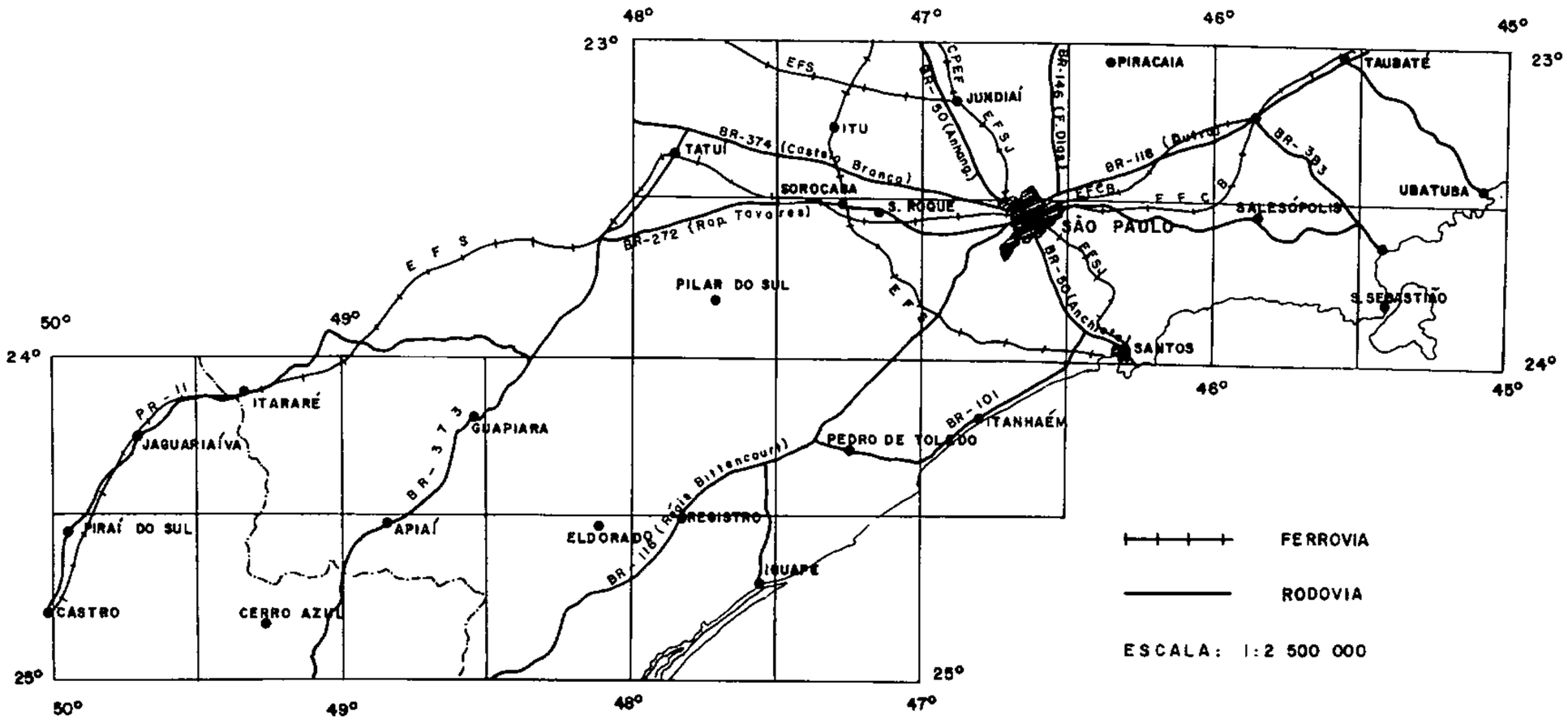


Fig. 2 -Vias de acesso da área correspondente ao Projeto Sudeste do Estado São Paulo

CPRM

São José dos Campos, Santos e Mogi das Cruzes, em torno dos quais estabeleceu-se a maior parte da economia. Estes são responsáveis, por sua vez, pela elaboração e distribuição da quase totalidade dos produtos industriais dessa vasta região, bem como da prestação da maioria dos serviços.

O surto desenvolvimentista de São Paulo fez surgir nada menos do que cinco núcleos populacionais importantes, a saber: Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Guarulhos e Osasco, cujo desenvolvimento está intimamente ligado à explosão industrial que começou há cerca de vinte anos. Vale destacar, ainda, que os demais municípios da chamada Grande São Paulo estão sofrendo um impulso muito grande, atualmente, em virtude da dificuldade cada vez maior de alojar-se novas indústrias e mesmo as residências da crescente população da região. Têm, portanto, enormes chances de desenvolverem-se ao lado daquelas. Podemos citar, principalmente, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Suzano, Mogi das Cruzes, Carapicuíba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Arujá, Itaquaquecetuba, Cotia, Barueri, Perus, Caieiras, Franco da Rocha, Embu, Taboão da Serra e Mairiporã, como "válvula de escape" para a demanda atual.

Outro polo de grande relevância é Sorocaba, não só pela excelente posição geográfica, ficando no corredor de acesso da vasta região do sudoeste do Estado, bem como do nordeste do Paraná, como pelas boas condições de topografia.

São José dos Campos vem a ser o mais promissor dos polos secundários, uma vez que se situa no eixo Rio-São Paulo, próximo à capital paulista (raio de 80 km), apresentando excelentes condições de absorver as novas indústrias que o progresso exige. Tem, também, a seu favor ótimas condições topográficas, pois está implantada sobre a bacia terciária de Taubaté, de características mui semelhantes à de São Paulo.

As cidades de Santos (excluindo o complexo industrial de Cubatão), São Vicente e Guarujá não constituem um polo como os demais, sendo antes um grande centro turístico que atende especialmente a região da Grande São Paulo. Sua impor

tância tende a crescer enormemente, em futuro próximo, com o advento da rodovia dos Imigrantes e da conclusão da BR-101 (estrada Litorânea), podendo chegar a absorver boa parte da população de São Paulo e adjacências. Podemos vislumbrar, ainda, o estabelecimento de um possível eixo urbano ao longo da futura rodovia dos Imigrantes, devido ao acesso fácil tanto para São Paulo, quanto à orla marítima.

Finalmente, Mogi das Cruzes, não pode mais ser considerado um polo, especificamente, de vez que se localiza muito próximo da capital (raio de 50 km). Teve a sua importância no passado, mas atualmente tende antes a integrar-se à capital, devido à constante melhoria do sistema viário, criando condições de desenvolvimento semelhantes ao do chamado ABC paulista.

Poderíamos ainda citar outros polos, cuja importância ressalta-se tão-somente na região onde estão implantados e que são: Castro - no segundo planalto Paranaense, Itapeva (limite da área) - no alto rio Paranapanema e Registro - no vale do Ribeira.

A industrialização da região da Grande São Paulo foi um fenômeno de rápido desenvolvimento, criando, desta forma, uma série de características e problemas próprios:

a) para atender à sempre crescente procura de mão-de-obra, houve e há um processo de "esvaziamento" em muitas regiões do interior e de outros estados, criando um fluxo migratório muitas vezes superior às necessidades;

b) desta nova população, a maioria não é especializada, conseqüentemente, com poder aquisitivo muito baixo, devendo sujeitar-se às condições impostas pelo mercado de oferta de serviços pouco remunerados: quando há uma apreciável parcela de excedentes surgem os sub-empregos e desempregos, bem como a completa marginalização de outros;

c) mas, ao mesmo tempo que esta nova mão-de-obra resol

ve alguns dos problemas, cria outros, quais sejam, a necessidade de maior abastecimento em outros setores, bem como uma crescente expansão da cidade. Em decorrência, surgem núcleos populacionais distribuídos erraticamente em bairros periféricos, muitos deles clandestinos, todos, invariavelmente, destituídos de uma infra-estrutura social e econômica mínimas;

d) esta crescente ocupação dos espaços livres bloqueia, por sua vez, o avanço natural e sistemático da cidade em direção às periferias, inflacionando o mercado imobiliário;

e) o governo (principalmente o municipal, vê-se, desta forma, cada vez mais sobrecarregado com obras da mais variada origem: arruamento, abastecimento de água, esgotos e energia elétrica, escolas, vias expressas, metrô, etc.;

f) origina-se então um verdadeiro círculo vicioso em torno de "mais mão-de-obra executando mais serviços, originando mais necessidades, as quais requerem novamente mais mão-de-obra...";

g) esta situação alastra-se prontamente para os municípios vizinhos. Como estes não possuem arcabouço econômico para atender a essa solicitação, tornam a exigir a instalação de novas indústrias, que resolvem alguns dos problemas mais graves, levando os demais para áreas circunvizinhas: está formada a cadeia indefinida...

Conclui-se, tristemente, que, a despeito de ser a Grande São Paulo a maior potência econômica brasileira, está apoiada em princípios sócio-econômicos bastante deficientes. Para maior clareza, anexamos uma série de dados estatísticos de diversas regiões do Estado. Comparando-as, chega-se à conclusão de que e a Grande São Paulo (excluída a capital) a região que conta com maiores problemas de abastecimento de

água e redes de esgotos, a despeito de possuir uma taxa média de crescimento aproximadamente 100% mais elevada (vide tabela I).

Analisando-se a carta política de São Paulo, chega-se facilmente às seguintes conclusões:

1a.) Todas as cidades compreendidas no raio de até 50 km de São Paulo, aproximadamente, estão sofrendo uma gradual e incessante integração, tornando-se cada vez mais difícil uma separação política, devendo ser os problemas resolvidos conjuntamente;

2a.) Os principais polos secundários situam-se no raio de cerca de 80 km (Campinas, São José dos Campos e Sorocaba);

3a.) Os principais eixos ao longo dos quais se estabeleceu a urbanização são as vias Dutra, Anhanguera, Raposo Tavares, Régis Bittencourt, Anchieta, Fernão Dias e antiga ligação rodoviária Rio-São Paulo, todas elas dispostas radialmente, a partir de São Paulo;

4a.) A região do vale do Ribeira constitui-se em uma lacuna entre duas regiões desenvolvidas e, devido a sua proximidade de São Paulo (raio de 100 - 300 km), uma notável excessão, parcialmente explicável pelas condições de relevo pouco favoráveis;

5a.) Da mesma forma, as serras do Mar e da Mantiqueira, embora de menor expressão que aquela, constituem vazios demográficos em comparação à alta densidade das demais regiões. Também neste caso são as condições topográficas amplamente desfavoráveis responsáveis por esta situação.

O setor primário (agricultura, pecuária, extração vegetal e mineral) está bem desenvolvida na Grande São Paulo, no alto Tietê, no alto Paranapanema, no vale do Paraíba e no segundo planalto Paranaense.

TABELA I - DADOS ESTATÍSTICOS DE POPULAÇÃO, TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO ANUAL, MUNICÍPIOS E POPULAÇÃO ABASTECIDOS DE ÁGUA E ESGOTOS, DIVIDIDOS EM REGIÕES ADMINISTRATIVAS (FONTE: FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO - 1972).

Região administrativa	nº de municípios	população (1972)	taxa média de crescim. anual	municípios com abastecimento de água	população servida de água	municípios com redes de esgotos	população servida de redes de esgotos
Grande São Paulo (exceto capital)	36	2.248,546	10,2	26 - 72,22%	889.974	21 - 56,75%	630.247
Santos	23	712.285	4,56	22 - 95,65%	465,024	13 - 56,62%	221.574
São José dos Campos	32	656.554	5,12	31 - 96,87%	458,889	28 - 87,50%	351.840
Sorocaba	59	690,693	4,13	56 - 94,91%	571,154	42 - 71,18%	432.741
Campinas	83	1,706.768	5,33	81 - 97,59%	1.471.228	74 - 89,15%	1.222.972

O setor secundário (indústria de transformação) encontra a sua melhor representação na Grande São Paulo, algo menos no vale do Paraíba e alto Tietê, sendo as demais regiões muito pouco desenvolvidas.

Também no setor terciário da economia (prestação de serviços: comércio, transporte, comunicações, instituições financeiras, governo e profissionais liberais) se destaca a Grande São Paulo, bem como o litoral do Estado de São Paulo, o alto Tietê, o alto Paranapanema e o vale do Paraíba.

O vale do Ribeira e o litoral do Estado do Paraná são sub-desenvolvidos em todos os setores, entrando com uma parcela desprezível na balança econômica do conjunto analisado.

3.5 - Metodologia

As atividades do Projeto Sudeste do Estado de São Paulo abrangem a área de ocorrência de rochas pré-cambrianas de São Paulo e nordeste do Paraná, bem como parte das rochas sedimentares das bacias do Paraná, de São Paulo e de Taubaté.

Iniciou-se o projeto no vale do rio Ribeira, em vista de aí concentrar-se a maior parte dos recursos minerais conhecidos até então, bem como por contar com maior número de obras de cunho geológico publicadas.

As atividades, durante a primeira fase do projeto, diferiam algo em relação ao executado após as reformulações de abril de 1972, pois não havia uma separação entre consulta bibliográfica, fotointerpretação e trabalhos de campo, os quais eram executados mais ou menos conjuntamente, apenas em áreas diferentes e por técnicos diferentes.

Após a reformulação, o restante da área foi enquadrado num programa de estudo global, onde as diferentes fases da sistemática de mapeamento foram aplicadas regionalmente. Desta forma, as etapas Bibliografia e Fotointerpretação Preliminar foram executadas para toda a área do projeto, indistintamente. Somente a partir da Etapa de Campo I houve uma subdivisão em quadrículas de 30' X 30', as quais foram trabalha-

das em seus pormenores por diferentes técnicos.

O trabalho de campo foi subdividido em duas etapas, separadas por uma fase de revisão da fotogeologia, para, finalmente, serem feitas as revisões definitivas das diversas quadrículas e posterior integração.

Usaram-se nas etapas de campo fotos aéreas da USAF - United States Air Force, em escala 1:60,000, ano 1965/66, mapas de apoio e o equipamento normal de geólogo. O deslocamento foi feito por meio de Rural e Jeep Ford, a cavalo, à canoa ou a pé, dependendo das condições locais de acesso.

Os mapas topográficos foram usados na seguinte ordem de preferência:

a) mapas do Instituto Geográfico e Geológico, IGG, em escala 1:50,000 (reduzidos para 1:100.000);

b) mapas da Diretoria dos Serviços Geográficos do Exército, do Ministério da Guerra, em escala 1:50.000 / (reduzidos para 1:100.000);

c) mapas do Instituto Brasileiro de Geografia-Fundação IBGE, em escala 1:100.000;

d) mapas da Comissão da Carta Geológica do Paraná, em escala 1:70.000 e 1:50.000 (reduzidos para 1:100.000);

e) mapas da PROTEC - Projetos Técnicos e Obras de Engenharia Ltda., em escala 1:100,000;

f) mapas do Instituto Geográfico e Geológico - IBGE, em Escala 1:250.000 (ampliados para 1:100.000) e, finalmente,

g) restituições onde havia deficiência de informações.

A fotointerpretação foi executada sobre *over-lays* transparentes, utilizando as mesmas aerofotos e estereoscópios de espelho (Wild) e de bolso (D. F. Vasconcelos e Abrams), sendo os dados transferidos para os mapas acima enumerados, em escala 1:100,000, reduzidos fotograficamente para 1:250.000.

Os dados referentes à 1a. fase do projeto constam nos

relatórios da Folha de Itararé e da de São Paulo (parcial), enquanto que os dados restantes sobre caminhamentos geológicos, fichas de afloramentos e de ocorrências minerais, bem como as análises executadas, acham-se catalogados nos Relatórios de Progresso 03 e 04.

3.6 - Dados físicos de produção

Na tabela que segue temos os dados físicos de produção de todo o Projeto Sudeste do Estado de São Paulo, obedecendo a um critério Atividade x Folha de $1^{o}00' \times 1^{o}00'$:

TABELA II - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO POR FOLHA

ATIVIDADE DESENVOLVIDA \ FOLHA TRABALHADA ($1^{o}00' \times 1^{o}30'$)		SÃO PAULO	SANTOS	CASTRO	ITARARÉ	IGUAPE	TOTAL
área trabalhada (km^2)		14763 (16872)	8436 (13434)	5624 (5624)	16872 (16872)	- (9132)	45695 (61934)
caminhamentos geológicos (km)		4756	2684	1657	3319	2187	14603
quilometragem percorrida com carro		51817	20092	15715	75099	13219	175942
quilometragem percorrida a cavalo e barco		-	-	-	410	77	487
quilometragem percorrida a pé		183	50	55	462	187	937
afloramentos estudados		2215	835	543	2337	731	6661
amostras coletadas		567	330	104	1054	359	2414
ocorrências cadastradas		48	28	12	40	14	142
análises executadas	petrográficas	156	147	69	280	80	732
	químicas e calcográficas	36	8	79	222	6	351
	espectrográficas	9	-	-	30	-	39
	sedimentológicas	2	-	8	13	56	79
	bioestratigráfica	-	-	-	-	1	1

Na tabela acima, o valor da área trabalhada entre parênteses corresponde à área inicial do projeto.

Para efeito de melhor compreensão das atividades desenvolvidas no decorrer do projeto, apresentamos ainda uma tabela segundo um critério Atividade x Ano:

TABELA III - DADOS FÍSICOS DE PRODUÇÃO POR ANO

ATIVIDADE DESENVOLVIDA \ ANO		1970	1971	1972	1973	TOTAL
mapeamento geológico (km^2)		11950	10546	23420	5872	51788
revisão de mapeamento (km^2)		1500	6800	800	28166	37266
mapeamento de detalhe (km^2)		-	11	-	-	11
quilometragem em deslocamento		3500	26361	17463	10486	57810
quilometragem em trabalho de campo		5583	44349	42744	25456	118132
quilometragem total		9083	70710	60207	35942	175942
caminhamento geológico (km^2)		1000	5434	6823	1346	14603
fotointerpretação preliminar (km^2)		5640	15900	38460	-	60000
fotointerpretação final (km^2)		5640	15900	3300	27151	51991
revisão da fotointerpretação (km^2)		-	-	4500	23199	27699
afloramentos estudados		764	3006	1947	944	6661
amostras coletadas		191	1253	637	333	2414
análises	petrográficas	-	257	195	280	732
	químicas e calcográficas	-	284	65	2	351
	espectrográficas	-	-	39	-	39
	sedimentológicas	-	1	12	66	79
	bioestratigráficas	-	-	1	-	1

3.7 - Trabalhos anteriores

Ao analisarmos a bibliografia da região abrangida pelo Projeto Sudeste do Estado de São Paulo é mister assinalar a grande profusão de trabalhos publicados, destacando-se os de cunho específico (ocorrências minerais). São também muito freqüentes os puramente conjecturais, de âmbito regional (principalmente sobre os sedimentos paleozóicos), bem como os trabalhos geomorfológicos e paleontológicos. Entretanto, os geológicos descritivos, tanto regionais quanto específicos, baseados em mapeamentos, são muito raros.

A maioria dessas obras foi catalogada e analisada anteriormente, constando no Relatório de Progresso 01 (Bibliografia) do Projeto. Contam ao todo 207 trabalhos de âmbito regional, 337 específicos e 15 inéditos, totalizando 559. Na realidade, perfazem mais de 1.000 os que foram verdadeiramente publicados sobre a área em questão.

Pode-se depreender que é uma tarefa bastante árdua fazer um resumo e posterior análise de tantas obras, para chegar-se a conclusões sobre a evolução do pensamento dos diversos assuntos tratados. Resta-nos, portanto, elaborar um apanhado sobre as obras mais salientes, justamente aquelas que, no decorrer dos anos, foram a representação da linha de pensamento da maioria dos autores.

Para facilidade de consulta, estes trabalhos foram subdivididos em várias categorias, conforme as suas características:

1 - trabalhos de interesse histórico;
2 - trabalhos sobre ocorrências minerais (específicos);
3 - trabalhos sobre rochas do pré-Cambriano e intrusivas subseqüentes;
4 - trabalhos sobre sedimentos paleozóicos;
5 - trabalhos sobre sedimentos plio-pleistocênicos e recentes;
6 - trabalhos sobre geomorfologia e pedologia;
7 - trabalhos sobre mapeamentos geológicos, incluindo mapas geológicos.

3.7.1 - Trabalhos de interesse histórico

As primeiras notícias geológicas sobre a área foram fornecidas por J. Mawe, em 1812, quando identifica e descreve as camadas de São Paulo.

J. B. de Andrada e Silva e M. F. R. de Andrada publicam alguns dados obtidos nas suas "viagens mineralógicas" pela província de São Paulo, entre 1805 e 1820.

Em 1842, A. Pissis classifica as "camadas" de São Paulo, considerando-as de idade pliocênica e de origem continental.

Posteriormente, O. A. Derby (1878, 1883 e 1889) faz uma série de incursões por todo o território paulista e parte do Paraná, assinalando e descrevendo as principais ocorrências minerais então conhecidas. É o primeiro autor com visão bastante ampla a discorrer sobre assuntos geológicos.

Da mesma época são os estudos de L. F. Gonzaga de Campos (1889) e F. P. Oliveira (1889) sobre diversas regiões do Estado de São Paulo.

3.7.2 - Trabalhos sobre ocorrências minerais

A maioria dos estudos sobre ocorrências minerais é bastante específica, pela própria natureza do trabalho; desta forma, não são muito úteis num mapeamento regional. Contudo, devido à sua importância, alguns deles serão analisados.

Assim sendo, G. de Paiva, em 1929, faz considerações sobre as possibilidades econômicas dos depósitos de chumbo do vale do Ribeira.

Também L. F. de Moraes Rego (1930) expõe dados sobre os recursos minerais do Estado de São Paulo, com especial ênfase às jazidas de chumbo.

T. Knecht (1934) apresenta, sob forma de tabelas, as ocorrências minerais conhecidas até então.

O. Leonardos (1934) estuda geneticamente os depósitos

plumbo-argentíferos de São Paulo, relacionando-os aos batólitos graníticos circunvizinhos.

Importante contribuição ao conhecimento dos minerais econômicos das rochas do Grupo Açungui do Estado do Paraná foi fornecida por A. Leprevost, em uma série de publicações: 1946, 1947a, 1947b, 1948a, 1948b, 1953 e 1964.

T. Knecht (1938) cita grande número de jazidas de chumbo na serra de Paranapiacaba, enfocando-as geneticamente. Após (1940), o mesmo autor faz um apanhado sobre as ocorrências de minérios não-metálicos conhecidos até esta data.

J. M. Campos (1952) apresenta dados importantes sobre as jazidas pirobetuminosas do vale do Paraíba, tentando explicar a origem e a estratigrafia do pacote sedimentar.

J. E. P. Guimarães (1952) dá uma visão dos dados obtidos através dos estudos efetuados desde 1946, visando conhecer melhor as jazidas de calcários de São Paulo. Inclui resultados de análises e de aplicação desta matéria-prima.

G. C. Melcher (1955) estuda minuciosamente o carbonatito de Jacupiranga, incluindo dados sobre a mineralogia e a gênese deste corpo.

G. C. Melcher e R. F. Johnson (1956) estudam a maioria dos depósitos de chumbo do vale do Ribeira, conhecidos até então, fazendo conjecturas a respeito da gênese e aproveitamento dos mesmos.

J. E. Paiva Neto e A. C. Nascimento (1956) pesquisam, sedimentologicamente, as argilas bentoníticas do vale do Paraíba.

O mesmo assunto é tratado por J. Setzer (1959), quando descreve as argilas bentoníticas do Estado de São Paulo.

O. J. Marini e A. Leprevost (1967) descrevem os principais recursos minerais associados ao Grupo Açungui, no Estado do Paraná, citando rochas calcárias, talco, barita, seri-

cita-xistos, quartzitos friáveis, caulim, materiais de construção, feldspato, grafita e águas minerais.

Finalmente, J. Cassedanne (1972) cataloga descritivamente os depósitos de chumbo e zinco do Brasil, com ênfase aos depósitos do vale do Ribeira.

3.7.3 - Trabalhos sobre rochas do pré-Cambriano e intrusivas subseqüentes

Após os estudos de O. A. Derby *(op. cit.)*, que denominou de "Série Assunguy" ao conjunto de rochas metassedimentares do primeiro planalto Paranaense, tivemos o relato de L. F. de Moraes Rego (1933) sobre as rochas pré-devonianas do Estado de São Paulo, descrevendo os granitos e rochas metamórficas, bem como introduzindo e desenvolvendo os primeiros conceitos geotectônicos sobre o pré-Cambriano paulista.

Posteriormente, C. Gomes Fº (1936) faz um reconhecimento geológico no sul do estado, descrevendo a sua geologia.

P. F. de Carvalho e E. A. Pinto (1937) no seu "Reconhecimento Geológico na Série Assunguy" fazem perfis e estudos petrográficos, concluindo que a mesma sofreu poderosos esforços no sentido N-S, ondulando as rochas e produzindo anticlinais e sinclinais, sem, contudo, originar dobras reversas. Assinalam a continuidade do Grupo Açungui com o Grupo São Roque e a sua semelhança com outras formações ("Série" Brusque de Santa Catarina e "Série" Porongos do Rio Grande do Sul). Referem-se, ainda, a granitos intrusivos na seqüência Açungui.

A. I. de Oliveira e O. H. Leonardos (1943) estudam as rochas metamórficas Açungui, que correlacionam com a "Série" Minas, ao mesmo tempo que acreditam na continuidade deste grupo com a "Série" São Roque; apontam um intenso dobramento e metamorfismo, relacionados com as intrusões graníticas da fase penoquiana.

R. Maack (1947) reestuda a "Série" Açungui e coloca-a no Eoalgonquiano, constatando que a mesma é formada por rochas epimetamórficas, incluindo neste conjunto os gnaisses do litoral, do primeiro planalto Paranaense e da serra do Mar; conclui que estas rochas refletem duas épocas de dobramentos, apontando ainda intrusões ácidas associadas.

J. J. Bigarella (1947) executa um perfil entre Cerro Azul e Jaguariaíva, descrevendo vários tipos litológicos, dos quais destaca os calcários. Estas rochas levam-no a publicar uma série de trabalhos intitulados "Estudos Preliminares na Série Açungui" (1948, 1953 e 1956), em que chega a importantes conclusões. Divide os calcários em três faixas de distribuição, orientadas segundo NE-SW: faixa noroeste (dolomitos), faixa central (calcários puros e dolomíticos) e faixa sudeste (dolomitos). Baseado nestes estudos, define a Formação Capiru.

S. Petri e K. Suguio (1969) estudam os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo, concluindo que o ambiente de deposição do Açungui seria de plataforma, próximo do continente.

3.7.4 - Trabalhos sobre sedimentos paleozóicos

Os trabalhos sobre as rochas da bacia do Paraná são inumeráveis, tendo-se analisado os mais diferentes aspectos deste pacote sedimentar, desde os constituintes litológicos, os ambientes de deposição, a paleontologia, a paleogeografia, até aspectos específicos como estrias em seixos de origem glacial e direções de movimento de geleiras.

O primeiro autor a propor uma coluna estratigráfica para o Gondwana do sul do Brasil foi I. C. White, em 1908.

V. Oppenheim (1934), em seu estudo sobre as rochas gonduânicas, afirma existir uma visível discordância na base deste pacote sedimentar. Analisa, ainda, comparativamente, as diversas colunas estratigráficas conhecidas até então.

Em 1937, V. Leinz estuda a glaciação permo-carbonífera

do sul do Brasil, descrevendo a litologia e analisando a direção dos gelos e número de tempos glaciais. Faz ainda considerações sobre paleogeografia, morfologia e clima da época da deposição.

M. G. O. Roxo (1943) tece considerações sobre as formações permo-carboníferas brasileiras, descrevendo os estratos da "Série" Tubarão, indagando sobre o clima reinante na época e correlacionando-as com outras regiões.

F. F. M. de Almeida (1945) relaciona as localidades fossilíferas, fazendo um perfil geológico do Grupo Tubarão e correlações entre a Formação Teixeira Soares e outras do sul do Brasil.

Em 1947, K. E. Caster e S. Petri estudam intensivamente o Devoniano do Paraná e de São Paulo, apresentando um resumo de suas conclusões paleontológicas e estratigráficas.

Em 1948, O. Barbosa e F. F. M. de Almeida propõem a estratigrafia da "Série" Tubarão do Estado de São Paulo.

Ainda neste ano, S. Petri publica minucioso estudo sobre o Devoniano paranaense, incluindo histórico das pesquisas, problemas estratigráficos, distribuição de fósseis e perfis geológicos.

O estudo da tectônica da bacia do Paraná coube a M. Gutmans (1949), que citou duas grandes falhas: Itararé-Mococa e São Jerônimo-Bom Retiro-Tibaji. Atribuiu às cachoeiras e mesas da região de ocorrência dos sedimentos paleozóicos origem tectônica.

Este mesmo autor (1953), analisa a formação glacial gonduânica, apresentando dados sobre petrografia, rumo das geleiras, tectônica da faixa glacial, idade e tipos de solos.

K. Beurlen (1953) analisa a paleogeografia da "Série" Tubarão, com vistas à descoberta de novas bacias carboníferas. Um ano após (1954) compara o *inlandsis* quaternário europeu com o do Gondwana sul-brasileiro, concluindo que este

apresenta traços marcadamente singulares e típicos, com uma contínua e alternada sedimentação glacial e interglacial.

Ainda em 1954, F. W. Lange apresenta um histórico da subdivisão estratigráfica e idade geológica da formação gonduânica basal, propondo uma nova estratigrafia.

R. Salamuni (1961) relata sobre os indícios de sedimentação cíclica da bacia do Paraná, durante o Paleozóico.

Amplo estudo sobre a Formação Furnas foi tornado público por J. J. Bigarella *et alii* (1961), possibilitando a sua individualização e distinção dentre os demais pacotes sedimentares da bacia do Paraná, inclusive a sua separação dos arenitos relacionados ao Grupo Tubarão.

J. C. Mendes (1962) faz uma análise dos problemas paleogeográficos e estratigráficos do Grupo Tubarão, chegando à conclusão de que o centro de irradiação da glaciação neopaleozóica do sul do Brasil estava localizado no escudo Riograndense.

Outro autor que se destacou no estudo das rochas paleozóicas foi A. C. Rocha Campos, pondo em dúvida, primeiramente (1963a), a idéia de que a causa das deformações adiastróficas seja devida à ação de arrasto ou empurrão, apresentando argumentos em favor de sua origem por escorregamentos gravitacionais, devido ao afluxo periódico de areias, durante o degelo, associado à pequena inclinação das bordas da bacia. Em outra publicação (1963b), trata das deformações penecontemporâneas dos sedimentos periglaciais do Tubarão, atribuídas à ação mecânica dos gelos ou ao *mise-en-place* de *sills* de diabásio, por escorregamentos sub-aquáticos.

J. E. P. Guimarães (1964) subdivide o Sistema Devoniano paulista-paranaense, analisando a idade, os fósseis, as possibilidades econômicas e sua correlação com a *Serie Table Mountain* da África do Sul.

Por sua vez, L. de Loczy (1964) versa sobre a estratigrafia e paleogeografia carbonífera da bacia do Paraná, afirmando ser "*injustificável classificar as camadas Tubarão, ba-*

seando-se em tilitos e rochas com leitos de carvão", sendo infundável a separação entre o glacial (Itararé) e o pós-glacial (Guatá), por possuírem diferentes posições na bacia; as formações Capivari, Passinho e Taió representando ingressões marinhas procedentes de sudoeste. Em certos locais, o autor acha impossível uma delimitação estratigráfica entre o Itararé e o Rio Bonito (Santa Catarina); são, desta forma, fácies sincrônicas, em certos casos interdigitadas. A glaciação começou mais cedo no norte, onde foi, coincidentemente, mais proeminente. Concluiu ainda que o gelo moveu-se de ENE para WSW, no sul do Paraná e norte de Santa Catarina.

A. J. S. Björnberg *et alii* (1965) pesquisam a direção da glaciação permo-carbonífera, pela posição das *roches moutonées*, estrias, orientação dos seixos e direção dos dobramentos.

Em 1966, S. Petri e V. J. Fúlfaro analisam alguns dos aspectos estratigráficos do Devoniano do Paraná, que foi subdividido em duas unidades: Formação Furnas e Formação Ponta Grossa.

Em outro trabalho, L. de Loczy (1966) analisa a evolução paleogeográfica e geotectônica da bacia do Paraná e do seu embasamento. O primeiro afundamento teria ocorrido no fim do Ordoviciano, no Paraguai oriental, correspondendo os sedimentos marinhos mais antigos, na borda leste, ao arenito Furnas e folhelho Ponta Grossa (Devoniano inferior), enquanto que as formações Capivari, Passinho e Taió representariam transgressões marinhas pensilvanianas passageiras. A vasta monoclinal, ligeiramente basculada em direção ao centro da bacia, é a principal feição tectônica, sendo resultante de movimentos epirogênicos de longa duração, com várias reativações. A principal direção *(strike)* é NNW-SSE, diferindo cerca de 55° das rochas do embasamento cristalino. As maiores perturbações das rochas paleozóicas aconteceram após a efusão das lavas basálticas, com conseqüentes falhamentos normais de tensão, em mosaico (germanotipo inicial), e com falhas inversas mais raras.

Novos estudos, sob o ponto de vista estrutural e sedimentológico, de J. J. Bigarella *et alii* (1966), visaram solucionar os problemas pendentes da Formação Furnas e fornecer subsídios ao estudo da possível ligação entre América do Sul e África, durante o Devoniano.

Em 1967, A. C. Rocha Campos publica um mapa de isópacas do Grupo Tubarão, cuja espessura máxima seria de 1.500 metros no sudoeste do Mato Grosso, sendo o " complexo glacial e super-glacial" essencialmente penecontemporâneos. A datação dos fósseis e a espessura dos sedimentos indicam uma longa duração para a deposição do grupo (Carbonífero superior até Permiano inferior).

J. J. Bigarella e R. Salamuni (1967) discutem os pacotes mais proeminentes da sucessão gonduânica da sinéclise do Paraná, salientando a influência da reativação tectônica mesozóica e apresentando dados de direções de paleocorrentes, granulometria e aspectos deposicionais.

Do mesmo ano é o estudo de R. F. Daemon *et alii*, que trata do zoneamento do Devoniano, baseado em estudo micropaleontológico dos seus sedimentos, caracterizando 33 espécies de microfósseis.

Ainda em 1967, F. W. Lange e S. Petri fazem um retrospecto do conhecimento sobre a bacia devoniana do Paraná, com atualizadas investigações, visando uma subdivisão física e bioestratigráfica; em conseqüência, reavaliam as idades das diversas unidades.

F. W. Lange (1967), por sua vez, divide a seqüência devoniana em cinco intervalos bioestratigráficos principais, com base na extensão estratigráfica dos *Chitinozoa*, principalmente. Correlacionando estes dados com os obtidos em outras regiões, determinou a sua idade (devoniana inferior a superior).

A. C. Rocha Campos *et alii* (1968) apresentam novos dados a favor da origem glacial dos sedimentos do Subgrupo Itararé.

R. A. Medeiros *et alii* (1969) expõem conclusões generalizadas quanto à evolução paleogeográfica e tectônica da sinéclise do Paraná, desde o Sistema Devoniano até a deposição dos sedimentos Caiuá e Bauru, com caracterização litológica de cada unidade.

Ainda em 1969, A. C. Rocha Campos apresenta pormenores sobre a fácies e paleogeografia do Subgrupo Itararé.

Finalmente, V. J. Fúlfaro (1971, inéd.) atém-se à evolução tectônica e paleogeográfica da bacia do Paraná, pelo método *trend surface analysis*, através de pesquisas sedimentológicas dos grupos Paraná, Tubarão e Passa Dois. Com base nestes estudos, sugere a divisão estratigráfica segundo megagrupos, grupos e subgrupos, discorrendo pormenorizadamente sobre a divisão proposta.

3.7.5 - Trabalhos sobre sedimentos plio-pleistocênicos e recentes

Após os estudos pioneiros de J. Mawe (1812) e A. Pissis (1842), tivemos uma série de trabalhos sobre os sedimentos que compõem as bacias de São Paulo e Taubaté. Aliás, a maioria dos antigos pesquisadores deteve-se, em algum momento, nos depósitos plio-pleistocênicos.

Assim sendo, L. F. de Moraes Rego (1933) pesquisa os depósitos cenozóicos de São Paulo, discutindo o sincronismo e a cronologia dos mesmos e apresentando a seguinte seqüência estratigráfica:

1 - Depósitos anteriores ao período Pleistoceno;
2 - Camadas pliocênicas fossilíferas e outras a elas relacionáveis;
3 - Camadas quaternárias antigas;
4 - Camadas quaternárias modernas, consideradas atuais.

L. J. de Moraes (1945) aborda a geologia da bacia de Taubaté e as possibilidades econômicas das jazidas de folhe-

lhos oleígenos.

R. O. de Freitas (1951) defende a origem tectônica da bacia de São Paulo, fazendo um relato sobre os seus sedimentos.

F. F. M. de Almeida (1955) analisa as camadas de São Paulo e a tectônica da serra da Cantareira.

R. O. de Freitas (1956) faz uma série de considerações sobre a tectônica e a geologia do vale do Paraíba, explicando as erupções alcalinas e correlacionando-as com as da África e Alemanha. Posteriormente (1957), descreve o vale do Paraíba como *"um curioso corredor retilíneo"*, fixando as principais feições geomorfológicas das serras do Mar e da Mantiqueira, com estudo comparativo entre os principais centros alcalinos do Brasil e do mundo.

Em 1957, A. N. Ab'Sáber estuda os terraços fluviais da região de São Paulo, bem como a sua fisiografia.

No mesmo ano, V. Leinz e A. M. V. de Carvalho elaboram um mapa paleotopográfico do embasamento das camadas de São Paulo, a partir de dados obtidos em sondagens, tecendo ainda considerações sobre a gênese da bacia.

J. Tricart e T. C. da Silva (1958) investigam os aspectos gerais da sedimentação da bacia de Taubaté, considerando-a uma fossa neógena, com duas formações, separadas por uma discordância. As mudanças bruscas de fácies são explicadas climaticamente e não tectonicamente.

A. Wohlers (1964) compila os dados existentes sobre os sedimentos cenozóicos de São Paulo, sob o ponto de vista litológico, geomorfológico, paleontológico e econômico.

Finalmente, V. J. Fúlfaro (1971) discute, sucintamente, a controvérsia existente sobre a gênese dos depósitos quaternários.

3.7.6 - Trabalhos sobre geomorfologia e pedologia

São muito freqüentes as publicações que versam sobre

o item geomorfologia, enquanto os de pedologia são quase ausentes.

O primeiro estudo realmente importante é o de L. F. de Moraes Rego (1932), propondo a primeira divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, seguindo-se as pesquisas de P. Deffontaines (1935) e E. de Martonne (1940).

R. O. de Freitas (1944) estuda a geomorfogênese da Ilha de São Sebastião, acreditando que a remodelação da mesma originou-se por rejuvenescimento de falhas correspondentes a antigos dobramentos laurencianos. A origem da ilha estaria ligada à estrutura positiva pré-eruptiva ou à epirogênese.

Em 1945, F. Ruellan trata da geomorfogênese da serra do Mar, no Estado do Paraná (parcialmente inserida na área do Projeto).

L. F. de Moraes Rego (1946) relata algumas idéias sobre a geomorfologia de São Paulo, com alguns conceitos sobre a gênese das estruturas.

A. N. Ab'Sáber (1949) define o conceito de circundesnudação a partir de preceitos antigos, estabelecendo as zonas de desnudação periférica no planalto Brasileiro e mostrando o quadro paleogeográfico que precedeu estes fenômenos.

Ainda neste ano, F. F. M. de Almeida salienta a importância do relevo de *cuestas* no Brasil meridional, mostrando que, na sua elaboração, tiveram influência os movimentos cenozóicos.

J. de M. Moraes (1950) analisa os aspectos da escarpa devoniana paranaense-paulista, citando como característica a ausência, em todo o seu desenvolvimento, de derrames ou diques de diabásio, bem como de morros testemunhos.

A. N. Ab'Sáber (1950) enquadra parte da área em questão (planalto Atlântico) no chamado planalto Brasileiro, considerando-a como uma das porções *"mais individualizadas e homogêneas do conjunto das terras altas"* deste planalto.

R. O. de Freitas (1951) estuda os relevos policíclicos do escudo Brasileiro, apresentando dois níveis de superfícies de erosão, com dois peneplanos superpostos, sucessivamente retomados pela erosão.

- Brasil meridional e central, exclusive Rio Grande do Sul:

  nível A - 800 a 1.000 m

  nível B - 1.200 a 1.400 m

- Brasil nordeste e Rio Grande do Sul:

  nível A - 200 a 300 m

  nível B - 700 a 1.000 m

J. E. de Paiva Neto *et alii* (1951) dividem os solos do Estado de São Paulo em dez grandes tipos, mencionando as áreas onde ocorrem, bem como as culturas e a vegetação que os cobrem, ao mesmo tempo que fazem uma análise da erodibilidade e das características morfológicas.

F. F. M. de Almeida (1953) tece considerações sobre a geomorfogênese da serra do Cubatão.

J. Setzer (1955) estuda os solos do Município de São Paulo, classificando-os em oito grupos, subdivididos em vários tipos, analisando as seguintes características químicas: grau de acidez, Ca permutável, Mg trocável, K permutável, Mn trocável, amônia trocável, soma das bases permutáveis, alumínio permutável, hidrogênio trocável, absorção catiogênica ou BEC, saturação catiônica, fósforo, húmus, nitrogênio, sulfatos, cloretos e complexo coloidal mineral.

A. N. Ab'Sáber analisa, primeiramente (1955a), as linhas de quedas da zona de contato entre os terrenos cristalinos e sedimentares, considerando-as como único exemplo típico de *fall lines* apalachianas, com os mesmos problemas geomorfológicos e hidrográficos peculiares à costa atlântica da América do Norte. No mesmo ano (1955b), faz uma contribuição à geomorfologia do litoral paulista, com base em análises e correlações dos níveis costeiros observados até aquela data.

Em 1956, juntamente com N. Bernardes, apresenta considerações sobre o relevo do Sudeste do Brasil, enfatizando o seu caráter tectônico.

Em 1956, J. Setzer complementa seu estudo sobre solos do Município de São Paulo, focalizando as características físicas (cor, composição granulométrica, textura, módulo de finura, peso específico, porosidade, higroscopicidade e permeabilidade (a) e considerações sobre a capacidade estática do solo (b).

A. N. Ab'Sáber (1957) examina os terraços fluviais da região de São Paulo, exemplificando os diversos tipos e dando o seu significado paleogeográfico (a). Ainda neste ano, seleciona observações a respeito da gênese do relevo do planalto Atlântico em São Paulo, com especulações paleogeográficas sobre as antigas conexões das redes de drenagens do Paraíba e Tietê (b). Noutro trabalho atém-se ao estudo da *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*, sob o ponto de vista morfoclimático, acrescendo informações sobre a gênese da "região de São Paulo" (c).

F. F. M. de Almeida (1958) trata do planalto Paulistano, examinando em detalhe as suas principais feições fisiográficas. Na sua explicação sobre o relevo, dá grande destaque à constituição litológica.

R. Raynal (1960) apresenta importantes conclusões sobre o relevo do vale do Paraíba, da serra da Mantiqueira e da região de São Paulo.

Em 1961, A. N. Ab'Sáber e J. J. Bigarella analisam as superfícies de aplainamento do primeiro planalto Paranaense.

Por sua vez, F. C. Verdade *et alii* (1961) estudam os solos da bacia de Taubaté, dividindo-os em 18 associações de séries, correlacionando-as aos tipos litológicos. Ressaltam que o tipo de solo pode ser útil no mapeamento destas rochas, devido ao alto grau de intemperismo da região.

Entre os autores que tentaram subdividir o relevo de

São Paulo, destaca-se F. F. M, de Almeida (1964), quando tratou dos "fundamentos geológicos do relevo paulista". Sua proposição é a seguinte:

PROVÍNCIAS	ZONAS	SUBZONAS
Planalto Atlântico	Planalto Paulistano	
	Planalto do Paraitinga	
	Planalto da Bocaina	
	Médio vale do Paraíba	Morros Cristalinos
		Bacia de Taubaté
	Serra da Mantiqueira	Oriental
		Ocidental
	Planalto de Campos do Jordão	
	Serrania de São Roque	
	Zona cristalina do Norte	
	Planalto de Poços de Caldas	
	Planalto de Ibiúna	
	Planalto cristalino Ocidental	
Província Costeira	Serrania Costeira	Serra do Mar
		Serra de Paranapiacaba
	Baixadas Litorâneas	
Depressão Periférica	Zona do médio Tietê	
	Zona do Paranapanema	
	Zona do Mogi-Guaçu	
Cuestas Basálticas		
Planalto Ocidental		

Mais recentemente, J. Felicíssimo Jr. (1967) aplicou a teoria de Wegener à origem da costa brasileira e seus problemas resultantes, relacionando ainda conceitos gerais sobre estabilidade de declive e mecânica de solos de parte da escarpa atlântica.

A. N. Ab'Sáber (1968) estuda o Quaternário do Estado de São Paulo, através de fatos morfológicos, tentando estabelecer uma compartimentação. O mesmo autor, posteriormente, pesquisa os pedimentos e bacias detríticas pleistocênicas em São Paulo (1969a) e a depressão Periférica, considerando-a de origem eminentemente denudacional (1969b).

3.7.7 - Trabalhos sobre mapeamentos geológicos, incluindo mapas geológicos

O primeiro autor a apresentar um mapa geológico em escala regional (1:1.000.000) foi E. P. de Oliveira, em 1927, descrevendo o Grupo Açungui como essencialmente constituído por xistos argilosos, quartzitos e calcários, estes as rochas mais características, atribuindo-lhe idade ordoviciana.

Em 1947, o Instituto Geográfico e Geológico (I. G. G.) publicou um mapa geológico do Estado de São Paulo, ao qual se seguiram os de 1954 e 1963, ambos em escala 1:1.000.000.

Por sua vez, R. Maack, em 1947, elaborou um mapa geológico do Estado do Paraná, em escala 1:750.000, modificado posteriormente (1953) e nos quais representou, esquematicamente, as grandes unidades litológicas do pré-Cambriano daquele estado.

O primeiro levantamento geológico sistemático data de 1954, sendo executado pela PROSPEC (Levantamento, Prospecção e Aerofotogrametria), no vale do Ribeira, em área de 3.500 km^2 e escala 1:25.000, para o Departamento Nacional da Produção Mineral.

Ainda em 1954, A. Wohlers *et alii* descrevem a geologia da Folha de Jundiaí, delimitando as rochas do Complexo Cristalino, do Grupo São Roque (Açungui) e dos granitos

intrusivos, detendo-se, ainda, no estudo das formações cenozóicas.

Em 1964, o Instituto Geográfico e Geológico (I. G. G.) publica um compêndio da geologia do Estado de São Paulo, baseado nos levantamentos geológicos executados por esta entidade até o ano de 1963 e considerado como explanação do mapa geológico do Estado de São Paulo, edição daquele ano. Consta a descrição do pré-Cambriano inferior (T. Knecht), do pré-Cambriano superior (P. C. Paoliello), das eruptivas ácidas (A. F. Barbosa), do Grupo Paraná (J. E. P. Guimarães), do Grupo Tubarão (S. Petri), do Grupo Estrada Nova (S. Mezzalira), do Grupo São Bento (F. F. M. de Almeida), das eruptivas alcálicas (R. O. de Freitas), da Formação Caiuá (S. Mezzalira), do Grupo Bauru (R. O. de Freitas) do Cenozóico (A. Wohlers), além de um perfil geológico do Estado (C. C. Torres, J. E. P. Guimarães e S. Mezzalira), seções do relevo paulista (F. F. M. de Almeida) e um estudo sobre os fundamentos do relevo paulista (F. F. M. de Almeida).

R. Ellert, em 1964, discorre sobre a geologia da região de Mairiporã, analisando a tectônica, a idade e as fácies das formações graníticas, assinalando que os metapelitos apresentam, freqüentemente, estruturas primárias. A orientação das rochas é NE-SW, sendo afetada nas proximidades dos corpos graníticos com os quais mantêm contatos bruscos. Assinala, ainda, milonitos e brechas, sendo comuns falhas direcionais orientadas segundo as estruturas regionais.

Em 1965, A. J. Melfi *et alii* publicam um mapa do sul do Estado de São Paulo, correspondendo a uma área de cerca de 20.000 km^2, baseado em fotointerpretação, afirmando serem metamórficas as rochas predominantes na área. Estas são recobertas pelos sedimentos da bacia do Paraná e cenozóicos, respectivamente na parte norte e leste.

Outra série de mapeamentos foi executada na parte meridional do Grupo Açungui pela Comissão da Carta Geológica do Paraná, entre 1967 e 1971, perfazendo uma área total de cerca de 27.000 km^2, em escala 1:50.000 e 1:70.000. Baseados

nestes trabalhos, tivemos as seguintes publicações:

a) R. A. Fuck (1967) relata a geologia da Folha de Abapã (15' x 15'), descrevendo os tipos litológicos e admitindo origem comum aos granitos e migmatitos da área. Os falhamentos e fraturamentos apresentam direções entre N40°-60°W, observando-se fenômenos de brechação e intrusões básicas. Uma fase posterior apresenta duas falhas de direção N40°-50°E.

b) J. J. Bigarella, R. Salamuni e V. M. Pinto (1967) fazem uma importante contribuição ao XXIº Congresso Brasileiro de Geologia, editando a obra "Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do Estado do Paraná", na qual estão relatados os principais aspectos sobre a geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná (R. A. Fuck *et alii*), o Grupo Açungui (O. J. Marini *et alii*), as rochas calcárias do Grupo Açungui (O. J. Marini e J. J. Bigarella), as estruturas sedimentares singenéticas no Grupo Açungui (R. Salamuni e J. J. Bigarella), os principais recursos minerais do Grupo Açungui no Estado do Paraná (O. J. Marini e A. Leprevost), as rochas graníticas do Estado do Paraná (R. A. Fuck *et alii*), a Formação Camarinha (A. Muratori *et alli*), a Formação Guaratubinha (R. A. Fuck *et alii*), o Grupo Castro (E. Trein e R. A. Fuck), as intrusivas jurássico-cretáceas do primeiro planalto Paranaense (O. J. Marini *et alii*) e as rochas alcalinas do primeiro planalto Paranaense (E. Trein *et alii*).

c) R. A. Fuck *et alii* (1969) expõem o mapa geológico preliminar do litoral, da serra do Mar e do primeiro planalto Paranaense, compreendendo uma área de aproximadamente 15.000 km^2, destacando as rochas de alta cristalinidade, bem como os maciços graníticos alcalinos e sub-alcalinos; secundariamente, as metamórficas do Grupo Açungui, as seqüências molássicas associadas aos derrames andesíticos e riolíticos e

os sedimentos quaternários. As direções dominantes das massas graníticas são NE-SW e ENE-WSW, ao passo que a dos falhamentos é NE-SW, ENE-WSW, N-S e E-W;

d) A. Muratori *et alii* (1970) apresentam os resultados do levantamento geológico executado nas folhas de Joaquim Murtinho, Jaguariaíva-Sul e Serra das Antas (ambas de 15' x 15'), correspondendo a uma área de 2.116 km^2, com dados descritivos sobre a litologia, a tectônica, bem como a coluna estratigráfica da área estudada;

e) Ainda R. A. Fuck *et alii* (1971) apresentam a geologia do leste paranaense, de modo sucinto, correspondendo a 27.000 km^2 de levantamento geológico.

Em 1969, a PROTEC (Projetos Técnicos e Obras de Engenharia Ltda.) executa um mapeamento geológico para o Departamento Nacional da Produção Mineral, em escala 1:100.000, compreendendo seis quadrículas de 30' x 30', ou seja, a Folha de Itararé ($1^{o}00'$ x $1^{o}30'$), em que descrevem a geologia da área, de modo sucinto.

Neste mesmo ano, Y. Hasui *et alii* pesquisam a geologia do pré-Cambriano a noroeste da Capital, definindo uma compartimentação tectônica em blocos (Jundiaí, São Roque e Cotia) e abordando aspectos da evolução da área, ou seja: sedimentação, orogênese, intrusões graníticas, metamorfismo, cratonização, formação de estruturas, deslocamentos direcionais e ciclos sedimentares.

Por sua vez, K. Suguio (1969) apresenta um estudo sedimentológico completo sobre os sedimentos da bacia de Taubaté, em área correspondente a 1.800 km^2.

Finalmente, baseado nos resultados preliminares da integração de dados geológicos de subsuperfície da parte brasileira da bacia do Paraná, A. A. Northfleet *et alii* (1969), descrevem as diversas formações em que se subdivide a coluna estratigráfica da bacia.

Boa parte da área próxima a São Paulo foi levantada

por W. Addas e F. Batolla Jr. (1971) durante a consecução do Projeto Grande São Paulo, através de um estudo morfogeológico apoiado em compilação bibliográfica e reconhecimento de campo, visando as possibilidades econômicas de materiais de construção e substâncias de aplicação imediata na indústria.

Em 1972, J. M. V. Coutinho publica um trabalho sobre a petrologia do pré-Cambriano de São Paulo e arredores, em área de 1.960 km^2, definindo contatos tectônicos entre o Grupo São Roque (Açungui) e o Complexo Cristalino, correlacionando as rochas pertencentes àquela seqüência com a Formação Votuverava do Paraná. Reconhece uma série de rochas metamorfizadas até a fácies dos xistos verdes, acusando, ainda, a presença de micaxistos como resposta ao aumento do grau de metamorfismo, junto aos corpos graníticos. Descreve novas ocorrências de rochas calcossilicatadas, assinalando, também, lentes anfibolíticas e epidotitos e definindo uma estrutura sinclinal simétrica na área.

Mais recentes são os estudos de Y. Hasui (1973) sobre a tectônica das quadrículas de Pilar do Sul e São Roque, delimitando um novo bloco entre as falhas de Taxaquara e Pirapora, analisando ainda a litologia, o magmatismo, o metamorfismo, a estratigrafia, as estruturas, a geocronologia, além da evolução tectônica da área.

Referências bibliográficas

AB'SÁBER, Aziz N. - Regiões de circundesnudação pós-Cretácea no planalto Brasileiro. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 1: 3-21, mar. 1949. Ill.

AB'SÁBER, Aziz N. - A Serra do Mar e a mata atlântica em São Paulo (comentários de fotografias áreas de Paulo Florençano). *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 4: 61-69, mar. 1950.

AB'SÁBER, Aziz N. - Geomorfologia de uma linha de quedas apalachianas típicas, do Estado de São Paulo. *Assoc. Geogr. Bras.*, An., São Paulo, 7(1): 27-55, 1955.

AB'SÁBER, Aziz N. - Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 17(1): 3-48, jan./mar. 1955. [il.]

AB'SÁBER, Aziz N. - Os terraços fluviais da Região de São Paulo. *B. Geogr.*, Rio de Janeiro, nº 136: 45-57, jan./fev. 1957. [il.]

AB'SÁBER, Aziz N. - O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e Tietê. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 26: 38-49, jul. 1957. [il.]

AB'SÁBER, Aziz N. - *Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo*. Tese (Cad. Geogr. Bras.). Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. São Paulo, B., São Paulo, 219(Geogr. 12): 1-343, 1957. [il.]

AB'SÁBER, Aziz N. - *Bases geomorfológicas para o estudo do Quaternário no Estado de São Paulo*. Tese (Cad. Geogr. Fís.). Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. São Paulo, São Paulo, 1968, 212 p.

AB'SÁBER, Aziz N. - Pedimentos e bacias detríticas pleistocênicas em São Paulo, *Inst. Geogr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, Geomorfol. 9: 1-8, 1969.

AB'SÁBER, Aziz N. - A depressão paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-Cretácea na bacia do Paraná. *Inst. Geogr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, Geomorfol. 15, 15 p., 1969.

AB'SÁBER, Aziz N. & BERNARDES, Nilo - Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. *Eng. Miner. Met.*, Rio de Janeiro, 24(143): 284-292, nov. 1956.

AB'SÁBER, Aziz N. & BIGARELLA, João J. - Superfícies aplainadas do primeiro planalto do Paraná. *Bol. par. Geogr.*, Curitiba, nº 4/5: 116-123, 1961.

ADDAS, Winston & BATOLLA J., Fernando - Projeto Grande São Paulo. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min. - Cia. Pesq. Rec. Min.*, Rel. Inéd., [s. ident.] São Paulo, 49 p., jan. 1971.

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Episódio da última época interglacial permo-carbonífera no Paraná. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, Notas prelim. Est., Rio de Janeiro, nº 27, 18 p., jun. 1945. Iil., mapa I

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Relevo de "cuestas" na bacia Sedimentar do rio Paraná: Brasil. *In:* CONGRESSO INTERNAC., GEOGR., Lisboa, 1949. *União Geogr. Internac.*, Tomo 2:762-771.

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Deformações causadas pelos gelos na Série Tubarão em São Paulo. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, Notas prelim. Est., Rio de Janeiro, nº 64, 4 p., jun. 1953. Iil.I

ALMEIDA, Fernando F. M. de - As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 4(2): 23-40, set. 1955. Imapa tectônicoI

ALMEIDA, Fernando F. M. de - "O planalto paulistano". *In: A cidade de São Paulo*, São Paulo, Edit. Nac., I(IV): 113-167 IBrasiliana: Série Grande Formato, V. 141

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 169-273, 1964.. Iil.I

ANDRADA E SILVA, José B. & ANDRADA, Martins F. R. de - Viagem Mineralógica na Província de São Paulo: 1ª parte. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 16: 66-74, mar. 1954. Ireedição I

ANDRADA E SILVA, José B. & ANDRADA, Martins F. R. de - Viagem Mineralógica na Província de São Paulo: conclusão. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 17: 52-62, jul. 1954. Ireedição I

BARBOSA, Octávio & ALMEIDA, Fernando F. M. de - Nota sobre a estratigrafia da Série Tubarão em São Paulo. *Acad. Bras. Ci.*, An., Rio de Janeiro, 23(1): 65-68, 1948.

BEURLEN, Karl - Análise paleogeográfica da Série Tubarão e possibilidade de novas bacias carboníferas. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, Notas prelim. Est., Rio de Janeiro, nº 74,10 p., out. 1953. Ima pal

BEURLEN, Karl - Uma comparação do "inlandsis" quaternário europeu com o do gondwânico sul-brasileiro. *Acad. Bras. Ci.*, An., Rio de Janeiro, 26(1): 101-109, 1954.

BIGARELLA, João J. - Ocorrências de dolomito no município de Cêrro Azul, Paraná. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 11 (66): 323-325, jan./fev. 1947. Ill.

BIGARELLA, João J. - Estudos preliminares na Série Açungui . II - Rochas calcáreas. *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, III: 201-354, 1948.

BIGARELLA, João J. - Estudos preliminares na Série Açungui. III - Rochas calcáreas da faixa central e sua classificação. *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, 8:473-502, 1953.

BIGARELLA, João J. & SALAMUNI, Riad - Estudos preliminares na Série Açungui. V-Estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capiru (Estado do Paraná).. *Dusenia*, Curitiba, VII(6): 317-323, 1956.

BIGARELLA, João J. & SALAMUNI, Riad - "Some paleogeographic and paleotectonic features of the Paraná Basin". *In:* BIGARELLA, João J. *et alii - Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Curitiba, p. 233-297, 1967.

BIGARELLA, João J., SALAMUNI, Riad & PINTO, Vera M. - Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do Estado do Paraná. *B. paran. Geoci.*, Comiss. Carta Geol. Paraná, Curitiba, nº 23/25, 347 p., 1967.

BIGARELLA, João J. *et alii* - Considerações sobre a Formação Furnas. *B. paran. Geogr.*, Curitiba, nº 4/5, nov. 1961.

BIGARELLA, João J. *et alii* - Estruturas e texturas da Formação Furnas e sua significação paleogeográfica. *Inst. Geol. Univ. Fed. Paraná*, B., Curitiba, nº 18, 114 p., 1966. Ill.

BJORNBERG, Alfredo J. S. *et alii* - Estudos preliminares sobre os tilitos do Grupo Tubarão, Estado de São Paulo. *Ci. Cult.*, São Paulo, 17(2): 132, jun. 1965.

CAMPOS, José M. - A jazida pirobetuminosa do vale do Paraíba. *Eng. Miner. Metal.*, 16(96): 417-421, mar. 1952. [il.]

CARVALHO, Paulino F. de & PINTO, Estevam A. - Reconhecimento geológico na Série Assunguy, Brasil. *Serv. Geol. Mineral.*, B., Rio de Janeiro, nº 71, 29 p., 1937. [Perfil geológico pela estrada Curitiba-Capela da Ribeira-Apiaí]

CASSEDANE, Jacques - *Catalogue descriptiv des gites de plomb et de zinc du Brésil.* Tese (doctorat des Sciences naturelles). Univ. Clermont-Ferrand [s.ed.] 1972. 595 p. [parte referente a São Paulo e Paraná]

CASTER, Kenneth E. & PETRI, Setembrino - Devonian stratigraphy and paleontology of the states of Paraná and São Paulo. Brazil. *Geol. Soc. Am.*, B., New York, 58(12): 1-173, Dec. 1947.

COUTINHO, José M. V. - Petrologia do pré-Cambriano de São Paulo e arredores. *Inst. Geoci.*, B., São Paulo, nº 3: 5-99, ago. 1972. [il., mapa geol.]

DAEMON, Roberto F. *et alii* - Devonian palinology and biostratigraphy of the Paraná Basin. *B. paran. Geoci.*, Curitiba, 21/23: 99-132, 1967. [il.]

DEFFONTAINES, P. de - Regiões e paisagens do Estado de São Paulo. Primeiro esboço de divisão Regional. *Geografia*, São Paulo, 1(2): 117-169, 1935.

DERBY, Orville A. - Geologia da região diamantífera da Província do Paraná no Brasil. *Arq. Mus. Nac.*, Rio de Janeiro, 3: 89-96, 1878.

DERBY, Orville A. - Terrenos carboníferos das províncias de São Paulo e Paraná. *R. Eng.*, Rio de Janeiro, nº 5, 1883.

DERBY, Orville A. - "Relatório da Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo". *In: Relatório apresentado à Assembléia Legislativa Provincial de São Paulo, pelo Presidente da Província, Dr. Pedro Vicente de Azevedo, no dia 11 de janeiro de 1889.* São Paulo, p. 3-4, 1889.

ELLERT, Reinholt - *Geologia da região de Mairiporã.* Tese (livre Doc. Geol.), Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo, São Paulo [s. ed.] 1964. 75 p. [mimeografado]

FELICÍSSIMO JR., Jesuíno - Wegener e a escarpa da serra do Mar; intemperismo, desligamento e erosão. O *I.G.G.*, R., São Paulo, V. 19: 5-14, 1967.

FREITAS, Ruy O. de - Jazimento das rochas alcalinas no Brasil Meridional. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 8(43): 45-48, abr./jun. 1944.

FREITAS, Ruy O. de - Sôbre a origem da bacia de São Paulo. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 3: 60-64, out. 1951. [il.]

FREITAS, Ruy O. de - Relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 7: 3-19, 1951.

FREITAS, Ruy O. de - Considerações sôbre a Tectônica e a Geologia do Vale do Paraíba. *Eng. Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 24(143): 276-283, nov. 1956.

FREITAS, Ruy O. de - Tectônica e geologia do Vale do Paraíba. *Esc. Eng. S. Carlos*, São Carlos, Geol. 4, 40 p., 1957.

FUCK, Reinhardt A. - Geologia da Folha de Abapã. *Inst. Geol. Univ. Fed. Paraná*, B., Curitiba, nº 25, 34 p., 1967. [il.]

FUCK, Reinhardt A. *et alii* - Mapa geológico preliminar do litoral, da serra do Mar e parte do Primeiro Planalto no Estado do Paraná. *B. paran. Geoci.*, B., Curitiba, 27(6): 123-152, 1969. [il.]

FUCK, Reinhardt A, *et alii* - "Geologia do leste paranaense". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, SP, 1971, *Soc. Bras. Geol.*, B. Espec., nº 1, p. 191. [resumo]

FÚLFARO, Vicente J. - "Relações de depósitos com eventos e processos quaternários: oscilações climáticas e tectônicas". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25. São Paulo, SP, 1971. *Soc. Bras. Geol.*, B. Espec., nº 1:200-201. [resumo]

FÚLFARO, Vicente J. - *A evolução tectônica e paleogeográfica da Bacia do Paraná pelo "trend surface analysis"*. Tese (livre Doc. Estrat.), Inst. Geoci. Astron. Univ. S. Paulo, São Paulo [s. ed.] 1971. 112 p. [resumo] [il.]

GOMES Fº, Carlos - Reconhecimento geológico no sul de São Paulo. Brasil. *Serv. Geol. Mineral.*, Rel. Anual Direct., Rio de Janeiro, p. 74-88, 1936.

GONZAGA DE CAMPOS, Luiz F. - "Seção Geológica". *In: Relatório apresentado à Assembléia Legislativa Provincial de São Paulo, pelo presidente da Província, Dr. Pedro Vicente de Azevedo, no dia 11 de janeiro de 1889*, São Paulo, p. 21-31, 1889.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - Levantamento das condições sanitárias das populações urbanas do interior do Estado de São Paulo, *Secr. Serv. Obras Publ. - Fom. Est. Saneam. Bás.*, São Paulo, 1971. 169 p. [259 tabelas]

GUIMARÃES, José E. P. - Calcário no Estado de São Paulo. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 32, 64 p., 1952.

GUIMARÃES, José E. P. - Grupo Paraná. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 49-54, 1964.

GUTMANS, Marger - Tectônica da Bacia do Paraná. *Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 14(80): 47-49, 1949.

GUTMANS, Marger - "Formação glacial do gondwana no Estado de São Paulo". *In:* REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO. 2. Campinas, SP, 1953. p. 445-458.

HASUI, Yociteru - *Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul*. Tese (livre Doc. Geol. Geral), Inst. Geoci. Univ. S. Paulo, 1973, 190 p. Iil., 2 mapas geol.I

HASUI, Yociteru *et alii* - "Geologia do Grupo São Roque". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 23. Salvador, BA. 1969. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, p. 101-134 Iil., mapa geológicoI

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO - Mapa geológico do Estado de São Paulo, 1947/54/63.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO - *Geologia do Estado de São Paulo*. B., São Paulo, nº 41, 263 p., 1964.

KNECHT , Theodoro - Os minerais e minérios do Estado de São Paulo. *B. Agric.*, São Paulo, sér. 35: 237-323, 1934.

KNECHT, Theodoro - Nota sobre novas ocorrências de fosfato. *Dep. Geogr. Geol.*, Notas prévias, São Paulo, nº 1: 3-7. 1938.

KNECHT, Theodoro - Os minérios não metálicos do Estado de São Paulo. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 27:1-291. 1940. Iil.I

LANGE, Frederico W. - Estratigrafia e idade geológica da Série Tubarão. *Arq. Mus. Paran.*, Curitiba, Geol. 2, 22 p., jun. 1954.

LANGE, Frederico W. - Biostratigraphic subdivision and correlation of the Paraná Basin. *B. paran. Geogr.* Curitiba, nº 21/22: 63-68. 1967. Iil.I

LANGE, Frederico W. & PETRI, Setembrino - The Devonian of the Paraná Basin. *B. paran. Geogr.*, Curitiba, nº 21/22: 5-56, 1967. Iil.I

LEINZ, Viktor - Estudos sobre a glaciação permocarbonífera do sul do Brasil. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, *Serv. Fom. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 21, 47 p., 1937.

LEINZ, Viktor & CARVALHO, Ana M. V. de - Contribuição à Geologia da bacia de São Paulo. *Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, 205 (Geol. 15): 61 p., 1957.

LEONARDOS, Othon H. - Chumbo e Prata no Estado de São Paulo. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Serv. Fom. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 6, 47 p., 1934.

LEPREVOST, Alsedo - Algumas análises de calcários paranaenses. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 1:113-128, 1946.

LEPREVOST, Alsedo - Análises de minerais paranaenses. I- Argila e caolin. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 1: 209-216, 1947.

LEPREVOST, Alsedo - Análises de minerais paranaenses. II- Esteatita e talco-xisto. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 3: 73-80, 1947.

LEPREVOST, Alsedo - Análises de minerais paranaenses. III- Limonita, hematita e magnetita. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 3:73-80, 1948.

LEPREVOST, Alsedo - Análises de minerais paranaenses. IV- Barita. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 3: 81-84, 1948.

LEPREVOST, Alsedo - Nota sobre os quartzitos decompostos na Série Açungui. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, 3: 157-169, 1953.

LEPREVOST, Alsedo - Sericita - xistos da Série Açungui. *B. Univ. Paraná*, Curitiba, nº 16, 13 p., 1964.

LOCZY, Louis de - Problemas da Estratigrafia e Paleogeografia carbonífera da Bacia do Paraná. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 214, 1964. 113 p. Ill.I

LOCZY, Louis de - Evolução paleogeográfica e geotectônica da Bacia Gondwânica do Paraná e do seu embasamento. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, B., Rio de Janeiro, nº 234, 1966. 71 p. Imapas I

MAACK, Reinhardt - Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Arq. Biol. Tecn.*, Curitiba, V. 2: 62-154, 1947. Ill., mapas I

MARINI, Onildo J. & LEPREVOST, Alsedo - "Principais recursos econômicos do Grupo Açungui". *In:* BIGARELLA, João J. *et alii - Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção Oriental do Estado do Paraná.* B. paran. Geoci., Curitiba, 23-25(5): 157-182, 1967.

MARTONNE, Emmanuel de - Problemes Morphologiques du Brésil Tropical atlantique. *Anales de Geographie*, 49 (277): 1-2; 49 (278-279): 106-129. 1940. Ill.

MAWE, John - Travels in the interior of Brazil particularly in the gold and diamond district of that country, by authority of the Prince Regent of Portugal. *Longman Green S. Co.*, Londres, 1812.

MEDEIROS, Rodi A. *et alii* - "Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23. Salvador, BA, 1969. *Soc. Bras. Geol.*, B. Espec., nº 1, p. [resumo]

MELCHER, Geraldo C. - O carbonatito de Jacupiranga. *Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo* , B., São Paulo, 282 (Geol. 21), 73 p., 1955 Ill., mapa geol.]

MELCHER, Geraldo C. & JOHNSON, Robert F. - Geologia e depósitos de chumbo do Vale do Ribeira de Iguape. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, 2º Distrito-Sul, Rel. Inéd., São Paulo, nº 1.255, 68 p., 1956.

MELFI, Adolpho J. *et alii* - Reconhecimento fotogeológico de parte do Grupo Açungui. *Bragantia*, Campinas, 24(34) : 447-474, 1965. Ill., mapa geol.]

MENDES, Josué C. - Problemas paleogeográficos e estratigráficos do Grupo Tubarão (Carbonífero superior). *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 11(2): 71-74, nov. 1962.

MORAES, João de M. - Aspectos da escarpa devoniana paranaense-paulista. Brasil. *Serv. Geogr. Exérc.*, Anu. 1949, Rio de Janeiro, nº 2: 85-96, 1950. Ill.]

MORAES, Luciano J. de - Bacia terciária do vale do rio Paraíba, Estado de São Paulo. *Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, 50 (Geol. 2): 3-25, 1945. Ill.]

MORAES REGO, Luiz F. de - Golpe de vista sobre os recursos minerais de São Paulo. *B. Agric.*, São Paulo, 31a. (9/10): 885-925, set./out. 1930.

MORAES REGO, Luiz F. de - Notas sobre a geomorphologia de São Paulo e sua genesis. *Inst. Astron. Geofís.*, São Paulo, 28 p., 1932.

MORAES REGO, Luiz F. de - As Formações Cenozóicas de São Paulo. *Esc. Politéc.*, Anu., São Paulo, 2: 231-267, 1933.

MORAES REGO, Luiz F. de - Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênesis. *B. Geogr.*, Rio de Janeiro, (4)37: 9-17; 4(38): 122-132, abr./mai. 1946 [il.]

MURATORI, Arsênio *et alii* - "Geologia do extremo norte do 1º planalto e parte do 2º planalto paranaense". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 24. Brasília, DF, 1970. *Soc. Bras. Geol.*, B. Espec., nº 1:201-203 [resumo de comunicações]

NORTHFLEET, A. A. *et alii* - Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná. Brasil. *PETROBRÁS*, B. Téc., Rio de Janeiro, 12(3): 291-346, jul./set. 1969. [il., mapas]

OLIVEIRA, Avelino I. de & LEONARDOS, Othon H. - Geologia do Brasil. Brasil. *Min. Agric.*, Rio de Janeiro, 2(2a.): 206-228, 1943. [Série Didática]

OLIVEIRA, Eusébio P. de - Geologia e Recursos Minerais do Estado do Paraná. Brasil. *Serv. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro, Monogr. 6, 1927, 172 p.

OLIVEIRA, Francisco P. - "Seção Geológica: relatório apresentado ao Engenheiro da Comissão Geográphica e Geológica da Província de São Paulo". *In: Relatório Apresentado à Assembléia Legislativa de São Paulo, pelo presidente da Província, Dr. Pedro Vicente de Azevedo, no dia 11 de janeiro de 1889.* São Paulo, p. 35-42, 1889.

OPPENHEIM, Victor - Rochas Gondwânicas e Geologia do Petróleo do Brasil Meridional. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Serv. Fom. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 5, 1934. 129 p. [il.]

PAIVA, Glycon de - Jazidas de minerais de Pb no Estado de São Paulo, Brasil. *Minist. Agric., Serv. Geol. Mineral.*, B., Rio de Janeiro, nº 42, 1929. 25 p. Iil., seção geológica Apiaí-Furnas!

PAIVA NETO, José E. de *et alii* - Observações gerais sobre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 11(79): 227-253, jul./set. 1951. Iil., mapa pedológico!

PAIVA NETO, José E. de & NASCIMENTO, A. C. - Argilas bentoníticas no Terciário do Vale do Paraíba. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 5(2): 5-15, set. 1956. Iil.!

PETRI, Setembrino - Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, B., Rio de Janeiro, nº 129, 125 p., 1948. Iil., mapa!

PETRI, Setembrino & FÚLFARO, Vicente J.-Considerações geológicas sobre a região de Itapeva, São Paulo. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 16(1): 25-43, nov. 1966. Iil., mapa geol.!

PETRI, Setembrino & SUGUIO, Kenitiro - Sôbre os metassedimentos do Grupo Açungui do extremo sul do Estado de São Paulo. *Conv. Secr. Obr. Públ. - Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, São Paulo, 1969, 98 p. Iil.!

PISSIS, A. - Memoire sur la position geologique des terraines de la partie du Brasil et sur les soulevements qui, a divers epoques, on changé le relief de cette contrè. *Acad. Sci. Paris*, Paris, 14: 1.044-1046, 1842.

RAYNAL, René - O vale do Paraíba, a serra da Mantiqueira e a Região de São Paulo. *Not. Geomorf.*, Campinas, nº 5: 6-15, abr. 1960.

ROCHA CAMPOS, Antônio C. - Deformações adiastróficas em sedimentos da Série Tubarão. *Ci. Cult.*, São Paulo, 15(3) : 179 p., set. 1963.

ROCHA CAMPOS, Antônio C. - Deformações penecontemporâneas em sedimentos glácio-lacustres do Grupo Tubarão. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 12(1/2): 49-56, nov. 1963. Ill.

ROCHA CAMPOS, Antônio C. - "The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin", *In:* BIGARELLA, João J. *et alii* - *Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Curitiba, p. 27-95, 1967.

ROCHA CAMPOS, Antônio C. - Fácies e paleogeografia do subgrupo Itararé na Bacia do Paraná. *Acad. Bras. Ci.*, An., Rio de Janeiro, 41(2): 211-213, 1969. Ill.

ROCHA CAMPOS, Antônio C. *et alii* - New glacial features of the Upper Paleozoic Itararé Subgrupo in the State of São Paulo, Brazil. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 17 (1): 46-57, dez. 1968. Ill.

ROXO, Matias G. O. - Considerações sobre as formações permocarboníferas brasileiras. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, V (1): 39-59, jan./mar. 1943.

SALAMUNI, Riad - Indícios de sedimentação cíclica no Paleozóico Superior da Bacia do Paraná. *B. paran. Geogr.*, Curitiba, nº 4/5, 1961.

SETZER, José - Os solos do Município de São Paulo (1a. Parte). *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 20: 4-30, jul. 1955.

SETZER, José - Os solos do Município de São Paulo (2a. Parte). *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 22, 26-54, mar. 1956.

SETZER, José - Os solos do Município de São Paulo (conclusão). *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 24: 35-56, out. 1956.

SETZER, José - Argilas bentoníticas no Estado de São Paulo. *Not. Geomorf.*, Campinas, nº 3: 42-43, abr. 1959.

SUGUIO, Kenitiro - *Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté*. Tese (Dout. Geol.), Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo, São Paulo, IS. ed.] 1969. 106 p. Ill.

TRICART, Jean & SILVA, Thereza C. da - Aspectos gerais da sedimentação da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. *Not. Geomorf.*, Campinas, 1(1): 6-13, abr. 1958.

VERDADE, F. da C. *et alii* - Solos da Bacia de Taubaté (vale do Paraíba): Levantamento e Reconhecimento, séries monotípicas, suas propriedades genético-morfológicas, físicas e químicas, *Bragantia*, Campinas, 20(4): 43-322, mar. 1961. Ill.

WHITE, I. C. - Relatório sobre as Coal Measures e rochas associadas do sul do Brasil (Final Report). *Com. Est. Minas Carvão de Pedra Brasil*, Rio de Janeiro, part. 1: 1-300. 1908. Ill., mapas (Inglês e Português)

WOHLERS, Armando - Cenozóico. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 147-161, 1964.

WOHLERS, Armando *et alii* - Geologia da Folha de Jundiaí, Estado de São Paulo. *O I.G.G.*, R., São Paulo, 12 (1/2): 116-131, jan./jun. 1954.

4 - CLIMA, VEGETAÇÃO E HIDROGRAFIA *

4.1 - CLIMA

Ao analisarmos o quadro climático da área correspondente ao Projeto Sudeste do Estado de São Paulo, deparamos com um caráter predominantemente mesotérmico (na classificação de Köppen) para o clima desta região, ou seja, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C. Isto implica, segundo C. A. de F. Monteiro (1968), numa posição subtropical, com forte amplitude anual e farta distribuição de chuvas, não se verificando a ocorrência de período seco. Devemos exluir a faixa litorânea dos dois Estados (São Paulo e Paraná), onde a temperatura média do mês mais frio ultrapassa esse limite. Em decorrência, temos a seguinte subdivisão (vide fig. 3):

Grupo A - Tropicais quentes e úmidos
- Af - Tropical super-úmido, sem estação seca

Grupo C - Mesotérmicos
- Cw - Tropical de altitude
  - Cwb - com verão fresco
- Cf - Subtropical úmido, sem estação seca
  - Cfa - com verão quente
  - Cfb - com verão fresco **

Por sua vez, na classificação genética de A. Strahler (1951), esta região está incluída no Grupo dos *"climas controlados por massas de ar tropicais e polares"*, mais especificamente, tipo *"úmido das porções orientais e subtropicais dos continentes, dominados largamente por massas tropicais marítimas"*, coincidindo com o tipo "chinês" de E. de Martonne (1950). A faixa litorânea, nesta classificação, pertence aos climas controlados por massas de ar equatoriais e

---

* *Este capítulo refere-se à toda a área do Projeto, inclusive à parte suspensa, para poder haver um tratamento mais regional dos assuntos em pauta.*

** *Esta classificação está baseada nos "valores médios dos principais elementos do clima"; não sendo genética, deixa muito a desejar, como frisa C. A. de F. Monteiro (op. cit.).*

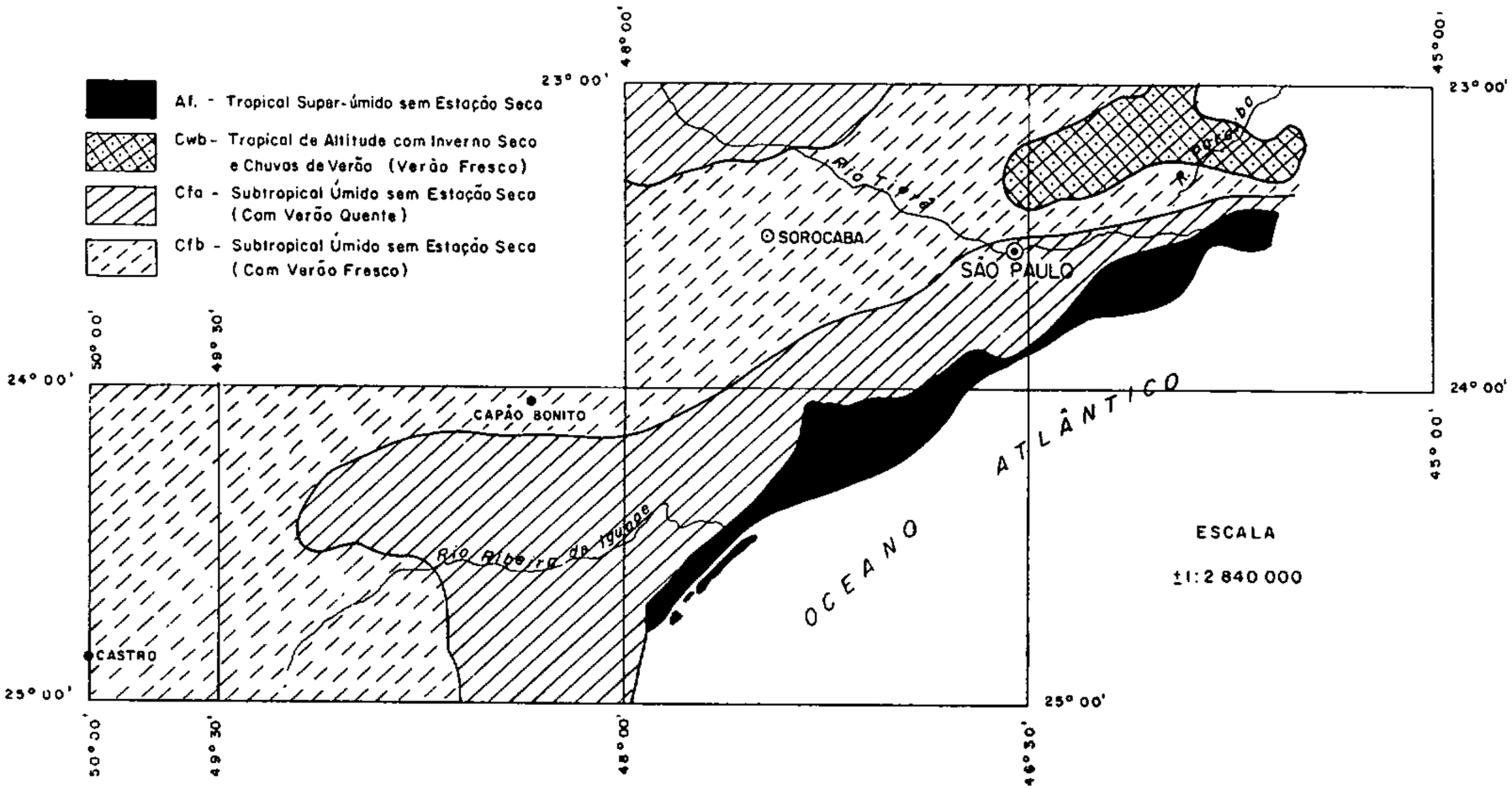


Fig. 3 -Mapa de climas, segundo a classificação de Köppen , da área correspondente ao Projeto Sudeste do Estado de São Paulo.

tropicais, mais precisamente, *"clima litorâneo úmido, exposto às massas tropicais marítimas"* (*In:* Geografia do Brasil, Grande Região Sul, 1968).

Segundo C. A. de F. Monteiro *(op. cit.)*, os invernos se fazem sentir com resfriamentos consideráveis, estando associados à "estação de frio" e não à "estação das chuvas", como ocorre nas regiões equatoriais. Na área em apreço ocorrem geadas somente na extremidade ocidental, região de Castro-Piraí do Sul-serra de Paranapiacaba e, rarissimamente, em alguns outros pontos. Precipitação nival é fenômeno desconhecido em toda a região.

Analisando os termogramas das localidades de São Paulo, Santos e Itapeva, verificamos que somente nesta há uma separação mais ou menos clara entre as diversas estações do ano, (fig. 4). O regime é influenciado pelas correntes atmosféricas, cujos efeitos são modificados pela altitude de cada localidade. Segundo C. A. de F. Monteiro *(op. cit.)*, em Santos (litoral) predomina a ação das massas tropicais, com invasão de massas frias apenas no inverno, de sorte que apenas ocorrem alguns dias frescos, opostamente ao que ocorre em São Paulo e Itapeva (planalto),onde as temperaturas são influenciadas grandemente pela altitude, havendo um período fresco bem demarcado.

As preciptações pluviométricas são abundantes na maior parte da área, concentrando-se fortemente ao longo da serra do Mar, onde atingem valores acima de 3.000 mm por ano (vide fig. 5), ou mesmo 4.000 mm, como ocorre nas nascentes do rio Itapanhaú (nordeste de Bertioga). Entre os locais com menor precipitação pluviométrica, podemos citar as regiões de Itu-Porto Feliz e Piedade-Alambari-Morro do Alto, com valores pouco inferiores a 1,100 mm/ano.

4.2 - Vegetação

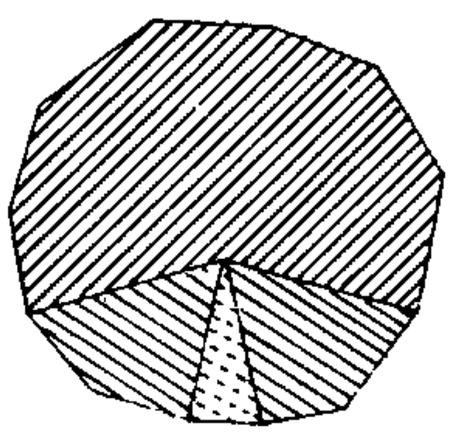
Na área correspondente ao Projeto Sudeste do Estado de São Paulo são encontrados todos os grandes grupos de vegetação na classificação proposta por D. de A. Romariz (*In:* Geo-

CPRM

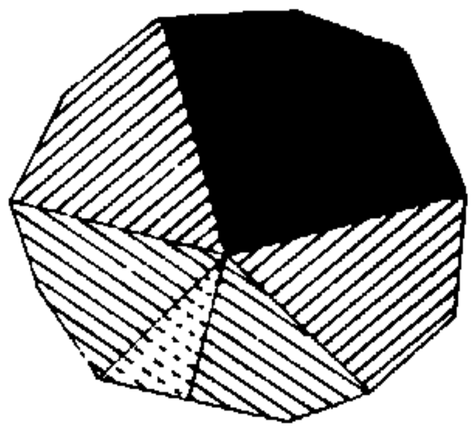
TEMPERATURA

(VARIAÇÃO ANUAL)

Planalto

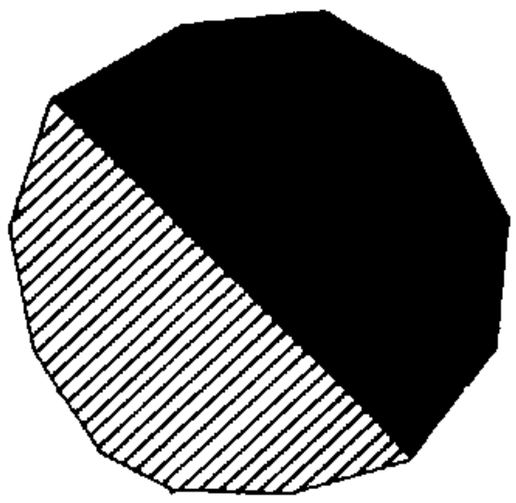


São Paulo (SP)
Alt. 815 m
Lat. 23° 34'
Long. 46° 40'

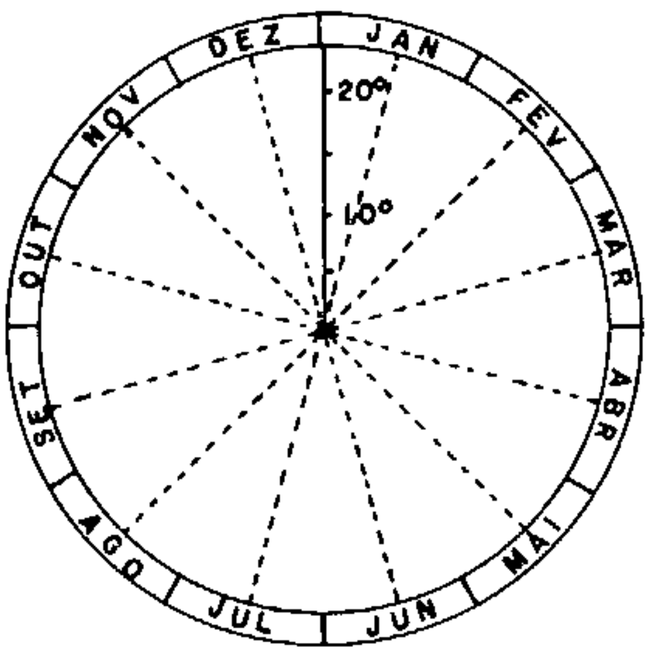


Itapeva (SP)
Alt. 670 m
Lat. 23° 59'
Long. 46° 53'

Litoral



Santos (SP)
Alt. 19 m
Lat. 23° 56'
Long. 46° 19'



Escala

CONVENÇÕES

- Acima de 22°
- Entre 18° e 22°
- Entre 15° e 18°
- Abaixo de 15°

Fig. 4 - Termogramas das localidades de São Paulo, Itapeva e Santos

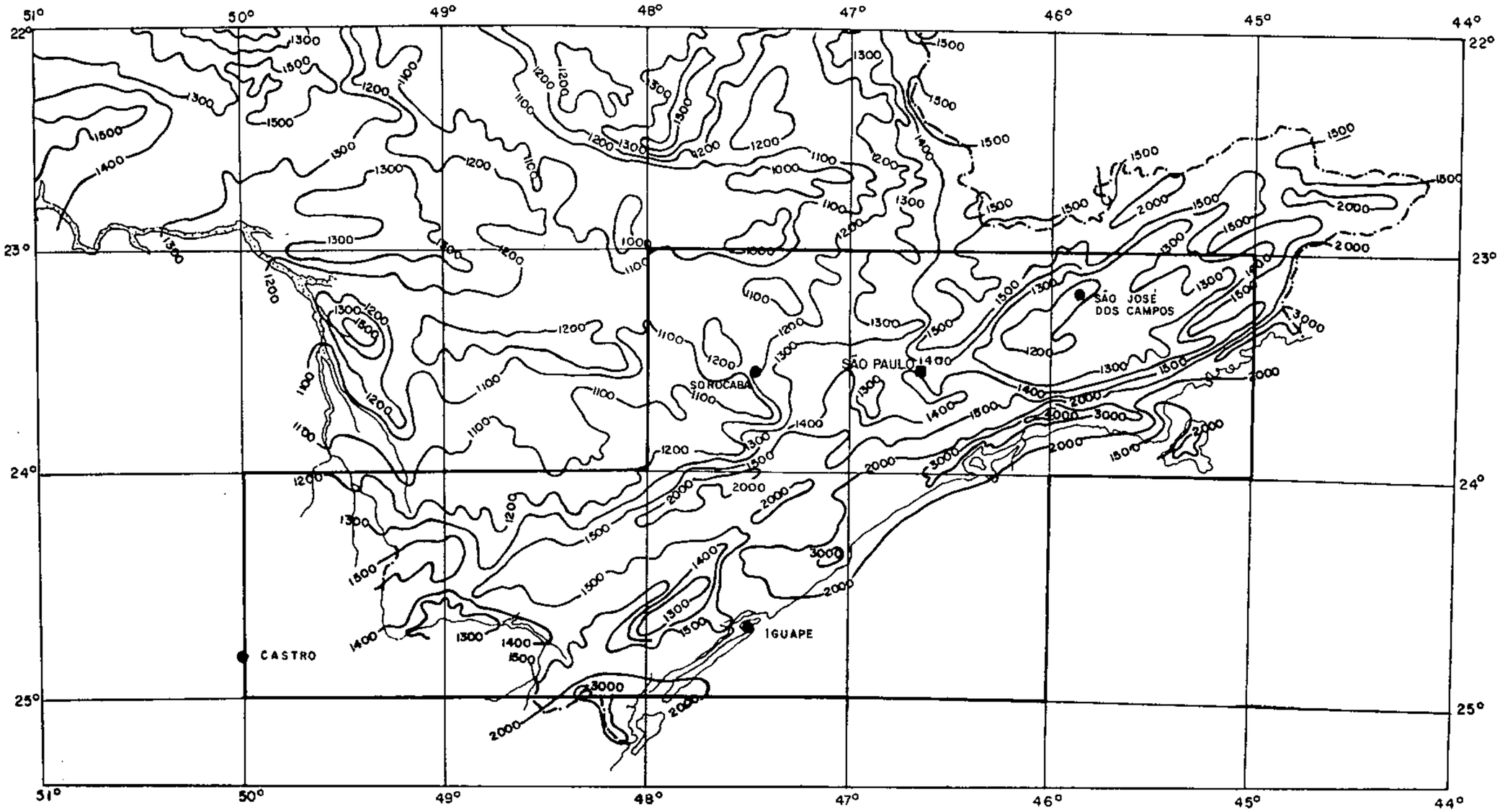


Fig. 5 - Isoietas do ano de 1971, em milímetros (extraído do Boletim nº 12 - DAEE)

grafia do Brasil, Grande Região Sul, 1968), para a Grande Região Sul do Brasil, Temos assim, em ordem decrescente de área ocupada (vide fig, 6):,

- floresta latifoliada tropical
- floresta latifoliada tropical úmida de encosta
- campo limpo
- cerrado
- vegetação litorânea

A *floresta latifoliada tropical* ocorre mormente na porção norte (acima do paralelo 24°), aparecendo, ainda, numa faixa NE-SW, transversal à Folha de Itararé. Este tipo de vegetação encontra-se, atualmente, bastante depredado, em virtude da intensa ocupação humana nesta área. Entre as reservas florestais deste conjunto podemos destacar as das regiões norte (alto rio Atibaia, rio das Cabras e rio do Peixe), sudeste (sul e sudeste de Paraibuna e de São Luís do Paraitinga), e sudoeste da Folha de Santos (sul de Ribeirão Pires), bem como pequenas áreas na Folha de São Paulo, representadas pelas reservas das serras da Cantareira, de Itapetinga e do Jaguaré, além daquela a oeste de Itapecerica da Serra. Ainda, grandes trechos da aba setentrional da serra de Paranapiacaba, na Folha de Itararé.

O subtipo *floresta latifoliada tropical úmida de encosta* acha-se melhormente preservado, em virtude de aparecer em regiões acidentadas, de sorte que a devastação humana não atingiu valores muito acentuados, ainda. Esta floresta representa a maior reserva vegetal da área, alastrando-se por quase todo o vale do rio Ribeira de Iguape e aba meridional da serra do Mar, Como o próprio nome indica, está intimamente ligada à alta pluviosidade desta região, bem como à aspereza do relevo. Segundo D. de A. Romaniz *(op. cit.)*, as árvores mais freqUentemente encontradas são o cedro *(Cedrella sp.)*, a peroba *(Aspidosperma sp.)*, o jacarandá *(Dalbergia nigra)*, o jatobá *(Hymeneaea courbaril)*, o jequitibá *(Cariniana excelsa)*, o vinhático *(Plathymenia reticulata)* e o angelim *(Himenolobium sp.)*. Percebe-se, desde logo, a importância econômica deste grupo fitográfico,

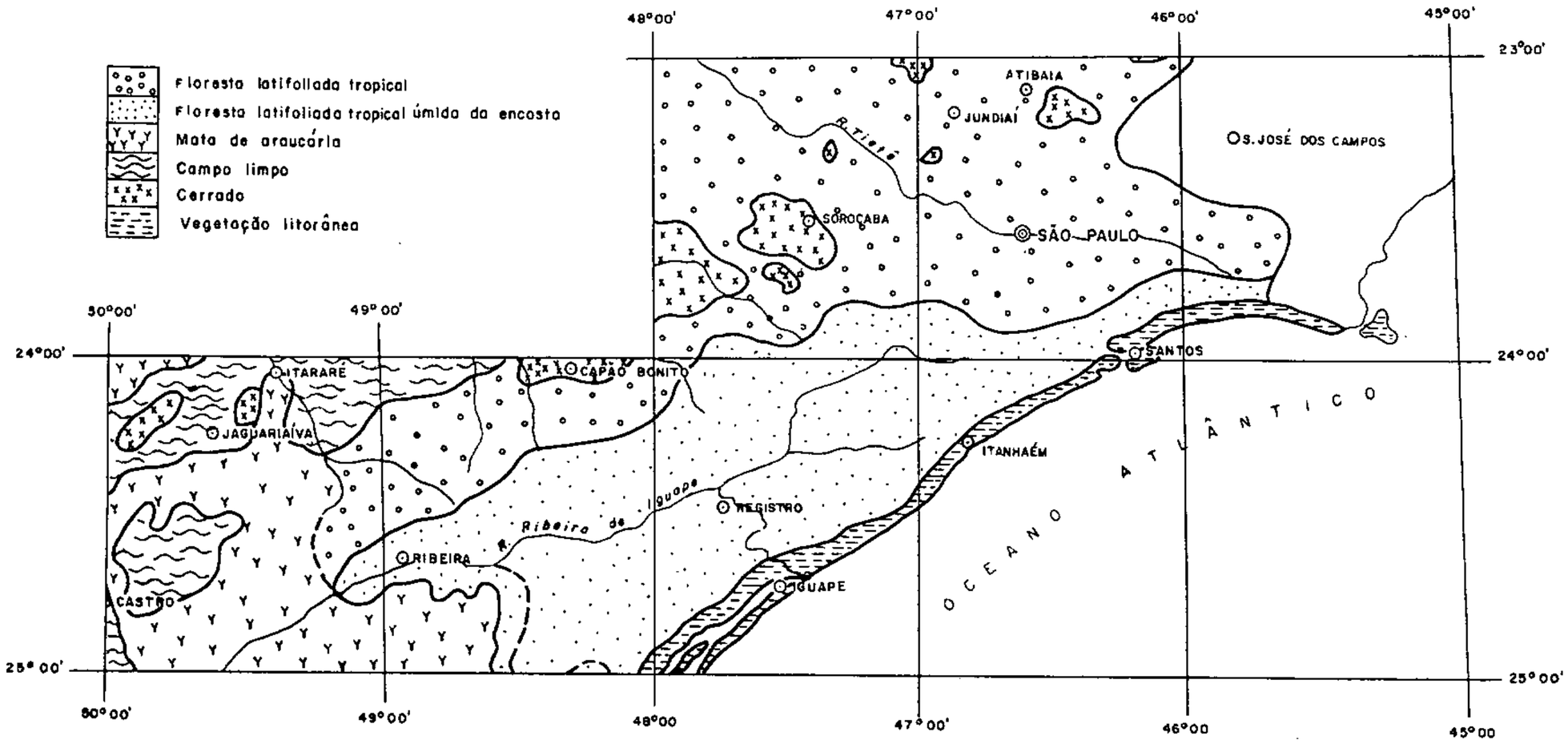


Fig. 6 – Mapa de tipos de vegetação na área do Projeto Sudeste do Estado de São Paulo

(Extraído de Geografia do Brasil - Grande Região Sul, 1968)

CPRM

Outra vegetação característica é denominada de *campo limpo*, ocorrendo principalmente no segundo planalto Paranaense (sedimentos do Grupo Campos Gerais), na extremidade norte-ocidental da área, bem como a leste de Castro, em rochas graníticas do Complexo Cunhaporanga. Este conjunto vegetal está intimamente relacionado ao relevo pouco movimentado, bem como à pobreza do solo. As gramíneas predominam largamente nesta paisagem, observando-se, esparsamente, alguns capões, que representam verdadeiras "ilhas" de vegetação arbórea. Quando dispostas ao longo de drenagens, são conhecidas como matas-galeria. No primeiro caso as formações são arredondadas, enquanto que as outras são alongadas. A origem de ambas é ligada ao nível freático quase aflorante. O fato de que a alteração das rochas básicas (diques e soleiras) origina um solo com características totalmente diversas dos solos arenosos contíguos, provenientes da decomposição dos arenitos, confere grande importância a esses elementos na origem dessas formações. Em vários trechos o limite dos campos limpos é bastante nítido, como ocorre ao longo da escarpa devoniana e região de Castro, o que não se verifica na sua extremidade setentrional e na passagem para o cerrado.

O *cerrado* vem a ser outro tipo de vegetação, que aparece em áreas mais restritas, como a leste e oeste de Jaguariaíva, nas regiões de Capão Bonito, rio Itapetininga (noroeste de Pilar do Sul), Sorocaba, Nazaré Paulista e Vinhedo. A característica principal é a presença de arbustos, disseminados numa associação de gramíneas, que apresentam, normalmente, troncos e galhos retorcidos. Segundo M. G. Ferri (1944), as seguintes espécies permanentes evidenciam este tipo fitográfico: o barbatimão (*Stryphnodendron barbatimão* Mart.), o barbatimão de folha miúda (*Dimorphandra mollis* Benth.), a copaíba (*Copaifera langsdorfii* Desf.), o pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.), o cajueiro do campo (*Anacardium pumilum* St. Hil.), o pau-terra (*Qualia grandiflora* Mart.), o pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.), etc.. Existem outras espécies que só vegetam em períodos de chuva, permanecendo, *"no período da sêca, subterraneamente, sob forma de xilopódios"*; ou-

tras (gramíneas) *"vivem também da água da superfície, mas vegetam até o esgotamento desta, durante a sêca" (In:* D. de A. Romariz, *op. cit.)*. Sobre a origem dos cerrados há controvérsias, defendendo alguns (F. Rawitsher) a "teoria biótica", que atribui a sua existência ao resultado das atividades humanas, principalmente a ação continuada do fogo, o que teria acarretado alterações irreversíveis; outros (Warming) admitem a "teoria climática" para explicar o seu aparecimento, ressaltando a influência de uma prolongada estação seca; finalmente, a "teoria pedológica" (J. Setzer, 1949) imputa aos solos a maior responsabilidade *(In:* D. de A. Romariz, *op. cit.)*.

Nas áreas mais meridionais (Capão Bonito e Jaguariaíva) é freqüente a gradação dos cerrados para os campos limpos, denominando-se os tipos intermediários de *campo sujo* e *campo cerrado;* quer dizer, aumenta gradativamente o espaçamento entre os arbustos até o seu total desaparecimento. Nos campos sujos ocorre, em geral, o capim "barba-de-bode" *(Anistida pallens* Cav.), o "capim gordura" *(Melinis minutiflora)*, arbustos e algumas árvores.

Finalmente, o último grande grupo vem a ser a *vegetação litorânea*. Sua área de ocorrência restringe-se, obviamente, à faixa costeira dos dois estados que compõem a área do Projeto. O tipo de litoral (rochoso, arenoso ou lodoso) determina a variedade vegetal. Na área em apreço predomina largamente a vegetação de litoral arenoso, encontrada principalmente na baixada do rio Ribeira de Iguape e na baixada Santista. Segundo K. Hueck (*In:* D. de A. Romariz, 1968), a espécie mais importante e característica é a *Iresine portulacoides* , à qual está associada a *Hydrocotyle umbellata*. Esta autora cita, ainda, a ocorrência dos gêneros *Canavalia* e *Ipomoea* e a gramínea *Spartina ciliata*, em regiões de dunas. No litoral rochoso encontramos algas na faixa atingida pela maré, enquanto que as plantas rupícolas aparecem à medida que nos afastamos da mesma. Neste grupo destacam-se os gravatás *(Bromelia sp.)*, as piteiras *(Fourcroya gigantea)* e algumas

pteridófitas. Finalmente, a terceira variedade é a que se chama de manguezal, em que predominam três espécies: o mangue vermelho *(Rhizophora mangle)*, o mangue siriúba *(Avicennia tomentosa)* e o mangue branco *(Laguncularia racemosa)*, conforme a sua disposição, da parte mais à menos inundável e salina. São todas espécies que revelam um grande poder de adaptação ao meio ambiente (D. de A. Romariz, *op. cit.)*.

Devemos chamar a atenção para esta classificação, no sentido de que ela representa uma situação ideal, isto é, a vegetação natural da região. Como já foi frisado anteriomente, grandes áreas não apresentam mais a cobertura vegetal primitiva, que foi substituída por culturas diversas, conforme a característica agrícola de cada local. Verificamos, então, que, próximo à Capital, temos grandes parcelas de terrenos ocupados por culturas horti-granjeiras em geral; na região de Sorocaba-Tatuí-Tietê predomina largamente a cultura de cana-de-açúcar; nas proximidades de Jundiaí e Atibaia há produção de uva, pêssego, morango e figo, principalmente; no alto vale do Ribeira cultiva-se mamão, banana e frutas cítricas, além de tomate em Guapiara-Apiaí, banana e chá no baixo vale do Ribeira e cereais na região de Castro.

Grande importância representam as atividades de reflorestamento, em geral com os gêneros *Pinus* ou *Eucaliptus*.

4.3 - Hidrografia

Na análise da hidrografia da área deparamos com dois grandes sistemas, o primeiro representado pelas drenagens que desembocam diretamente no mar e o segundo, por aquelas que desaguam neste através do rio Paraná. O limite natural entre ambos é a serra de Paranapiacaba, segundo uma linha que passa, grosseiramente, por Abapã, Varzeão, Apiaí, Tapiraí, Juquitiba e Paranapiacaba.

As principais bacias do sistema interiorizado são a do rio Tietê, que drena boa parte da porção setentrional do Projeto, excetuando-se as extremidades oriental da Folha de Santos e sudoeste da de São Paulo e a do rio Paranapanema, es-

coando através dos seus afluentes superiores toda a parte norte da porção meridional.

As bacias do segundo sistema são a do rio Ribeira de Iguape e a do rio Paraíba do Sul, drenando respectivamente a parte inferior da porção meridional e a extremidade oriental da porção setentrional. Representamos abaixo um quadro das principais drenagens da área:

Sistema	Bacias	Afluentes principais
Interiorizado	Tietê	Sorocaba Atibaia (Piracicaba) Jundiaí
	Paranapanema	Itararé/Jaguariaíva das Cinzas Itapetininga Apiaí Iapó(Tibagi)
Costeiro	Paraíba do Sul	Paraibuna Paraitinga Jaguari Una
	Ribeira de Iguape	Ribeirinha Açungui Pardo Jacupiranga

Os rios Tietê e Paranapanema fluem, regionalmente, para noroeste, podendo ser tratados como drenagens conseqüentes, ao contrário do que ocorre com os rios Ribeira de Iguape e Paraíba do Sul, cujo sentido regional é nordeste, portanto, subseqüentes. Ambos sofrem fortes inflexões, o primeiro na altura de Sete Barras-Registro, passando a fluir segundo sudeste e o outro na altura de Guararema, onde gira em arco de 180°, passando de sudoeste para nordeste.

Referências bibliográficas

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - Boletim pluviométrico nº 12. *Secr. Serv. Obras Públ., Depart. Águas Energia Elétrica*, São Paulo, 1972. 660 p. [tabelas e mapas]

MESQUITA, Olindina V. - Hidrografia. *In: Geógrafia do Brasil - Grande Região Sul*. Inst. Bras. Geogr., Rio de Janeiro, 18 (II): 74-113, 1968.

MONTEIRO, Carlos A. de F. - Clima. *In: Geografia do Brasil - Grande Região Sul*. Inst. Bras. Geogr., Rio de Janeiro, 18 (III): 114-166, 1968.

ROMARIZ, Dora de A. - Vegetação. *In: Geografia do Brasil - Grande Região Sul*. Inst. Bras. Geogr., Rio de Janeiro, 18 (IV): 167-187, 1968.

5 - GEOMORFOLOGIA

5.1 - Ciclos geomorfológicos

Para um bom entendimento das formas atuais do modelado da região, bem como de outros tratos do território brasileiro, se faz necessário, como salientou L. C. King (1956), uma *"concepção de um desenvolvimento ordenado por ciclos de erosão subseqüentes"*. Assim sendo, torna-se imperativa uma canalização de observações, nas diretrizes que norteam os estudos da Paleogeografia ou da Geologia Histórica. Entretanto, julgamos que foge ao escopo do presente trabalho uma apresentação refinada dos estágios e fatores determinantes da evolução da fisionomia do relevo que ora presenciamos.

Diversos trabalhos anteriores* discorrem sobre o assunto, mas faltam-nos maiores informações de campo para justificar plenamente uma nova contribuição à matéria em questão, decorrendo tal fato da própria natureza do mapeamento geológico efetuado.

Cientes da amplitude do assunto e do posicionamento geográfico não muito privilegiado de que dispomos para um estudo do mesmo, apenas apresentaremos uma adaptação dos ciclos geomorfológicos delineados por L. C. King (*op. cit.*), posteriormente revistos por O. P. G. Graun (1971), como segue:

O *ciclo Gonduana* tem sua história intimamente ligada ao preenchimento da bacia do Paraná, portanto de idade paleozóica, ocorrendo o clímax em tempos juro-triássicos, quando se verifica um equilíbrio na paisagem, marcado por uma pobreza na sedimentação. Ainda nessa ocasião processa-se uma perda de autonomia do ambiente deposicional Paraná, como conseqüência natural da vasta superfície aplainada e da tectônica

---

* *L. F. de Moraes Rego (1932), P. E. James (1933), E. de Martonne (1940), A. N. Ab'Sáber (1949), R. O. de Freitas (1951), F. F. M. de Almeida (1951, 1958 e 1964), L. C. King (1956), A. N. Ab'Sáber & J. J. Bigarella (1961) e O. P. G. (1971).*

tafrogênica que se inicia no Jurássico superior. Neste estágio começa a sedimentação Botucatu (sem testemunhos na área), bem como o magmatismo básico e alcalino (Jacupiranga). Desencadeia-se, ainda, a desagregação dessa vasta superfície de aplainamento.

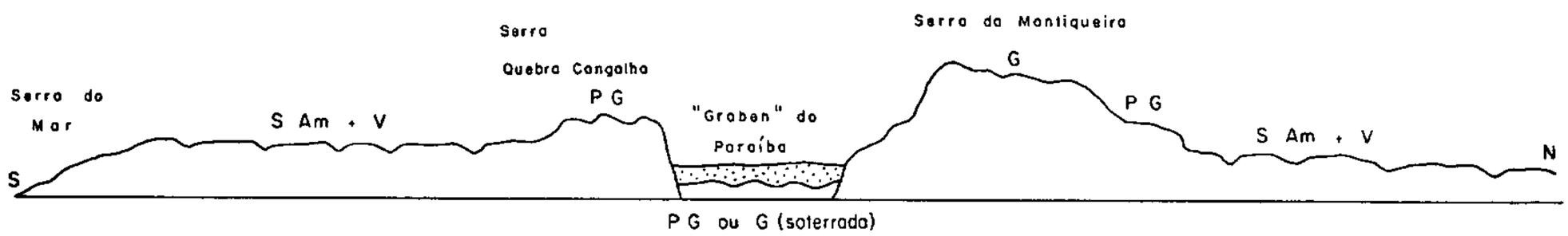
Encontramos, na atualidade, superfícies fósseis e exumadas, esculpidas por diversos agentes erosivos, pertencentes a esse ciclo. Dentre elas citamos aquela sobre a qual repousam os sedimentos devonianos Furnas, denominada por F. F. M. de Almeida (1964) de *"superfície de aplainamento de Itapeva"*. Observações deste autor afirmam tratar-se *" de uma superfície de relêvo muito regular, senão talhada, pelos menos reesculpida pelo mar transgressivo devoniano"*. Este fato parece-nos bastante lógico, quando analisamos os caracteres dos sedimentos da base da Formação Furnas e o substrato sobre o qual ela assenta. Depreende-se que o volumoso mar devoniano foi o responsável pela destruição do pretérito regolito que cobria as rochas pré-devonianas, em diversos locais.

Em decorrência do desgaste erosional dos sedimentos carboníferos, também são postas à mostra superfícies talhadas pela ação do gelo, como acontece em Itaguá (*" superfície de Itaguá"* de F. F. M. de Almeida, *op. cit.*). Entretanto, em diversas regiões (Ex.: Capão Bonito), tais aspectos não foram observados.

Como testemunhos da superfície final do aplainamento Gonduana, L. C. King *(op. cit.)* cita tratos da serra da Mantiqueira (vide fig. 7), por nós julgadas duvidosas, como veremos mais adiante.

O *ciclo pós-Gonduana* desenvolve-se entre o Cretáceo inferior e médio, em decorrência da desagregação da paisagem esculpida no ciclo Gonduana, devido à tectônica distensiva iniciada no Jurássico superior.

Em seu estágio inicial, o deserto Botucatu encontra-se em plena atividade, bem como as atividades vulcânicas que originaram os derrames basálticos. Ainda no Cretáceo inferior,



Convenções:

S Am- Sul Americano; V- Velhos; P G- Post Gondwana; G- Gondwana.

Fig. 7 - Secção esquemática das superfícies cíclicas através da serra da Mantiqueira nas vizinhanças de - Engenheiro Passos e Itamonte (extraído de L. C. King, 1956).

CPRM

desenvolvem-se os ambientes de sedimentação parálica, reflexos do afastamento dos continentes Sul-Americano e Africano, representados pela bacia de Santos. Esta iniciou-se a partir da subsidência de uma plataforma cratônica, com posterior *"soerguimento de uma barreira tectônica no limite externo do bloco siálico"* (L. O. S. Miranda, 1970). As unidades litoestratigráficas inferiores desta bacia são evaporitos e calcários, de idade provavelmente aptiano-albiana. Sucede-se uma grande atividade erosiva nas partes tectonicamente levantadas.

No Cretáceo médio são verificados os seguintes eventos: paralização dos derrames basálticos e da atividade desértica, início do magmatismo alcalino da serra do Mar (?) e estacionamento da sedimentação parálica, passando-se depois a uma vasta sedimentação continental (O. P. G. Braun, *op. cit.*). Com isto atingimos o fim do período de desnundação do ciclo pós-Gonduana.

Remanescentes da superfície pós-Gonduana são citados por L. C. King (*op. cit.*), nas serras da Mantiqueira e da Quebra Cangalha e mesmo sob os sedimentos terci-quaternários da bacia de Taubaté (vide fig. 7). Entretanto, O. P. G. Braun *(op. cit.)*, quando se refere a esses testemunhos, o faz de maneira suspeitosa. Acresce que *"algumas elevações proeminentes na atual paisagem brasileira poderiam ter-se constituído em inselbergues, já muito rebaixados, nas planícies do ciclo Sul-Americano"*.

O *ciclo Sul-Americano* inicia-se no Cretáceo superior, com o advento do arqueamento e dos falhamentos da superfície, esculpida no ciclo pós-Gonduana. Nestes tempos tem-se o alvorecer do ciclo geomorfológico que deixou os mais marcantes traços no atual relevo brasileiro. Seu desenvolvimento estende-se até o Terciário (Plioceno).

Com a tectônica do Cretáceo superior começa a esboçar-se, em têrmos embrionários, a serra do Mar, apresentando os traços dos planos das principais estruturas elaboradas certo paralelismo à orla continental. As falhas cortam as camadas aptiano-albianas da

bacia de Santos. O sucessivo rejuvenescimento do relevo decorre de uma fase de intensa atividade de fenômenos erosivos, dando conseqüência a farto suprimento de detritos.

No final desse ciclo aparece uma superfície perfeitamente aplainada, onde são nivelados, indistintamente, os mais variados tipos litológicos, aparecendo extensas coberturas lateríticas e drenagens subterrâneas nos calcários. É importante a exumação dos corpos alcalinos, do ponto de vista econômico.

Os testemunhos deste ciclo subsistem em vários pontos da área, como na serra do Japi, com sua cobertura quartzo-laterítica, e na serra de Itapirapuã, também apresentando ressilicificações intempéricas.

O tratamento dessa feição, em terrenos paulistas, é feito em termos da *"superfície de aplainamento do Japi"*, denominação sugerida por F. F. M. de Almeida *(op. cit.)*, para uma superfície cujos testemunhos mantêm seus cimos nivelados entre 1.050 e 1.300m, nas partes pouco ou não deformadas.

O *ciclo Velhas* desenvolve-se entre o Plio-Pleistoceno e o Recente, tendo início com o soerguimento do continente e *"afogamento da drenagem costeira"* (O. P. G. Braun, *op. cit.*).

Neste ciclo as serras do Mar e da Mantiqueira configuram-se por completo, em esboço estrutural de *"Horsts"* e *"Grabens"*, reativando-se a sedimentação costeira, bem como a das regiões tectonicamente deprimidas da parte continental (preenchimento das bacias de São Paulo e de Taubaté), provavelmente acompanhada de lenta subsidência das bacias.

Ocorre neste ciclo a franca abertura das drenagens subterrâneas dos calcários, mostrando uma certa dependência das modificações pelos níveis de base locais. Também são formadas as principais ornamentações das cavernas.

Sucede-se a formação de diversos terraços e cascalheiras, às margens dos rios (Formação Pariquera-Açu, bem como as coberturas elúvio-coluviais, que chegam a distribuir-se em amplas áreas (Jundiaí).

Da intensa erosão acarretada às bordas da serra do Mar, temos, como elemento mais marcante, o seu recuo na parte sudeste do Estado de São Paulo. Esta feição atinge a região de Eldorado Paulista, onde aquela serra vem procurar apoio para denunciar a sua existência na serra do Paranapiacaba, neste local mantida, principalmente, pelos batólitos graníticos (Ex.: Agudos Grandes).

Como considerações finais salientamos:

a) Estamos plenamente de acordo com o pensamento de O. P. G. Braun *(op. cit.)*, a respeito do ciclo Paraguaçu de L. C. King *(op. cit.)*, quando afirma: *"Este nada mais é do que um dos inúmeros estágios de desnudação que se imporão ao ciclo Velhas, até que o relêvo alcance o máximo de aplainamento como no final do período sul-americano"*.

b) À luz dos reflexos da tectônica tafrogênica pós-cretácea e dos sucessivos rejuvenescimentos do relevo, acreditamos ser muito difícil encontrar testemunhos nas serras do Mar e da Mantiqueira dos ciclos Gonduana e pós-Gonduana. Mesmo para os platôs nivelados em torno de 2.000 metros (fora do domínio do mapeamento), como os encontrados nos planaltos de Campos do Jordão e Bocaina, consideramos tratar-se de testemunhos da superfície sul-americana *("superfície de aplainamento do Japi")*. Tal pensamento é o mesmo delineado por R. O. Freitas (1951) e F. F. M. de Almeida (1964), quando tratam a *"superfície de Campos"* (de E. de Martonne, 1940) como sendo a de Japi *"deformada e erguida em vários níveis"*.

c) A atual compartimentação interior do relevo é fruto exclusivo do estágio geomórfico que atravessa a região, tendo-se desenvolvimentos nitidamente condicionados aos níveis de base locais. Tal fato acarreta o aparecimento de caracteres peculiares, que muitas vezes levam a idealizar a existência de testemunhos de diversos ciclos.

5.2 - Grandes feições morfo-estruturais

A área abrangida pela presente cartografia geológica engloba tratos de marcantes feições morfo-estruturais.

A mais destacada unidade é, sem dúvida, a serra do Mar, que, estendendo-se desde o litoral norte do Estado de São Paulo, até quase o sul de Santa Catarina, atua como elemento divisor entre a paisagem das baixadas Litorâneas e do planalto Atlântico. Essa unidade ergue-se, majestosa e agressivamente, com suas pendentes escarpadas, sobre o nível da planície costeira, exibindo o *"mais atormentado relevo brasileiro e apresentando um dos mais espessos regolitos do mundo"* (F. F. M. de Almeida, 1953).

O planalto Atlântico compreende um domínio de formas esculpidas predominantemente em rochas de estruturas complexas, formadas em tempos pré-cambrianos. Mostra uma certa declividade para oeste, no sentido dos terrenos paleozóicos da bacia do Paraná, que constituem o segundo traço morfológico da região.

Esta segunda unidade apresenta-se de maneira diversa nos estados de São Paulo e Paraná. Enquanto no primeiro constitui um "patamar deprimido" (depressão Periférica) entre o planalto Atlântico, a leste, e as *cuestas* basálticas, a oeste, no Paraná se apresenta realçada em relação aos terrenos cristalinos. Tal fato se deve, segundo R. Maack (1953), a um processo de "eversão", ou seja, as áreas cristalinas sofreram *"recorte e entalhamento de uma nova superfície que se colocou abaixo do nível geral da parte exumada do embasamento" (In:* C. A. de F. Monteiro, 1968).

Uma outra feição bastante marcante diz respeito ao recuo da escarpa da serra do Mar, através do vale do rio Ribeira de Iguape e seus afluentes, até os primeiros contrafortes da serra do Paranapiacaba, na região de Eldorado Paulista.

Este recuo, na opinião de F. F. M. de Almeida (1964), seria devido, principalmente, à erosão diferencial. Por outro lado, J. Felicíssimo Jr. (1968) afirma que os eventos tectônicos modernos seriam os maiores responsáveis por essa quebra de relevo (eixo Registro-Iguape).

5.3 - Compartimentação do relevo

Os estudos sobre o relevo seriam de pouca utilidade se não se tentasse, com eles, confeccionar um quadro paisagístico regional, no qual feições semelhantes estariam relacionadas a idênticas condições estruturais e ambientais. Percebe-se, com isso, que o tratamento, em conjunto, de todos os fatores, é de suma importância para uma análise regional da paisagem. Contudo, em vista da conformação da área, mesmo tentando-se dar um tratamento conjunto, é sujestiva uma divisão em duas áreas menores: uma setentrional (folhas de São Paulo e de Santos) e outra meridional (folhas de Itararé e de Castro).

Procurando tornar ainda mais fácil o entendimento do texto, segue abaixo um quadro comparativo entre a divisão geomorfológica do Estado de São Paulo, proposta por F. F. M. de Almeida (1964) e aquela usada no Estado do Paraná.

	SÃO PAULO	PARANÁ
Província Costeira	baixadas Litorâneas....	litoral Paranaense
	serra do Mar	serra do Mar
	serra de Paranapiacaba.	primeiro planalto Paranaense
Planalto Atlântico		primeiro planalto Paranaense
Depressão Periférica		segundo planalto Paranaense

Os limites dessas províncias podem ser melhormente observados através da figura 8.

5.3.1 - Faixa setentrional (acima do paralelo 24°)

Os terrenos dessa região são constituídos por rochas cristalinas, em quase 80% de sua área, neles estando engastadas as suas bacias modernas, que desempenharam papel fundamental na implantação de muitas cidades. O restante compreende os sedimentos paleozóicos da bacia do Paraná.

Os terrenos cristalinos formadores do chamado "planalto Atlântico" (ou "planalto cristalino Atlântico") apresen-

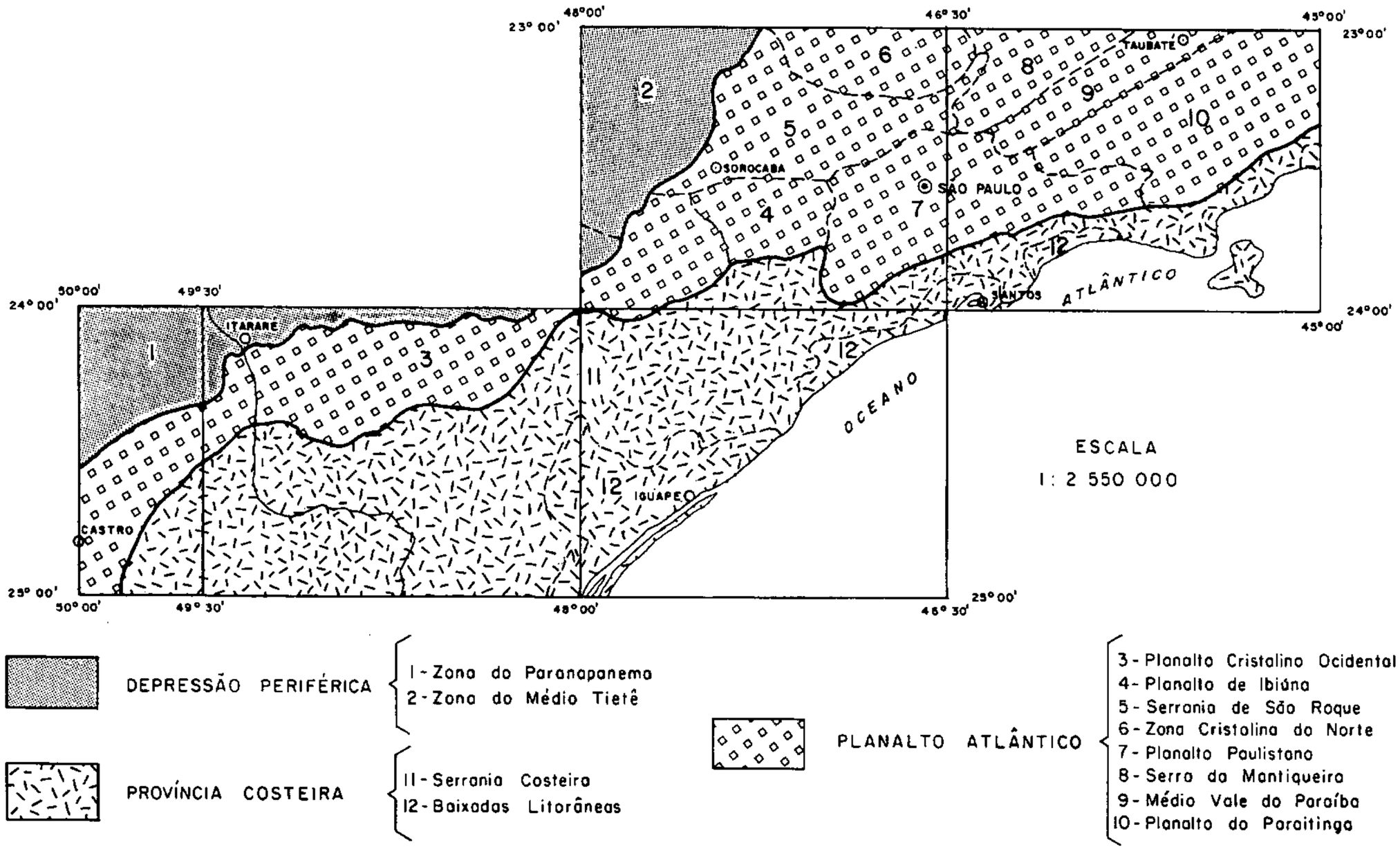


Fig. 8 - Divisão Geomorfológica do Projeto Sudeste do Estado de São Paulo (proposição de F. F. M. de Almeida, 1964, para o Estado de São Paulo)

CPRM

tam, no conjunto, um relevo movimentado, bastante condicionado às estruturas do substrato rochoso. Exemplo notável é a faixa de rochas foliadas, orientadas segundo ENE, que, desde o sul de Taubaté até Guararema, regula, de maneira expressiva, o traçado do relevo. Espigões alongados constituem os divisores d'água das principais drenagens dessa região. Para sudeste, outra faixa de rochas foliadas, começando em Cunha e passando por São Luís do Paraitinga e Paraibuna, condiciona o curso médio do rio Paraitinga. Este, juntamente com o rio Paraibuna, constituem os principais formadores do rio Paraíba que, neste trecho (montante do "cotovelo de Guararema"), flui em sentido oposto ao verificado no vale do Paraíba.

Em áreas de ocorrência de rochas graníticas e gnaissificadas, o relevo se apresenta menos dissecado, contudo, ainda jovem, como o demonstra o rigor da drenagem.

Fato semelhante é observado a oeste da capital paulista, onde o forte entalhamento da serrania de São Roque, em rochas do Grupo Açungui (xistos, filitos, calcários e quartzitos), é posto em confronto com o relevo menos agressivo do planalto de Ibiúna, esculpido em granitos.

Já na porção centro-norte da área em apreço, onde predominam os migmatitos heterogêneos, notamos um relevo intermediário, geralmente colinoso e, às vezes, bastante suavizado, freqüentemente capeado por sedimentos neocenozóicos. Contudo, ao avizinharmo-nos das grandes intrusões graníticas, e mesmo nelas, o relevo torna-se extremamente acidentado, como na serra de Itapetinga, onde desníveis superiores a 400 metros nos levam a mais de 1.300 m de altitude, no pico da Pedra Grande.

O mais importante relevo do Estado de São Paulo, a serra da Mantiqueira, está aqui representado apenas por seus primeiros contrafortes (serras do Mato Mole e dos Índios), que mal atingem 1.300 metros a. n. m.. A porção ocidental dessa serra apresenta-se bastante erodida, tanto pelos rios da bacia do Tietê, como pelos da bacia do Paraíba, só começando a

ganhar processo de continuidade a partir da serra do Palmital, ao norte de São José dos Campos.

Contrastando com a paisagem dos terrenos cristalinos, que muitos autores têm como exemplo de "mar de morros", vamos encontrar as suaves colinas das bacias da Taubaté e de São Paulo, esculpidas em sedimentos de possível idade plio-pleistocênica.

A bacia de São Paulo, em especial, é palco de numerosos estudos geomorfológicos, quer pela importância da cidade nela estabelecida, quer pelo desafio que o estudo dos terraceamentos representa aos geógrafos mais entusiastas. Dela se tem um bom conhecimento de sub-superfície, graças aos muitos dados de sondagens para água subterrânea, permitindo estimar a sua espessura total máxima em torno de 290 m, Sua origem tectônica é indiscutível, estando relacionada à reativação da antiga zona de falhas a norte da capital paulista.

Também a bacia de Taubaté tem sua origem ligada ao tectonismo. Sua estrutura interna é razoavelmente conhecida, graças às muitas sondagens para pesquisa de folhelhos oleígenos. Depositados num *Graben* alongado, entre a serra da Mantiqueira (a noroeste) e os morros cristalinos (a sudeste), seus sedimentos cobrem uma área bem maior que os da bacia de São Paulo. Sua espessura atinge cerca de 350 metros, na altura de Tremembé, A paisagem é idêntica à do sítio de São Paulo: colinas suaves e extensas chapadas, dentre as quais se destaca a de São José dos Campos.

O relevo de perfis mais suavizados de toda a região é aquele esculpido nos sedimentos paleozóicos da bacia do Paraná, ocupando a porção noroeste da faixa em apreço. Em geral tem-se uma topografia rebaixada em relação aos terrenos vizinhos, constituindo uma unidade geomórfica conhecida como "depressão Periférica". A drenagem subsequente, estabelecida às bordas da bacia, aliada à presença de níveis de rochas mais resistentes à erosão, iria permitir, como resultado final, o entalhe de relevos de *cuestas* locais, como a de Laranjal Paulista e a de Pereiras.

5.3.2 - Faixa meridional (abaixo do paralelo 24°)

As folhas geológicas de Itararé e de Castro constituem a porção meridional da área do projeto, estando delimitadas, ao norte, pelo paralelo 24° e, a leste, pelo meridiano de 48°. Esta faixa ocupa, portanto, uma posição diagonal em relação à anterior, que tem, naquelas coordenadas, os seus limites sul e oeste, respectivamente. Desta forma, o elo geomorfológico mais próximo entre as duas áreas é dado por estreita faixa do chamado "planalto cristalino Ocidental", na porção nordeste da Folha de Itararé.

Na presente área, a cobertura paleozóica apresenta-se com duas paisagens distintas: nos sedimentos do Grupo Tubarão o relevo é representado por colinas suavemente onduladas, enquanto que nos arenitos da Formação Furnas é bastante plano e está nitidamente realçado dos terrenos cristalinos, o que lhe valeu, no vizinho Estado, o nome de "segundo planalto Paranaense". Profundos *canyons* entalhados no arenito Furnas e mesetas de sedimentos Tubarão constituem as principais quebras do relevo.

Cerca da metade da porção meridional está representada por terrenos antigos, de estrutura bastante complexa e que condicionaram o mais movimentado relevo de toda área do projeto. Situa-se a sudeste da serra de Paranapiacaba, seu limite natural, sendo totalmente drenada pelo rio Ribeira de Iguape. Tal situação valeu-lhe o título de serrania Costeira.

A grande variedade de termos litológicos nos leva a uma não menos variada assembléia de feições geomórficas. Tem-se, assim, cristas alongadas de quartzitos, sumidouros e ressurgências nas áreas de calcários, entalhes ditados pelas estruturas diastróficas, muito bem preservadas nos metassiltitos, além de razoável quantidade de intrusões básicas e alcalinas, todas de reconhecida influência na elaboração das formas do relevo. Feições típicas de "mares de morro" são encontradas nas áreas de xistos e de gnaisses.

Na extremidade sudeste da área e ocupando apenas pequena parcela da região, temos o relevo das "baixadas Litorâneas", cujas feições mais representativas são fornecidas pelos vários níveis de terraços do baixo rio Ribeira de Iguape.

Separando os terrenos da depressão Periférica, daqueles pertencentes à província Costeira, temos uma faixa cristalina, que apresenta um modelado bastante diversificado. Nas áreas de ocorrência de rochas do Grupo Açungui, o relevo é bastante acidentado, refletindo a complexidade estrutural e a variação litológica. Verdadeiro enxame de diques de rochas básicas complica, ainda mais, a análise dos processos morfológicos, pois estes se apresentam ora realçados topograficamente, ora abrigando as drenagens. Nas áreas de ocorrência de granitos temos uma morraria de amplitudes moderadas e vertentes arredondadas, outorgando um padrão dendrítico à drenagem, à semelhança do que foi observado no planalto de Ibiúna.

5.4 - Aspectos pedológicos

Numa análise superficial da Carta de Solos do Estado de São Paulo, notamos certa correspondência com a carta geomorfológica. Numa segunda instância, poderíamos até compará-la ao resultado da fusão das cartas geológica e geomorfológica. De fato, considerando que os fatores de formação de um solo incluem, entre outros aspectos, o tipo de rocha, o clima e a topografia, tal asserção não deixa de ser verdadeira.

Na faixa norte (folhas de São Paulo e de Santos) temos solos podzolizados e latossólicos, em áreas aproximadamente equivalentes. Os solos hidromórficos estão bem representados ao longo do rio Paraíba, enquanto que os litossolos ocorrem em áreas restritas, com substrato granito-gnáissico, principalmente. Latossolos vermelho amarelo-orto, vermelho amarelo-fase rasa e vermelho amarelo-fase terraço predominam dentre os solos com horizonte B latossólico, encontrando-se na parte leste desta faixa, grosseiramente circunscritos pelos limites dos municípios de Piracaia, Vinhedo, São Roque, Itapecerica da Serra, Itaquaquecetuba, Jacareí e Taubaté.

Dentre os solos com horizonte B textural, predominam o podzólico vermelho amarelo- variação Laras, o vermelho amarelo-orto e os solos podzolizados com cascalho. Estes ocorrem mormente na parte oeste, nos municípios de Cabreúva, Itu, Porto Feliz, Elias Fausto e Laranjal Paulista, descendo para Boituva, Tatuí, Sarapuí e São Miguel Arcanjo. A leste ocorrem numa faixa que se estende de Mogi das Cruzes até São Luís do Paraitinga.

Na faixa sul (folhas de Itararé e de Castro), estão representados, em grande escala, latossolos e podzóis, além de ampla faixa de solos hidromórficos, limitados a norte pela serra de Paranapiacaba. Nas áreas mais elevadas (acima de 1.000 metros) e de alta pluviosidade (mais de 1.500 milímetros/ano) temos expressivas áreas de solos do tipo Campos do Jordão, desenvolvidos sobre rochas granito-gnáissicas e filitosas. As principais variedades de solos com horizonte B latossólico são o vermelho escuro-orto e o vermelho amarelo-orto, representados numa faixa que se estende de Capão Bonito a Itararé, principalmente, indo até as proximidades de Apiaí. Nas áreas de rochas calcárias, tais solos apresentam-se podzólizados, sendo as principais variedades o podzólico vermelho amarelo-orto e o podzolizado com cascalho.

Solos com características totalmente peculiares desenvolvem-se nos arenitos da Formação Furnas, sendo predominantemente cinzentos, arenosos, muito permeáveis e de baixa fertilidade, enquadrando-se no grande grupo dos regossolos.

Referências bibliográficas

AB'SÁBER, Aziz N. - Regiões de circundesnudação pós-cretácea no Planalto Brasileiro. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 1: 3-21, 1949.

AB'SÁBER, Aziz N. - A geomorfologia do Estado de São Paulo. *In: Aspectos geográficos da terra bandeirante.* Conselho Nac. Geogr., Rio de Janeiro, 1954.

AB'SÁBER, Aziz N. - *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. Tese (cad. Geogr. Brasil), Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo, B., São Paulo, 219 (Geogr. 12): 1-343, 1957.

AB'SÁBER, Aziz N. & BERNARDES, Nilo - Vale do Paraíba, serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. *Eng. Min. Metal.*, Rio de Janeiro, 24 (143): 284-292, 1956.

AB'SÁBER, Aziz N. & BIGARELLA, João J. - Superfícies aplainadas do primeiro planalto do Paraná. *B. paran. Geogr.*, Curitiba, 4/5: 116-123, 1961.

ALMEIDA, Fernando F. M. de - A propósito dos relevos policíclicos na tectônica do escudo brasileiro. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, 9: 3-18, 1951.

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Considerações sobre a geomorfogênese da serra do Cubatão. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 15: 3-17, out. 1953. Ill.

ALMEIDA, Fernando F. M. de - "O planalto paulistano". *In: A cidade de São Paulo*, Edit. Nac., São Paulo, 1(4): 113-167, 1958.

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Fundamentos geológicos do relevo paulista, *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 169-273, 1964.

BRAUN, Oscar P. G. - Contribuição à Geomorfologia do Brasil Central. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 3(32): 3-39, 1971. Ill.

DEFFONTAINNES, P. - Regiões e Paisagens do Estado de São Paulo. Primeiro esbôço de divisão regional. *Geogr.*, São Paulo, 1(2): 117-169, 1935.

FELICÍSSIMO JR., Jesuíno - Distritos ultrabásico-alcálicos da bacia tectônica do baixo Ribeira e seus aspectos econômicos. *In:* SEMANA DE ESTUDOS GEOLÓGICOS, 4. Ouro Preto, 1965. *Soc. Interc. Cult. Geol.*, Ouro Preto, nº 6: 90-134, 1968.

FREITAS, Ruy O. de - Relevos policíclicos na tectônica do escudo Brasileiro. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 7, 3-19, 1951.

JAMES, Preston E.-The higher crystalline plateau of southeastern Brasil. *Proc. Nac. Acad. Sci.*, Washington, 19(1): 126-130, 1933.

KING, Lester C. - A geomorfologia no Brasil oriental. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 18(2): 147-265, 1956.

MARTONNE, Emmanuel de - Problêmes morphologique du Brêsil tropical atlantique. *Anales de Geographie*, Paris, 49(277): 1-2; 49(278-279): 106-129, 1940 [il.]

MIRANDA, Luiz O. S. - "Geologia das Bacias na Plataforma Continental Sul-Brasileira". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24. Brasília, DF, 1970. *Soc. Bras. Geol.*, An., Brasília, p. 129-140 [il.]

MONBEIG, Pierre - A divisão regional do Estado de São Paulo. *Assoc. Geogr. Bras.*, An., São Paulo, 1 (1945 - 1946): 19-30, 1949.

MONTEIRO, Carlos A. de F. - "Geomorfologia". *In: Geografia do Brasil - Grande Região Sul*, Inst. Bras. Geogr., São Paulo, IV(1): 9-72, 1968.

MORAES REGO, Luiz F. de - Notas sobre a geomorphologia de São Paulo e sua genesis. *Inst. Astron. Geofís.*, São Paulo, 1932. 28 p.,

6 - GEOLOGIA GERAL E ESTRATIGRAFIA

6.1 - Considerações preliminares

Para a montagem da coluna estratigráfica e a descrição sistemática dos termos litológicos, deparamos com o problema da colocação das rochas pré-cambrianas numa sucessão ordenada, no tempo e no espaço. Em decorrência, a sua apresentação não obedece, rigorosamente, a um posicionamento estratigráfico.

Para termos uma imagem do problema de separação dos metamorfitos, tidos em todos os trabalhos como Açungui (São Roque) e os termos sotopostos, citamos a faixa que se desenvolve desde oeste-sudoeste da Grande São Paulo, até a sul da bacia de Taubaté. Algumas de suas porções (norte do rio Mogi, domínio do planalto Paulistano) são colocadas por F. F. M. de Almeida (1953) como pertencentes à "Série" São Roque (Açungui), sendo o "Complexo Cristalino" representado pelos gnaisses facoidais ao sul da falha de Cubatão. O mesmo autor(1964), quando se refere aos granitos, micaxistos e gnaisses do planalto do Paraitinga, salienta que é *"provável que muitas de tais rochas realmente pertençam ao Grupo São Roque"*.

As rochas da região compreendida entre os paralelos $23^{o}30'$ e $23^{o}45'$ e meridianos $46^{o}20'$ e $46^{o}51'$ foram colocados por J. M. V. Coutinho (1972) no Complexo Cristalino, enquanto o seu prolongamento sudoeste (quadrículas de São Roque e Pilar do Sul), foi considerado como Grupo Açungui por Y. Hasui (1973).

Do trabalho de L. F. de Moraes Rego (1933) depreende-se que quase todo o pacote de rochas por nós considerado como Complexo Gnáissico-Migmatítico pertence ao Arqueano, sendo dividido em dois andares:

- inferior - gnaisses porfiroidais das serras do Mar e da Mantiqueira;
- superior - gnaisses leptiníticos ("gnaisses Paraíba"), com lentes de calcários altamente magnesianos, micaxistos e quartzitos.

Estudando termos similares, no Estado do Paraná, O. J. Marini *et alii* (1967), apresentam a seguinte divisão:

Pré-Cambriano superior	Grupo Açungui	Água Clara	filito-calcários, calcários, e metabasitos
		discordância?	
		Votuverava	filitos, quartzitos, calcários, metaconglomerados e metabasitos
		discordância?	
		Capiru	dolomitos, quartzitos, filitos e metabasitos
		discordância?	
		Setuva	gnaisses, quartzitos, quartzo-xistos e metabasitos
	discordância?		
Complexo Cristalino		migmatitos (embrechitos e epibolitos), xistos e ultrabásicas	

Contradições à esta estratigrafia são feitas por H. Ebert (1970), quando propõe a desvinculação dos chamados "gnaisses Setuva" do Açungui. Por outro lado, as discordâncias citadas pelos autores são todas de caráter duvidoso.

Pelo mencionado, julgamos extremamente temerário, para os fins do presente trabalho, subdividir o Grupo Açungui em várias formações. Também é justificável a denominação de Complexo Gnáissico-Migmatítico à associação de rochas envolvendo termos Açungui granitizados regionalmente, às vezes encerrando amplas massas de micaxistos e paragnaisses (geralmente não separáveis na escala adotada), onde o processo metassomático foi atenuado, bem como rochas do ciclo Transamazônico (Grupo Paraíba), remobilizadas e rejuvenescidas no ciclo Brasiliano.

Para as unidades pós-cambrianas não temos, *a priori*, considerações a fazer, já que, além do grande acervo bibliográfico sobre o assunto, as observações de campo são elucidativas. Este fato é denunciado, paulatinamente, no seu desenvolvimento.

6.2 - Coluna estratigráfica

Na página que segue apresentamos a coluna estratigráfica integrada da área correspondente ao Projeto Sudeste do Estado de São Paulo.

PERÍODO	GRUPO	SUBGRUPO	FORMAÇÃO	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
Quaternário				Aluviões em geral, coberturas colúvio-eluviais, terraços fluviais e depósitos predominantemente arenosos; restritos depósitos marinhos.
		Discordância		
Terciário Quaternário	Taubaté		São Paulo	Argilas e areias, secundariamente conglomerados.
			Tremembé	Sedimentos predominantemente argilosos, incluindo areias e conglomerados, bem como folhelhos pirobetuminosos.
		Discordância		
				Coberturas quartzo-lateríticas.
		Discordância		
Jurássico Cretáceo			Serra Geral	Rochas ultrabásicas e alcalinas: sienitos, álcali-sienitos, pulaskitos, nordmarquitos, gabros alcalinos, brechas magmáticas, nefelina-sienitos (malignitos, foyaítos, laurdalitos), ijolitos, essexitos, fonolitos, tinguaítos, micronefelina-sienitos, piroxenitos, peridotitos, carbonatitos, umptekitos, lusitanitos, shonkinitos pórfiros e traquitos. Rochas básicas: diabásios, gabros, basaltos, dioritos e microdioritos.
		Discordância		
Permiano	Passa Dois	Estrada Nova	(Serra Alta- Teresina)	Folhelhos, siltitos e calcários subordinados.
			Irati	Folhelhos betuminosos, calcários fossilíferos e siltitos subordinados.
Carbonífero-Permiano	Tubarão	Guatá	(Rio Bonito-Palermo)	Arenitos, siltitos, arenitos calcíferos e raras intercalações de carvão.
		Itararé		Diamictitos, arenitos, siltitos, folhelhos e ritmitos.
		Discordância		
Devoniano	Campos Gerais (Paraná)		Ponta Grossa	Folhelhos, siltitos e arenitos finos.
			Furnas	Arenitos grosseiros, com estratificação cruzada; lentes conglomeráticas e argilosas subordinadas.
		Discordância		
Cambriano Ordoviciano	Castro			Seqüência vulcânica intermediária: andesitos e basaltos.
				Seqüência sedimentar: siltitos, arenitos, arcósios e conglomerados polimíticos (incluindo, possivelmente, o conglomerado Samambaia)
				Seqüência vulcânica ácida: riolitos, quartzo-pórfiros brechas vulcânicas e tufos.
		?		
				Rochas cataclásticas: milonito-gnaisses, cataclasitos, blastomilonitos, ultramilonitos, filonitos, brechas tectônicas e *flaser*-gnaisse.
		Discordância		
Pré-Cambriano superior -Cambriano				Rochas graníticas intrusivas: granitos, quartzo-monzonitos e granodioritos.
Pré-Cambriano superior	Açungui		(Indiferenciado)	Mármores calcíticos e dolomíticos, metamargas, calco-xistos, metassiltitos, filitos, otrelita-xistos, sericita-quartzo-xistos, muscovita-sericita-quartzo-xistos, quartzitos, metaconglomerados, metaarcósios, metagrauvacas, metabasitos, anfibolitos, anfibólio-xistos; micaxistos a granada (estaurolita ou sillimanita, ocorrendo nos termos basais ou nas auréolas de metamorfismo de contato) e gnaisses porfiroblásticos; rochas termometamórficas: calco-hornfelses, mármores de contato, escarnitos, xistos a andaluzita e cordierita e vários corpos de hornfelses básicos.
		?		
	Complexo Gnáissico Migmatítico (incluindo, possivelmente, rochas Açungui e do embasamento mais antigo - Grupo Paraíba?- rejuvenescidas no ciclo Brasiliano com gradações verticais e laterais para o grupo superior)		(Indiferenciado)	Micaxistos (com termos a granada, estaurolita ou sillimanita), mármores dolomíticos, quartzitos, quartzo-xistos, metabasitos, anfibolitos, anfibólio-xistos, rochas calco-silicatadas, corpos ultrabásicos retrometamórficos, muscovita-biotita-gnaisses, biotita-gnaisses; migmatitos (homogêneos e heterogêneos); rochas graníticas metassomáticas ou anatexíticas; dioritos e monzonitos.

CPRM

6.3 - Complexo Gnáissico-Migmatítico

6.3.1 - Distribuição geográfica

Sob a denominação de Complexo Gnáissico-Migmatítico englobamos duas amplas áreas de rochas intensamente metassomatizadas e anatexíticas, uma se desenvolvendo de Areia Branca (alto rio Bonsucesso) até a norte de Eldorado, na Folha de Itararé (parte meridional) e outra desde o trecho terminal nordeste da serra dos Agudos Grandes (sudeste de Pilar do Sul) até os municípios de Lagoinha e Cunha, na parte setentrional (folhas de São Paulo e Santos). Acima da bacia de Taubaté, a amarração geográfica se processa por intermédio das localidades de Bonsucesso e Igaratá, enquanto que a norte do bloco São Roque, a sua distribuição se inicia às cercanias de Itu, indo até Piracaia e caracterizando o denominado bloco Jundiaí-Mantiqueira. Finalmente, tem-se as rochas que representam a porção terminal nordeste do bloco São Roque, ocorrendo de noroeste a norte de Igaratá e sudeste de Piracaia.

6.3.2 - Relações de contato

Como já salientamos anteriormente, as relações de contato desse conjunto de rochas com os metamorfitos tipicamente Açungui se processam, geralmente, por falhamentos, não sendo observada nenhuma discordância sedimentar. Com relação aos corpos graníticos aí introduzidos, constatamos que a maioria também é por intermédio de falhas (Ex: Guaraú, serra do Itapeti), embora hajam alguns contatos intrusivos normais.

As coberturas sedimentares plio-pleistocênicas (Grupo Taubaté), pleistocênicas (Formação Pariquera-Açu, sedimentos marinhos e coberturas alúvio-coluviais) e recentes (aluviões, coluviões, eluviões e depósitos marinhos) repousam em discordância angular e erosiva sobre esse pacote.

6.3.3 - Litologia

6.3.3.1 - Rochas graníticas metassomáticas ou de anatexia

Os termos litológicos enquadrados neste item referem-se àqueles posicionados no seio das rochas do denominado Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Como características peculiares, além do tipo de jazimento, apontamos variações nas estruturas internas dos maciços, evoluções laterais a rochas migmatíticas e composição mineralógica mostrando certa similaridade com as encaixantes de mais alta cristalinidade. Em diversos locais essas rochas foram diagnosticadas como granitos a duas micas ou mesmo granitos gnáissicos. Outras evidências petrográficas serviram para a individualização dessas massas graníticas, quais sejam: mirmequitas, pertitas, predominância do microclínio, etc. (vide volumes I e II).

Dentre todos os corpos mapeados, o de maior representatividade em superfície é o denominado Complexo Granítico de Ibiúna, ocupando aproximadamente 672 km^2, estendendo-se desde as cercanias da cidade de São Paulo até os contrafortes terminais (nordeste) da serra dos Agudos Grandes e da Balança (denominações locais da serra do Paranapiacaba). Secundariamente, encontramos os granitos de Itapeúna, de Santa Branca, de Natividade da Serra e de Lagoinha, além de outros corpos menores.

Em relação aos aspectos estruturais, reconhecemos desde tipos gnáissicos, com estruturas planares e lineares, conformáveis com as encaixantes, até massas híbridas de aspecto difuso, correspondendo a tipos equigranulares de grã média a grosseira, porfiróides e pegmatóides (estes subordinados). Em certos afloramentos aparecem veios quartzo-feldspáticos.

A partir de estudos microscópicos de vários espécimes, concluímos que nos termos de granulação média a grosseira, inclusive na matriz dos tipos porfiróides, as texturas são, em geral, granular ou xenomórfica granular, hipidiomórfica e cataclástica. Nas amostras com certa foliação gnáissica podemos constatar um mosaico granoblástico quartzo-feldspático, que se intercala com bandas mais xistosas, onde predomina a

biotita.

A composição mineralógica essencial é ditada por microclínio, plagioclásio, quartzo e (±) muscovita. Os acessórios mais comuns são apatita, titanita, óxido de ferro, zircão e alanita. Como minerais de alteração ocorrem a clorita, a sericita e o carbonato.

O microclínio é o feldspato predominante, podendo apresentar-se pertítico, em crescimento mirmequítico ou englobando poiquiliticamente biotita, quartzo e plagioclásio. Muitas vezes os cristais são equidimensionais, com contornos irregulares, exibindo geminação em Tartano ou, então, alongados. As formas ocelares ou alongados devem-se, em diversas ocasiões, a falhamentos. A dimensão dos cristais, nos tipos porfiróides, chega a superar 5 cm.

O plagioclásio é, geralmente, do tipo oligoclásio, ocorrendo em cristais prismático zonados, o quartzo aparece como indivíduos de contornos irregulares ou alongados, sendo marcante a extinção ondulante; a biotita apresenta-se medianamente ou bem desenvolvida, podendo encerrar inclusões de zircão, ou formando pequenas concentrações isoladas, aglomerados e finos leitos, nos granitos mal homogeneizados; a muscovita encontra-se bem desenvolvida nas variedades de coloração clara, podendo apresentar-se em lamelas centimétricas.

Foram detetadas, em diversos pontos, amostras que revelam feições adquiridas por processo fluxional cataclástico (vide item 6.6).

6.3.3.2 - Complexo intermediário de Piracaia

Sob esta denominação englobamos uma assembléia de rochas, composta, principalmente, por diorítos e monzonitos e que ocorre às cercanias de Piracaia.

Os dioritos são de coloração cinza escura, granulação grosseira, apresentando a seguinte composição mineralógica : plagioclásio (oligoclásio), biotita, hornblenda, augita diopsídica, uralita, titanita, apatita, carbonato e opacos. Po-

dem aparecer, ainda, ortoclásio (como mineral essencial) e epidoto e sericita (como minerais de alteração).

Os monzonitos são de coloração cinza e grã grosseira. Ao microscópio verificamos uma constituição a plagioclásio, microclínio, ortoclásio, biotita, hornblenda, augita diopsídica, titanita, apatita, zircão, (±) alanita, (±) carbonato e opacos. Nestes termos ressalta-se a abundância da biotita, da augita diopsídica (já quase totalmente transformada em hornblenda) e de cristais bem formados de hornblenda.

Massas de rochas, classificadas como granodioritos gnáissicos, são encontradas em certos pontos, denunciando grande quantidade de biotita e hornblenda, bem como crescimento mirmequítico.

Na parte mais interna do corpo foi assinalada a presença de uma rocha de cor escura, com granulação fina, constituída de andesina, biotita, augita, hiperstênio, microclínio, quartzo, apatita, carbonato, zircão e opacos (Kersantito). Sua situação espacial e cronológica não ficou bem esclarecida, se se tratam de um lamprófiro intrusivo no complexo, ou um remanescente do corpo que deu origem aos dioritos, monzonitos e granodioritos.

Em zonas mecanicamente deformadas, foram descritos quartzo-dioritos, granitos cataclásticos e granodioritos a hornblenda e piroxênio,

6.3.3.3 - Migmatitos homogêneos

Os migmatitos homogêneos ocorrem em diversas partes do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Entretanto, sua maior incidência é acima do paralelo da cidade de São Paulo.

As principais áreas de afloramentos foram individualizadas na Folha de Santos (SF-23-Y-D), em que os jazimentos obedecem a marcantes frentes de granitização, soerguidas ou não por falhamentos, ou subordinados aos migmatitos heterogêneos.

Esses termos são representados, principalmente, pelos embrechitos facoidais (*oillée*), que são, portanto, os corpos de maior expressão.

Jazimentos marcadamente mistos (epibolitos embrechíticos) foram encontrados a norte do granito da serra do Itapeti e em áreas a sul de Natividade da Serra e Paraibuna, bem como noutros tratos a sul da bacia de Taubaté.

Os embrechitos facoidais formam, às vezes, auréolas quase contínuas em torno dos maciços graníticos, como acontece no de Natividade da Serra, onde se associam a anatexitos ou nebulitos localizados (margem esquerda do rio Paraitinga, a sudoeste de São Luís do Paraitinga).

Na faixa compreendida entre Santa Isabel e Arujá, podemos observar rochas francamente facoidais, passando a termos que perdem parcialmente a estruturação gnáissica e portando fenoblastos de microclínio idiomórficos ou hipidiomórficos. Nesta situação, como ocorre na região de Catuçaba, definimos embrechitos "dente-de-cavalo" e granitos gnáissicos porfiróides. Os blastos impressionam pelo seu tamanho, podendo atingir cerca de uma dezena de centímetros.

Em diversos afloramentos, a existência do tipo facoidal é devida a esforços cisalhantes (zonas de falhamentos), traduzindo-se em termos que podem, estruturalmente, ser tratados como tectonitos facoidais. Às vezes, o próprio processo de falhamento é responsável pelo aspecto bandeado.

No bloco Jundiaí-Mantiqueira, os migmatitos homogêneos mostram uma associação mais íntima com as massas híbridas (migmatitos heterogêneos) e os corpos granodioríticos.

Uma outra variedade de migmatito homogêneo diz respeito às rochas gnáissicas equigranulares, de granulação grosseira a média, que tomam, em determinados pontos, um aspecto de granito gnáissico. Como peculiaridades destes termos tem-se um desenvolvimento anormal de muscovita e granada, bem como uma composição geralmente granodiorítica.

A mineralogia dessas rochas é constituída por quartzo,

microclínio, plagioclásio, muscovita, biotita, como minerais essenciais, e opacos, apatita, zircão, alanita e epidoto, como acessórios. Os minerais de alteração mais comuns são o carbonato, a clorita e a sericita.

6.3.3.4 - Migmatitos heterogêneos

Como migmatitos heterogêneos foi mapeado um conjunto de rochas metamórficas que revelam processos metassomáticos, quer em sua intimidade microscópica, quer pelos caracteres dos afloramentos (diques, filões e filonetes de natureza granítica-pegmatitos e aplitos).

A maior distribuição dessa unidade, na área em apreço, é acima do paralelo 24°, sendo responsável pela grande representação do chamado Complexo Gnáissico-Migmatítico.

No que concerne aos aspectos estruturais, encontramos termos que apresentam bandas quartzo-feldspáticas (neossoma), em alternância com material gnáissico ou xistoso (paleossoma), tendo-se, assim, os migmatitos de estrutura estromática (epibolitos). As bandas leucocráticas podem não persistir e tomar forma de lentes ou níveis descontínuos. Em certos afloramentos o material quartzo-feldspático corta a foliação gnáissica, às vezes em dobramentos ptigmáticos. Tal aspecto fornece elementos para a definição do tipo diadisito.

Outra variedade é denominada de agmatito (J. Jung e M. Roques, 1952), brecha magmática ou, ainda, de migmatito de estrutura *schöllen* (K. R, Mehnert, 1971), sendo característica a abundância de material transformado (São Luís do Paraitinga). Ao sul da bacia de Taubaté, em direção a Redenção da Serra, podemos observar migmatitos de estrutura *"schlieren"*, onde a parte neossomática é abundante.

A espessura das bandas, nos migmatitos estromáticos, é variável e parece manter uma estreita relação com a natureza do paleossoma e o grau de foliação adquirido (xistosidade e clivagem de fratura). Alguns paleossomas, principalmente os anfibolíticos, materializam a denominada estrutura de dilatação.

O paleossoma desses migmatitos é representado por gnaisses e xistos em geral, tendo-se, acessoriamente, anfibolitos, anfibólio-xistos, rochas calco-silicatadas e mármores dolomíticos.

O paleossoma gnáissico é caracterizado por rochas de coloração cinza, granulação média, predominantemente, encerrando microclínio, plagioclásio, quartzo, biotita e hornblenda, como minerais essenciais, e titanita, opacos, apatita, zircão e granada, como acessórios. Os minerais de alteração mais comuns são a clorita e a sericita. Ocorrendo em diversas proporções, estes minerais levam ao reconhecimento petrográfico de termos como hornblenda-biotita-gnaisse, granada-biotita-gnaisse e granada-muscovita-biotita-gnaisse.

O paleossoma de natureza xistosa, mais difundido na Folha de São Paulo, é representado por muscovita-biotita-xisto e quartzo-micaxisto. Estes micaxistos podem apresentar minerais indicativos de condições mais enérgicas de temperatura e pressão, como são a granada, a estaurolita e a sillimanita, esta em diversos locais retrometamorfizada à muscovita.

6.3.3.5 - Gnaisses

Além das rochas gnáissicas descritas como paleossoma dos migmatitos heterogêneos, podemos assinalar diversas ocorrências em faixas marginais aos corpos graníticos, que poderiam ser tratadas como ortognaisses. Tal fato se deve ao aspecto apresentado, ou seja, o de uma massa granítica gnaissificada mecanicamente.

A colocação de diversas ocorrências desse tipo como pertencentes às formações cristalofilianas normais (ectinitos de J. Jung e M. Roques, 1952) não é possível, já que denunciam, ao microscópio, elementos que refletem fenômenos metassomáticos. Mesmo nas faixas em que a rocha gnáissica associa-se a micaxistos, às vezes encerrando material de transição (leptinolitos), observamos elementos que atestam um metassomatismo potássico.

Em decorrência, a descrição dessa litologia refere-se unica e exclusivamente ao corpo denominado por J. M. V. Coutinho (1972) de "gnaisse de Itaquera". Segundo este autor , esta rocha ocupa o núcleo de uma sinclinal, sugerindo duas hipótesespara a sua formação: 1a.) constituiria"*um 'sill' granítico pré-tectônico sobre o qual o metamorfismo posterior imprimiu as mesmas estruturas das encaixantes*;" 2a.) *"seria o produto da granitização agindo sobre metassedimentos"*. O autor mostra-se propenso à admissão da segunda hipótese, citando alguns caracteres a seu favor.

Nossas observações levaram-nos a admitir, como fato mais sugestivo de interpretação, a existência de um corpo granítico gnaissificado, apresentando um núcleo granitóide (cidade Líder), caracterizado pela gradativa perda de orientação do gnaisse. Este fato está exposto na pedreira Itaquera.

Esse corpo aflora na região de Itaquera, Guaianases e Ferraz de Vasconcelos, tendo-se termos de cor clara, constituídos por bandas escuras, descontínuas e orientadamente dispostas de biotita, com alguma muscovita em palhetas brilhantes, intercaladas com material quartzo-feldspático.

Ao exame microscópico, esta rocha revelou-se como biotita-plagioclásio-gnaisse, onde o plagioclásio (oligoclásio) predomina amplamente sobre o microclínio, que, juntamente com a biotita, constituem os minerais essenciais. Esta ocorre em palhetas bem desenvolvidas, concentrando-se em bandas irregulares e descontínuas, estando associada à muscovita. Como acessórios aparecem apatita, zircão, alanita, granada, titanita, opacos e turmalina. Sericita, clorita, epidoto e carbonato são os minerais secundários.

6.3.3.6 - Micaxistos e quartzitos

No quadrante sudeste da Folha de Itararé (SG-22-X-B) encontramos as principais áreas de distribuição de xistos, individualizadas entre Areia Branca e norte-nordeste de Eldorado e representadas por uma associação de muscovita-biotita -

-xistos até quartzitos micáceos, não mapeáveis isoladamente.

Em vários locais, em virtude do alto grau de decomposição, não pudemos determinar com precisão os tipos litológicos. Assim sendo, acreditamos que, vários trechos mapeados como micaxistos, devem tratar-se de gnaisses ou mesmo de migmatitos e ectinitos metassomáticos. Tal fato deve ocorrer principalmente a norte de Eldorado e nas cercanias de Jacupiranga.

Raros são os locais onde podemos presenciar a passagem dos micaxistos para gnaisses e migmatitos.

Na parte setentrional da área (ao sul do paralelo da cidade de São Paulo), deparamos com diversas ocorrências de micaxistos, persistentes por algumas centenas de metros, ou mesmo quilômetros. Entretanto, pelas dimensões apresentadas, foram entendidas como paleossoma dos migmatitos heterogêneos (vide item 6.3.3.4).

As ocorrências entre o "gnaisse de Itaquera" e o granito de Mauá, por não apresentarem particularidades suficientes para um melhor posicionamento estratigráfico, encontram-se descritas no Grupo Açungui. Tal problema é extensivo para a faixa que se desenvolve desde o sul de Guararema até São Luís do Paraitinga, bem como aquela de Paraibuna.

Os quartzitos são mais difundidos na parte meridional da área, onde formam cristas alongadas segundo N60°-80°E, apresentando-se localmente dobrados e, em geral, bem realçados no modelado da região, fato facilmente verificável por intermédio de fotografias aéreas. Ocorrem em camadas de dimensões quilométricas ou acanhadas e concordantes como a foliação das rochas migmatíticas.

Em diversos pontos podemos assinalar massas quartzíticas bastante heterogêneas, ou seja, intercalações de quartzitos com termos xistosos. Este fato está francamente exposto no corpo delimitado a nordeste de Areia Branca.

A coloração dos quartzitos é, fundamentalmente, clara e a sua granulação pode variar de fina a grosseira (de aspecto

sacaróide). Colorações avermelhadas podem ser observadas, em se tratando de material intemperizado. Por outro lado, percebemos, não raramente, recristalizações ou ressilicificações por processos intempéricos ou hidrotemais.

No que tange às texturas, podemos observar tanto a granoblástica, quanto a xistosa e a cataclástica, bem como remanescentes pretéritas.

Mineralogicamente, estes termos são representados por quartzo, albita, microclínio, biotita, muscovita e opacos. A albita apresenta-se, normalmente, saussuritizada, dando, como produto de alteração, epidoto e finas palhetas de sericita.

Nas rochas de textura cataclástica ("mortar") observamos cristais de quartzo fraturado, com persistente extinção ondulante, além de grãos de feldspatos partidos e palhetas de mica encurvadas.

Finalmente, queremos salientar que diversos níveis de material quartzoso encontrado no seio dos migmatitos podem tratar-se de quartzo-milonitos. Em diversas situações este fato não é denunciado microscopicamente, devido ao intenso processo de recristalização.

6.3.3.7 - Mármores dolomíticos e rochas calco-silicatadas

As ocorrências de mármores dolomíticos e rochas calco-silicatadas do Complexo Gnáissico-Migmatítico são bastante raras e em nada similares aos imensos jazimentos incluídos nos epimetamorfitos Açungui, ocorrendo em camadas e lentes de dimensões não representáveis no mapa ora apresentado.

Na parte sul da área temos afloramentos no ribeirão Capelinha e na localidade de Forquilha, nesta constituindo uma lente de 2 x 0,5 km, direcionada segundo N 80°E, em atitude compatível com a dos migmatitos encaixantes.

Em terrenos norte-orientais, a principal zona de exposição encontra-se a sudeste de Taubaté (Bairro Caieiras), onde o corpo de maior volume está sendo explotado.

Essas rochas são de cor branca ou cinza clara, com tons azulados, mostrando recristalizações e silificações, mais intensas nas suas bordas, não chegando a constituir um corpo quimica e petrograficamente homogêneo.

Além dessas massas maiores, verificamos delgados níveis de rochas carbonáticas parcialmente transformadas, compondo parte do paleossoma dos migmatitos heterogêneos.

Finalmente, foi observada uma ocorrência de rocha calco-silicatada de aspecto bandeado, à borda noroeste do granito de Natividade da Serra (sul de Redenção da Serra).

6.3.3.8 - Anfibolitos, anfibólio-xistos e epidioritos

Vários afloramentos de anfibolitos foram observados na área, sendo, em sua maioria, exposições de pequenas camadas ou lentes, que se estabelecem como paleossoma de termos migmatíticos.

As massas anfibolíticas mais conhecidas são as de Ermida (Jundiaí) e de sul de Ferraz de Vasconcelos. Os anfibolitos são de coloração escura ou esverdeada, observando-se, mesoscopicamente, o feldspato e a hornblenda, bem como orientações e deformações em sua trama. Ao nível de afloramento, alguns lembram um gabro comum. Uma amostra colhida em São Lourenço da Serra revelou, microscopicamente, constituição à base de plagioclásio cálcico (andesina-labradorita) positivo, hornblenda pardacenta, titanita em abundantes cristais isolados, algum óxido de ferro e apatita. Como minerais secundários observamos epidoto e sericita.

Noutras ocorrências foi detetada a presença de quartzo, passando a hornblenda a componente principal.

Os anfibólio-xistos que ocorrem a sudeste de Taubaté são definidos como rochas de coloração verde, compactas e orientadas, compostas por prismas esverdeados de anfibólio, dispersos em massa esbranquiçada de talco.

A análise micropetrográfica denuncia a existência de cristais hipidioblásticos de tremolita-actinolítica verde,

distribuídos segundo uma orientação preferencial, em matriz de plaquetas de talco incòlor e clorita, formando um arranjo irregular. Grãos de opacos e de apatita em cristais incolores são os minerais acessórios.

Uma ocorrência muito conhecida, em se tratando de rocha metabásica, é a de Penhinha, que se revelou um dos corpos mais antigos da região (1.360 m. a.), segundo U. G. Cordani e I. Bittencourt (1967). Este corpo foi estudado por J. M. V. Coutinho (1972), afirmando que a zona *"anfibolítica parece representar a parte marginal de volumoso corpo com a composição de um biotita-hiperstênio-diabásio"*. Esta litologia apresenta aspectos que sugerem feições herdadas de uma rocha básica, segundo o autor acima, quais sejam: *"geminação complexa, hábito ripiforme, zoneamento e inclusões típicas no plagioclásio. Alguns destes, de natureza mais cálcica, formam, indubitavelmente, antigos fenocristais"*.

Outros dois corpos de rochas metabásicas foram assinalados a norte de Juquitiba e junto às nascentes do rio Juquiazinho, na parte centro-sul da Folha de São Paulo. No primeiro, as rochas das zonas marginais são anfibolitizadas, enquanto que nas porções mais centrais os tipos petrográficos expõem características mais marcantes da rocha original, podendo ser comparadas com epigabros e epidiabásios.

Para o corpo do rio Juquiazinho temos os mesmos caracteres, podendo ser considerado, petrograficamente, como um epidiorito. Suas bordas apresentam-se milonitizadas, como reflexo dos inúmeros falhamentos que convergem para aquela região.

6.4 - Grupo Açungui

6.4.1 - Distribuição geográfica

A área abrangida pelas rochas tipicamente Açungui (São Roque) fica compreendida entre a região leste de Tunas e Abapã e sul das cidades de Itararé e Capão Bonito, bem como entre elas.

Acima do paralelo 24°, as superfícies de exposições restringem-se quase exclusivamente ao chamado bloco São Roque, compreendido entre as regiões de Pilar do Sul e Itu, prolongando-se até nordeste de São Paulo e leste de Nazaré Paulista.

6.4.2 - Relações de contato

Os contatos dos metamorfitos Açungui com as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico processam-se quase sempre por intermédio de falhas. Este fato, associado a outros fenômenos (por ex.: granitização), dificulta sobremaneira a separação em dois conjuntos distintos, no tempo e no espaço.

Não foi observada nenhuma discordância entre as camadas Açungui e aquelas de maior grau metamórfico, que lhe são subjacentes, existindo mesmo uma nítida concordância estrutural na xistosidade ou no bandeamento gnáissico.

Constatamos, também, uma grande incidência de contatos por falha com corpos graníticos. Entretanto, em vários locais o mesmo se verifica através de zonas de rochas termometamórficas (especificamente entre os metassedimentos e os granitos francamente intrusivos).

No compartimento do bloco São Roque, os perímetros tectônicos são melhormente visualizados através de estreitos corredores de rochas cataclásticas.

Seu contato com os sedimentos da bacia do Paraná, sobrepostos, é através de uma discordância angular e erosiva.

6.4.3 - Litologia

6.4.3.1 - Gnaisses

Em relação aos termos litológicos do Grupo Açungui, os gnaisses encontram-se expostos em áreas restritas. As principais ocorrências foram verificadas a leste-nordeste de Tunas, numa associação com rochas quartzosas que mantêm o sistema dobrado Tirivas-Anta Gorda, e a leste da Colônia Marquês de

Abrantes. Essas rochas foram objeto de estudos por parte de J. J. Bigarella e R. Salamuni (1956), que as colocaram como pertencentes à unidade inferior do Grupo Açungui (Formação Setuva). Entretanto, H. Ebert *et alii* (1971) sugerem a desvinculação desses tipos petrográficos do mencionado grupo.

No que tange à configuração dos contatos com outras rochas observamos, inicialmente, um forte controle por falhas, que são responsáveis pela compartimentação em blocos das áreas de afloramentos. Nas proximidades de Perau (Adrianópolis) verificamos contatos transitivos, em que xistos e gnaisses se alternam ou apresentam gradações laterais. A leste da Colônia Marquês de Abrantes, a massa gnáissica posiciona-se entre um pacote de micaxistos e quartzitos e rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, sendo delimitada por falhas.

Nestes locais, os termos predominantes são os *augen*-gnaisses, com porfiroblastos rosados de feldspato alcalino de aproximadamente 2 cm de comprimento. Leptinitos ocorrem subordinadamente, intercalados com camadas de quartzitos finos de cor branca.

No bloco São Roque podemos observar tipos gnaissóides ou migmatíticos, geralmente alterados em zonas próximas aos maciços graníticos. Os corpos de maior expressão areal encontram-se entre Nazaré Paulista e Guarulhos (nordeste de São Paulo), em que os gnaisses apresentam aspectos migmatíticos ou portam caracteres imprimidos por fenômenos cataclásticos. Nos tipos bandeados observamos intercalações de leitos quartzo-feldspáticos com outros em que predominam as palhetas de biotita e os prismas de hornblenda, sendo o feldspato e o quartzo de forma ocelar.

A composição mineral dessa litologia é ditada, principalmente, por microclínio, plagioclásio, quartzo, (±) muscovita, biotita e (±) hornblenda, como essenciais; titanita, apatita, zircão e opacos, como acessórios; sericita, clorita e carbonato, como secundários.

Salientamos, a título de ilustração, que, embora essas

rochas tenham sido descritas como pertencentes ao Grupo Açungui, sua posição não se encontra bem esclarecida, ainda (vide volume II).

6.4.3.2 - Anfibolitos e anfibólio-xistos

Os anfibolitos e anfibólio-xistos são termos de pequena expressão em área, formando, geralmente, corpos alongados, com posicionamento conformável com as encaixantes. Suas espessuras variam desde centenas de metros até dezenas de centímetros.

As principais ocorrências da parte meridional situam-se a sudoeste de Cerro Azul (São Sebastião), a noroeste de Itapirapuã (Cordinhas), a sul de Panelas (sistema dobrado Tirivas-Anta Gorda) e a nordeste de Apiaí (serra Formosa). Secundariamente, tem-se uma grande incidência de corpos de pequena espessura, dispostos segundo sudoeste-nordeste, entre Iporanga e Eldorado. A maioria destes encontra-se encravada em metassedimentos Açungui, exceto aqueles a noroeste de Itapirapuã, circunscritos por tipos petrográficos do Complexo Granítico Três Córregos.

Na parte setentrional, destacam-se os corpos anfibolíticos distribuídos entre a região de Jaraguá e Pirapora do Bom Jesus, bem como aqueles da represa de Sorocaba e a nordeste de São Paulo (entre Nazaré Paulista e o rio Jaguari).

A coloração destas rochas varia de um cinza escuro ou mesmo preto, até uma tonalidade esverdeada. Nas variedades compactas podem ser identificados anfibólios e feldspatos , com o auxílio da lupa de mão. A granulação mais freqüente é fina a média.

O anfibólio característico é a hornblenda, encontrando-se, não raramente, a hornblenda-actinolítica (vide volumes I e II). A associação hornblenda-actinolítica, plagioclásio, titanita, zoizita, opacos e apatita é típica para várias amostras. O quartzo tanto pode faltar como aparecer em grande percentagem, enquanto a zoizita e a titanita são ausentes em alguns espécimes. O carbonato ocorre como mineral secundário.

A textura mais comum é a granoblástica, enquanto que a palimpséstica está presente em certas variedades, denunciando metabasitos ou epidiabásios.

Os anfibolitos, quando influenciados por intrusões graníticas, mostram modificações texturais e mineralógicas, o mesmo acontecendo, quando afetados por falhamentos. Como exemplo, citamos os anfibolitos das proximidades do granito Espírito Santo, hidrotermalmente modificados. Em zonas de falha a rocha apresenta uma textura metaofítica com cataclase e ação hidrotermal, sendo o quadro mineral ditado por tremolita-actinolita, feldspato saussuritizado, epidoto, remanescente de piroxênio, clorita, calcita, hornblenda, apatita, quartzo, prehnita, pumpellyita, lawsonita e opacos. É marcante o desenvolvimento de epidoto. Uma ocorrência petrograficamente singular diz respeito ao corpo anfibolítico de Barra Mansa, em que foram observadas massas de gabros, lherzolito e piroxênio-peridotito em zonas internas do maciço.

No corpo delimitado pelo fechamento do sistema Tirivas Anta Gorda presenciou-se uma variação da base para o topo da camada, passando-se de anfibolitos para anfibólio-xistos e calco-anfibólio-xistos. Os anfibólio-xistos da área apresentam uma textura nitidamente xistosa, onde a hornblenda, o quartzo e a clorita são os minerais principais. A clorita pode ser do tipo peninita, aparecendo em grande quantidade, e distribuindo-se segundo os planos de xistosidade. Os acessórios são calcita e opacos. Em certas amostras a tremolita-actinolita constitui-se em mineral essencial.

6.4.3.3 - Micaxistos

Os xistos diagnosticados em terrenos Açungui (São Roque) apresentam uma ampla variação mineralógica, tendo-se desde termos tipicamente da fácies xistos verdes (otrelita-xistos, sericita-xistos e sericita-clorita-xistos), até aqueles compatíveis com as fácies epidoto-anfibolito. Essas rochas apresentam caracteres distintos, tanto na composição mineralógica como em sua granulação e mesmo no grau de perturbação

plástica da foliação (xistosidade). Assim sendo, podemos presenciar desde aquelas originárias do metamorfismo regional, até os termos desenvolvidos em decorrência de condições impostas por intrusões graníticas. Este último fato está bem caracterizado no bloco São Roque.

No domínio dos epimetamorfitos Açungui, algumas faixas de sericita-quartzo-xistos e muscovita-sericita-quartzo-xistos são de difícil separação daquelas dos metassiltitos. Isso se deve à grande freqüência de afloramentos em que o material rochoso se encontra alterado, de modo que, nesta situação, os aspectos entre ambos são muito similares. Por outro lado, observamos camadas metassedimentares onde os xistos pelíticos ocorrem subordinados a metapsamitos epizonais.

A textura dessas rochas é, predominantemente, lepidoblástica, podendo ser granoblástica, em especial nos termos mais quartzosos.

Como minerais essenciais encontramos, em geral, muscovita, sericita, clorita e quartzo, sendo menos freqüentes a biotita e o feldspato. O quartzo está presente, normalmente, em quantidades elevadas, em grãos angulosos ou eqüidimencionais. Como acessórios aparecem apatita, titanita, zircão, rutilo e opacos.

Nos sericita-xistos de granulação muito fina o quartzo encontra-se em cristais alongados ou formando agregados granulares; a sericita tem aspecto fibroso ou ocorre em palhetas; o feldspato é pouco freqüente e o óxido de ferro relativamente abundante e, como acessórios, aparecem turmalina e rutilo.

Abaixo do "lineamento Ribeira", em direção ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, passamos de sericita-quartzo-xistos para muscovita-quartzo-xistos e destes para muscovita-biotita-quartzo-xistos.

No médio rio São Sebastião e nordeste de Epitácio Pessoa ocorrem micaxistos granatíferos, encerrando cristais idiomórficos de granada. Biotita-feldspato-quartzo-xistos aparecem próximo à barra do ribeirão da Forquilha, intercalando-se-lhes termos quartzíticos.

Várias ocorrências de micaxistos não foram passíveis de individualizações, na parte setentrional da área, sendo mapeados juntamente com outros tipos metassedimentares (metassiltitos, filitos e epiquartzitos subordinados), como já ocorrera em trechos da parte sul. As principais ocorrências de micaxistos dessa região ostentam uma íntima afinidade com a distribuição das massas graníticas, verificando-se, em decorrência, que os mais destacados sítios de afloramentos emolduram aquelas massas. Nas faixas mais próximas dos maciços graníticos encontramos rochas gnaissóides, portando veios concordantes ou discordantes de material quartzo-feldspático. Nesses locais, o tipo litológico apresenta recristalizações, enriquecimento de feldspato e turmalina. Os minerais micáceos chegam a expor-se em cristais bem desenvolvidos, acentuando o caráter xistoso da rocha.

A partir de estudos minuciosos levados a efeito em xistos dos arredores da cidade de São Paulo (J. M. V. Coutinho, 1972), concluiu-se que há uma predominância da zona da biotita. No entanto, à proporção que nos aproximamos das superfícies graníticas, ocorrem termos relacionados às zonas de almandina, da estaurolita e da sillimanita (vide fig. 9).

Manchas de micaxistos foram isoladas no âmbito do Complexo Gnáissico-Migmatítico, as quais devem pertencer, provavelmente, ao Grupo Açungui, correspondendo a locais onde os processos metassomáticos foram atenuados ou inexistentes. Como exemplo temos a faixa de xistos (SW-NE) desenvolvida entre sul de São Paulo e Itaquera-Mauá.

Nesta região aparecem muscovita-biotita-xistos, quartzo-muscovita - biotita-xistos, quartzo-feldspato-muscovita-xistos, etc., com texturas lepidoblásticas e porfiroblásticas, em que muscovita, granada e turmalina são os porfiroblastos (vide volumes I e II). É visível o retrometamorfismo na granada e na biotita. O plagioclásio está presente nos termos feldspáticos. Xistos à sillimanita, descritos nessa região, apresentam xistosidade pronunciada, ocorrendo muscovita em palhetas bem desenvolvidas. A sillimanita ocorre, em geral, junto

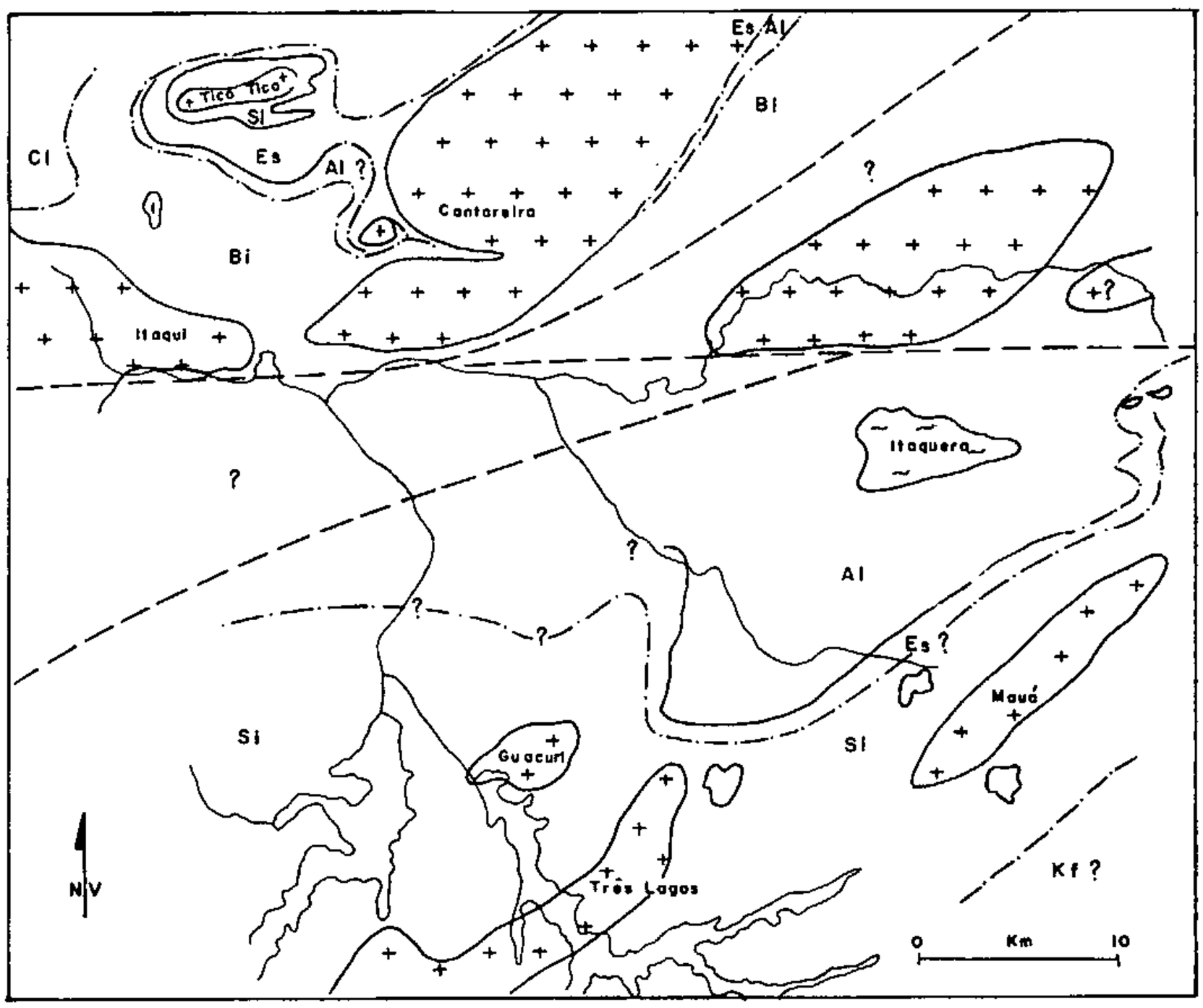


Fig. 9 – Mapa de fácies metamórficas na região da cidade de São Paulo e arredores (compilado de J. M. V. Coutinho, – 1972).

Zonas: Al – almandina; Es – estaurolina; Si – sillimanita; Bi – biotita; Kf – feldspato; Cl – clorita.

às faixas de muscovita. Segundo J. M. V. Coutinho (*op. cit.*), aquele mineral aparece freqüentemente sob a forma de "caroços" centimétricos, retrometamorfizados a um agregado fino muscovítico. Outras vezes, temos associações com rochas de mais baixas condições de pressão e temperatura, como são os sericita-quartzo-xistos. Xistos grafitosos ocorrem em certos pontos da área.

Foram observadas, ainda, ocorrências localizadas de leptinitos, ricos em muscovita e biotita, próximas a corpos graníticos, no âmbito do bloco São Roque, bem como rochas grosseiras, que denunciam uma natureza arcosiana.

6.4.3.4 - Rochas carbonáticas

Dentre as rochas carbonáticas, são os mármores epizonais que merecem maior destaque, quer por sua representatividade no Grupo Açungui, quer por se tratarem de termos de grande interesse econômico, por eles em si e pelas ocorrências minerais associadas (vide Geologia Econômica).

As principais áreas de afloramento encontram-se delineadas ao sul do paralelo 24°, onde se observam dois domínios, caprichosamente separados pela superfície de exposição do Complexo Granítico Três Córregos. O domínio oriental encontra sua distribuição entre os municípios de Cerro Azul, Iporanga, Guapiara e Capão Bonito, bem como a leste de Tunas e norte-nordeste de Barra do Turvo, enquanto o ocidental, desde a região de Brancal e sul de Itararé até as proximidades de Abapã.

O aqui chamado domínio ocidental corresponde à faixa noroeste de O. J. Marini e J. J. Bigarella (1967). Por outro lado, o oriental diz respeito às faixas central e sudeste destes autores. Esta última, de pequena expressão na área em apreço, encontra-se representada pelos corpos aflorantes a leste de Tunas e na serra do André Lopes.

No domínio oriental podemos presenciar, em inúmeros afloramentos, uma severa monotonia mesoscópica dos tipos litoló

gicos, que são geralmente de coloração cinza escura, granulação fina a muito fina (microcristalina), compactas e apresentando fraturamento irregular ou sub-conchoidal. As vênulas de calcita e de quartzo são comuns, encontrando-se, mais raramente, bolsões de calcita. Esses termos enquadram-se nas especificações dos calcários para cimento.

Algumas variedades apresentam um aspecto laminado ou filítico, onde a cor escura é mais apurada, em decorrência do maior teor em matéria orgânica e óxidos de ferro. Nesses tipos encontramos, às vezes, uma quantidade apreciável de resíduo piritoso, sendo alto o percentual de Al_2O_3. Os termos bandeados, por sua vez, são essencialmente silicosos.

Nas zonas de contato com os corpos graníticos observamos rochas parcial ou totalmente modificadas (calco-hornfelses). Nos sítios onde as transformações não foram enérgicas, ocorrem apenas mudanças da coloração para um cinza claro ou azulado, encerrando matizes avermelhadas ou amareladas, com aumento da percentagem de sílica e uma granulação maior, tomando o aspecto de verdadeiros mármores.

Tipos brechóides ocorrem nas zonas de influência de falhamentos, sendo representados por mármores dolomíticos, predominantemente.

No domínio ocidental, os mármores dolomíticos, geralmente de cores claras (branco acinzentado, cinza azulado, creme e rosa) e granulação de fina a média são os principais representantes. As variedades escuras, tais como da parte oriental, são de natureza cálcica (mármores calcíticos), no entanto, ocorrendo em quantidades subordinadas. Termos sacarróides e bandeados também foram assinalados. No bloco São Roque, as rochas carbonáticas formam corpos lenticulares, de espessuras variadas, encaixadas em metassedimentos sílticoargilosos e arenosos. As principais ocorrências são as das regiões de Salto do Pirapora e Votorantim e entre Pirapora do Bom Jesus e Caieiras.

No que tange às associações entre epiquartzitos, metas

siltitos e filitos de natureza calcífera, bem como os chamados calcoxistos, foram demarcadas diversas zonas de predominância. Estes termos distribuem-se numa faixa que se desenvolve desde o sul de Cerro Azul até nordeste da cidade de Guapiara, onde podemos encontrar corpos de mármores apresentando uma certa homogeneidade.

Uma das principais características destas zonas é a de que os corpos carbonáticos podem encontrar-se subordinados a outros tipos metassedimentares.

Os calcoxistos são geralmente de coloração cinza média a escura e granulação predominantemente fina. A textura xistosa é a mais freqüente sendo a composição mineral muito variável, tendo-se tipos em que a calcita, o quartzo ou a biotita são constituintes importantes. Minerais como tremolita, sericita, clorita, muscovita, turmalina, rutilo, zircão e opacos podem estar presentes.

6.4.3.5 - Metaconglomerados

Os metaconglomerados encontram-se dispostos em camadas ou níveis de espessuras reduzidas, subordinados a outros termos metassedimentares. Em decorrência, não têm representatividade na escala do presente trabalho (1:500.000). Entretanto, algumas ocorrências foram assinaladas, simbolicamente, nos mapas geológicos em escala de 1:250.000, exceto a ocorrência que se distribui a nordeste da cidade de São Paulo, representada no mapa da Folha de São Paulo.

Na parte meridional da área, os principais afloramentos estão expostos em taludes da rodovia Apiaí-Iporanga (SP-165) e no leito do rio Betari. Nestas regiões os metaconglomerados são do tipo polimítico e oligomítico, respectivamente.

A ocorrência situada entre os marcos quilométricos 357 e 358 (próximo a Iporanga), foi alvo de considerações por parte de O. H. Leonardos (1934 e 1941), que assinalou a existência de um banco de rocha conglomerática com espessura de 50 metros, interpretada pelo autor como de posi-

ção basal de uma nova "Série" (Ribeira).

S. Petri e K. Suguio (1969), estudaram mais detalhadamente essas rochas e concluíram que os termos oligomíticos são mais freqüentes que os polimíticos, sendo estes mais espessos. Individualizaram 18 níveis diferentes entre os quilômetros 349 e 356 da mencionada rodovia.

Os metaconglomerados oligomíticos participam de depósitos cíclicos, estando intercalados com metassedimentos pelíticos e psamíticos, em seqüências gradativas, em que os termos metaconglomeráticos passam a epiquartzitos ("metaarenitos"). Segundo S. Petri e K. Suguio (*op. cit.*), estes tipos são constituídos por "*seixos ou grânulos de quartzo, quartzitos e dos metassedimentos associados aos depósitos rudáceos. A matriz é, em geral, pouco abundante na parte conglomerática; mostra-se, contudo, pouco selecionada, sendo psamítica mas contendo muitos elementos pelíticos*".

Nos polimíticos os seixos atingem dimensões superiores do que os precedentes, atingindo dezenas de centrímetros. Os grânulos e seixos são de quartzo, quartzito, granito e gnaisse.

Duas ocorrências foram verificadas a leste de Guapiara. A principal delas diz respeito a uma camada sotoposta a metassiltitos e epiquartzitos da serra da Paciência, sendo representada por um material conglomerático em que os fragmentos maiores são de quartzo e quartzito, atingindo cerca de 0,5 a 1 cm. Nota-se elevada percentagem de feldspato róseo, total ou parcialmente alterado, bem como grânulos de uma rocha filítica de cor amarelo-esverdeada. Em análise mesoscópica, verificou-se que nenhum dos felspatos superaram 0,4 cm.

Na parte setentrional da área (bloco São Roque) a mais importante ocorrência é aquela descrita e mapeada por J. M. V. Coutinho (1955 e 1972), mantendo a serra formada pelos morros Doce e do Polvilho (trevo Anhanguera-pico do Jaraguá), detalhadamente estudada pelo autor em 1955. Esta ocorrência já estava representada no mapa da Quadrícula de Jundiaí, de

A. Wohlers *et alii*, em 1954. Nestes metaconglomerados podemos observar seixos de granito, gnaisse e quartzito, com tamanhos variáveis (a maioria menor do que 20 cm), englobados por uma matriz arenosa heterogênea.

6.4.3.6 - Filitos, metassiltitos e epiquartzitos

Filitos, metassiltitos e epiquartzitos ("metaarenitos") são os termos litológicos predominantes do Grupo Açungui, o maior volume ocupado por metassiltitos e epiquartzitos finos, enquanto que quartzitos grosseiros e filitos típicos ocorrem subordinadamente. S. Petri e K. Suguio (1969) chegarem à conclusão de que a proporção de metapsamitos no cômputo dos termos Açungui, aflorantes entre as cidades de Itapeva, Guapiara, Capão Bonito, Itararé, Apiaí, Iporanga e Barra do Turvo, é de 80%.

Dentre essas rochas, somente os epiquartzitos ("metaarenitos") e os quartzitos típicos foram passíveis de delimitação, tal qual encontramos no mapa geológico ora apresentado. Assim sendo, podemos verificar que estas rochas são intimamente associadas, numa visão regional. Esse fato é denunciado em campo, onde chegam a formar seqüências rítmicas (metarritmitos) e cíclicas. As descrições de campo, para as rochas filíticas, indicaram-nas como metassiltitos, principalmente, sendo , neste caso , o quartzo e a clorita os minerais essenciais, podendo ocorrer ainda a biotita esverdeada ou pardacenta.

Filitos grafitosos, em ocorrências bastante localizadas, são encontrados em vários pontos da área. Na composição do quadro das rochas filíticas tem-se, ainda, os denominados leucofilitos, importantes no aspecto econômico.

Em algumas localidades, as rochas em questão afloram sob elevado grau de alteração ou lixiviação, o que pode levar o observador a interpretá-las como camadas não metamórficas ou de metamorfismo brando (arenitos, arcósios, siltitos, argilitos e ardósias).

Os metassiltitos foram caracterizados, ao microscópio, por sua textura geralmente clástica granular, tendo sido identificados os seguintes minerais: sericita, quartzo, feldspato, epidoto e turmalina. A sericita distribui-se por toda a rocha, em finas palhetas incolores, enquanto que a fração siltica é constituída, fundamentalmente, por quartzo e feldspato. Os óxidos de ferro são freqüentes, o que é evidenciado pela coloração da rocha alterada. O epidoto, em pequenos grãos pleocróicos, e a turmalina estão presentes em pequena quantidade.

Os corpos quartzíticos são denunciados através de suas magníficas expressões morfológicas, mantendo vários dos principais acidentes topográficos de projeção, no âmbito das rochas metassedimentares. É importante, também, o seu estabelecimento como litologia testemunha de antigas superfícies de aplainamento (serra de Itapirapuã e pico do Japi).

Algumas das ocorrências assinaladas apresentam níveis de natureza arcosiana ou conglomerática (sudeste de Guapiara, arredores de São Paulo e sudeste de Piraí do Sul), ou mesmo calcífera (Pirapora do Bom Jesus), tendo-se, geralmente, corpos não homogêneos. Outras ocorrências são os quartzitos micáceos, gradando para termos como muscovita-quartzitos e quartzo-xistos (nordeste de Tunas), podendo ser compactos ou friáveis, neste caso com desplacamento fácil.

Em certos locais, a caracterização da unidade quartzosa é dificultada em decorrência de fenômenos de ressilicificação hidrotermal ou intempérica (serra do Itapirapuã). Diversos graus de recristalização são evidenciados pelas texturas (que podem ser desde blastopsamíticas até granoblásticas), em diversos locais resultantes de fenômenos cataclásticos, assumindo os grãos de quartzo formas achatadas, com disposição subparalela.

6.5 - Rochas intrusivas graníticas

Neste item descrevemos algumas das características dos corpos graníticos considerados como intrusivos em rochas epimetamórficas do Grupo Açungui e, mais raramente, no Complexo

Gnáissico-Migmatítico. Os "granitos" assim considerados afloram em grande parte da área mapeada, geralmente apresentando-se alongados segundo a direção regional das estruturas. Entretanto, observamos algumas disposições anômalas, em vista de condicionamentos impostos pelo tectonismo rígido. Os seus perímetros são delineados por contatos normais (intrusivos típicos) ou por falhas, em maior freqüência.

Em diversos locais, as rochas graníticas destacam-se espetacularmente no modelado da região, mantendo vários dos principais acidentes topográficos denominados de serras (Ex.: serras da Cantareira, de Atibaia, de Itapeti, do Guaraú, dos Agudos Grandes), chegando mesmo a configurar divisores d'águas (Complexo Granítico Agudos Grandes).

Dentre os principais corpos mapeados destacamos os batólitos graníticos Três Córregos, Cunhaporanga e Agudos Grandes e, entre os *stocks* marginais ao Três Córregos, salientamos o de Morro Grande, de Itaoca, de Espírito Santo e do Barreiro.

Na parte setentrional da área realçam-se os maciços graníticos da Cantareira, de Sorocaba, de São Francisco, de São Roque, de Itu, de Itaqui, de Atibaia, de Pedra Branca , de Itapeti, de Igaratá e de Mauá.

No que concerne aos aspectos estruturais, verificamos, principalmente associados aos batólitos, a existência de termos gnáissicos e migmatíticos, cortados por veios pegmatíticos e aplíticos. A maior incidência da estrutura gnáissica ocorre nas faixas marginais, devendo-se tal fato a processos de falhamentos, em algumas ocasiões,

No interior das massas graníticas podemos encontrar locais onde a percentagem de máficos (principalmente a biotita) é anormal em relação ao tipo representativo do conjunto. Nesses pontos, os micáceos se distribuem de tal maneira que chegam a imprimir uma marcante foliação à rocha.

Os termos petrográficos que compõem esses maciços são quase em sua totalidade marcados por uma textura porfiróide,

onde grandes cristais de feldspato, de coloração rósea ou cinza clara, encontram-se imersos numa matriz média a grossa (granular hipidiomórfica). A macla Carlsbad dos grandes cristais de feldspato pode ser observada à vista desarmada, bem como o feldspato potássico encerrando poiquiliticamente a biotita e o quartzo.

Associados aos tipos porfiróides, encontramos rochas pegmatóides de coloração clara, com predominância do feldspato alcalino. Em certos corpos, como acontece com os de Pedra Branca e de Itapeti, a rocha apresenta grandes cristais de feldspato ou quartzo, de forma ocelar, cujo aspecto é devido principalmente a fenômenos de cataclase.

A textura típica é a granular hipidiomórfica, com um quadro mineralógico composto por microclínio, plagioclásio (predominantemente oligoclásio), quartzo, biotita e hornblenda, como essenciais; titanita, apatita, opacos e zircão, como acessórios; sericita, carbonato, epidoto e clorita, como secundários (alteração de feldspato e biotita, respectivamente). Como acessórios encontramos, algumas vezes, a turmalina, a fluorita, a muscovita, a alanita e a granada.

Em função das proporções entre os feldspatos alcalinos e calco-sódicos, tem-se desde granitos típicos até granodioritos. Entretanto, podemos constatar que existem alguns corpos que mantêm uma certa isotropia mineralógica (Ex.: granito de Itaoca). Por outro lado, observamos variedades, incluídas no contexto das grandes massas, em que o microclínio pode atingir 40% da amostra, ocorrendo em fenocristais euédricos, normalmente pertitizados e geminados segundo Carlsbad, sendo menos freqüente a dupla macla albita-periclina. Este mineral é pertítico em diversas amostras analisadas.

A biotita, de coloração pardacenta, às vezes parcialmente cloritizada, constitui-se no máfico principal. Em alguns casos, porém, a hornblenda ultrapassa o percentual atingido por aquela.

O plagioclásio apresenta-se com geminação polissintética ou com zoneamento normal, podendo constituir lamelas in-

completas.

Em alguns tipos petrográficos, a albita é geminada polissinteticamente, associando-se ao microclínio geminado em Tartano.

O quartzo, por sua vez, expõe contornos irregulares e fraturados, não sendo rara a ocorrência de grãos com extinção ondulante, Diversas amostras analisadas, dos mais diversos locais, denunciam sinais de cataclase, cujo fenômeno é refletido em tipos com pequeno grau de quebramento até outros com trituração acentuada (cataclasitos e milonitos). Tem-se, às vezes, massas de centenas de metros de espessura e comprimento, influenciadas por processo fluxional cataclástico (Ex.: norte de Mairiporã-vide volumes I e II).

Como representantes dos granitos equigranulares, citamos os das serras do Carambeí, de Guaraú, de Mandira e do Alto Turvo (este parcialmente porfiróide), além das variedades petrográficas encontradas em outros corpos, como é o caso dos complexos graníticos Cunhaporanga e Agudos Grandes.

A granulação é grosseira, em geral, nestes corpos, enquanto que a coloração é cinza ou rosada e a textura hipiomórfica granular, com uma composição similar à dos granitos anteriores. O granito Mandira reflete uma tendência a álcali-granito, na borda sudeste, em que o mineral dominante é a pertita (vide relatório da Folha de Itararé).

No que tange às ocorrências de granitos pórfiros, encontramos diversas citações na literatura geológica da área, referindo-se, geralmente, a corpos de pequenas dimensões.

G. C. Melcher *et alii* (1973) citam as localidades de Morro Azul, de Sítio da Serra e das proximidades dos quilômetros 253 e 255 da BR-116 (rodovia São Paulo-Curitiba), todas na Folha de Itararé. As mais antigas referências sobre essas rochas são encontradas nos trabalhos de L. Bastian (1946) e A. F. Barbosa e J. E. P. Guimarães (1946), que tratam dos corpos de Lageado e Braço da Pescaria.

Referindo-se a esses termos petrográficos, G. C. Mel-

cher *et alii (op. cit.)* escrevem: *"Trata-se de rochas duras e compactas que, quando alteradas, exibem comumente coloração cinzento-clara. Macroscopicamente, é possível reconhecer se a presença de uma textura inequigranular, porfirítica, onde fenocristais de dimensões variáveis entre 0,3 mm e 1,5 cm ocorrem dispersos em massa fundamental afanítica, de granulação raramente excedendo a 0,05 mm. Os fenocristais possuem formas próprias e estão representados principalmente por quartzo e feldspatos e, em menor proporção, por biotita, clorita e titanita. Ocasionalmente, tais rochas são portadoras de estrutura fluidal, causada pela isorientação dos fenocristais".*

Foram observadas diversas massas de microgranitos, geralmente mantendo relações com os grandes corpos graníticos. São representadas por rochas porfiríticas com abundantes fenocristais, dispostos irregularmente em matriz micro-fanerítica, a qual é relativamente pouco abundante e envolve os fenocristais. Ao microscópio, podemos observar uma textura porfirítica bem definida e uma constituição mineralógica essencialmente a ortoclásio e plagioclásio (ocorrendo o primeiro em fenocristais e na matriz e o segundo em especial nos fenocristais), quartzo (quase exclusivamente na matriz), biotita e hornblenda-actinolítica. Os acessórios mais comuns são titanita, óxido de ferro, apatita a zircão. Como minerais secundários temos epidoto, clorita e sericita.

Ocorrências de granófiros foram observadas na serra do Aleixo e no bairro de Barreiro (Barra do Turvo). Trata-se de rochas leucocráticas, de coloração rosada ou amarelada, constituídas essencialmente de quartzo e feldspato potássico.

Ao microscópio, revelam uma textura gráfica ou porfirítica, sendo formadas por uma matriz micrográfica a criptocristalina, que engloba fenocristais de quartzo incolor, feldspato alcalino ou pertita. Menos freqüentemente temos biotita, piroxênio e muscovita. Acessoriamente aparecem alanita, fluorita e zircão, enquanto que os produtos de alteração são uralita, epidoto e clorita,

Quartzo-pórfiros foram observados em Indaiatuba (Barra do Turvo), ao longo do rio Turvo e no ribeirão Pindaubinha.

6.6 - Efeitos de cataclase e metamorfismo

Analisando as associações minerais dos termos litológicos anteriormente descritos, depreende-se que as antigas unidades sedimentares e ígneas sofreram metamorfismo regional (dínamo-termal) em níveis que variam desde a fácies xistos verdes até a almandina-anfibolito, de F. J. Turner e J. Verhoogen (1960). Entretanto, faz-se necessário salientar que R. A. Fuck *et alii* (1967), estudando rochas similares aos migmatitos do Estado do Paraná, assinalaram a existência de associações minerais compatíveis com a fácies granulito (clinopiroxênio-hornblenda-granada-andesina básica).

As associações da fácies xistos verdes são quase exclusivas dos metamorfitos tipicamente Açungui (São Roque), excetuando-se os produtos retrometamórficos e os micaxistos da subfácies quartzo-epidoto-almandina (F. J. Turner e J. Verhoogen, *op. cit.*), que ocorrem no domínio do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Como exemplo dos primeiros citamos os xistos magnesianos, evoluídos de pretéritos corpos básicos ou ultrabásicos.

Em se tratando dos termos superiores do Grupo Açungui, as paragêneses mais comuns são:

metapelitos: quartzo-sericita-muscovita, quartzo-sericita-clorita e quartzo-muscovita-biotita (esta com menor distribuição, aparecendo principalmente no bloco São Roque);

metapsamitos: quartzo-muscovita, quartzo-feldspato-muscovita e quartzo;

rochas carbonáticas: carbonatos-quartzo, carbonatos-quartzo-sericita, carbonatos-sericita-quartzo, carbonatos-quartzo-tremolita, carbonatos-sericita e quartzo-carbonatos-sericita (O. J. Marini *et alii*, 1967). Análises modais de mármores calcíticos denunciaram um percentual de 99,87 a 99,65, dado pela associação carbonatos-sericita-quartzos (predo

minância dos carbonatos);

rochas básicas: actinolita-albita-epidoto (G. C. Melcher, 1973).

Entretanto, podemos reconhecer paragêneses destes termos em desequilíbrio com a fácies xistos verdes.

Nas rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico predominam os termos da fácies almandina-anfibolito, tendo ocorrido nesta, muito provavelmente, a migmatização. Por outro lado, podemos encontrar, como assinalamos anteriormente, micaxistos (considerados como paleossoma dos migmatitos estromáticos), que se enquadram na fácies dos xistos verdes.

As rochas gnáissicas são representadas por muscovita-biotita-gnaisses, biotita-gnaisses e hornblenda-biotita-gnaisses. Os termos com sillimanita e almandina foram observados em maior freqüência no bloco Jundiaí-Mantiqueira, ou, então, nos micaxistos que afloram ao sul da Grande São Paulo, onde foram objeto de considerações por parte de J. M. V. Coutinho (1972) (vide fig. 9). No quadrante sul-sudeste da área, micaxistos granatíferos são observados na transição às rochas gnáissicas.

No que tange à polarização do metamorfismo, verificamos um aumento de noroeste para sudeste, na parte meridional da área, fato facilmente reconhecível através dos perfis Apiaí-Jacupiranga e Iporanga-sul de Barra do Turvo.

Acima do paralelo 24°, a análise do metamorfismo é dificultada pela existência de grandes falhas transcorrentes, sendo duas delas responsáveis pelo embutimento dos metassedimentos (fácies xistos verdes) entre rochas geradas em condições mais enérgicas de temperatura e pressão. Entretanto, podemos ressaltar que, ao sul da falha de Taxaquara, o grau aumenta de noroeste para sudeste (sentido serra do Mar).

Além dos efeitos do metamorfismo regional, as intrusões graníticas imprimiram, em diversos locais, severas modificações nos metamorfitos Açungui. Tal fenômeno é responsável pelo aumento do grau metamórfico nas proximidades dos corpos gra

níticos, chegando a atingir a fácies anfibólito (J. M. V. Coutinho, *op. cit.*). Essas modificações são denunciadas, em maior amplitude, nas encaixantes carbonáticas.

A partir dos resultados das análises micropetrográficas dos espécimes de metamorfismo de contato ou termal, admitimos uma predominância das fácies albita-epidoto-hornfelse e hornblenda-hornfelse. Entretanto, O. J. Marini *et alii (op.cit.)* citam uma ocorrência de escarnito, distante 1 km de Cerro Azul, com paragênese à fácies piroxênio-hornfelse.

Os mármores das auréolas de contato evidenciaram associações a carbonato-diopsídio-flogopita-tremolita, enquanto que os calco-hornfelses apresentaram-se constituídos de quartzo, plagioclásio, biotita, tremolita-actinolita, diopsídio, granada, zoizita, titanita, epidoto, carbonato, apatita, turmalina, sericita e óxido de ferro; ou então, de diopsídio, tremolita, actinolita, plagioclásio, quartzo, biotita, epidoto e titanita. Como importantes exemplos das modificações acarretadas pelas intrusões graníticas sobre rochas carbonáticas, envolvendo processos térmicos e metassomáticos, encontramos os escarnitos de Santa Blandina e Itaoca. Nesta última localidade, tivemos a oportunidade de coletar peças compostas quase exclusivamente de granada. Além deste mineral (andradita), R. R. Franco (1958) cita a presença de wollastonita, de baixa temperatura, e diopsídio-hedenbergita. Os escarnitos de Santa Blandina, por sua vez, são a actinolita, epidoto, epidoto-granada, actinolita-epidoto e granada (R. A. Barbosa, 1960).

Os corpos básicos, como os anfibolitos, encontrados em diversas porções das auréolas de metamorfismo de contato, também apresentam-se modificados.

Em metapelitos das porções mais afastadas das auréolas, a influência é atestada pelo aspecto mosqueado, tendo-se, neste caso, o desenvolvimento de porfiroblastos de andaluzita (sul do granito de Pedra Branca) ou andaluzita e cordierita (Apiaí).

Acresce-se, como reflexo desse fenômeno, um maior desen

volvimento de micáceos, uma recristalização de quartzo, a presença de sillimanita e estaurolita e um enriquecimento de feldspato e turmalina. Quanto a este último mineral, pode aparecer em tal proporção que chega a constituir verdadeiros turmalina-xistos.

Podemos afirmar que enérgicos processos fluxionais cataclásticos tiveram lugar nas massas rochosas expostas na área. Esta afirmativa decorre das inúmeras ocorrências de rochas mecanicamente deformadas, que, por serem representativas, foram objeto de um tratamento em ítem à parte, nos relatórios individuais (vide volumes I e II). Essas ocorrências balizam as grandes falhas transcorrentes da região, encontrando-se material cataclástico com cerca de uma centena de metros de espessura (Ex.: norte de Mairiporã).

Diversos maciços graníticos apresentam sinais de cataclase, principalmente os do bloco São Roque, indo desde um incipiente quebramento dos grãos até uma enérgica moagem. Tem-se, em decorrência, desde rochas fracamente deformadas até termos como cataclasitos, milonitos e filonitos. A maior expressão fica à cargo dos milonito-gnaisses.

O reconhecimento destes termos, em campo, é mais fácil quando estudamos uma ambiência de rochas graníticas porfiróides ou embrechitos facoidais. Em contraposição, quando deparamos com o domínio dos metapelitos Açungui, o diagnóstico torna-se mais difícil, facilmente entendido se nos lembrarmos das características originais daqueles termos (vide volumes I e II).

Em síntese, podemos concluir que efeitos de cataclase foram detetados nos mais diversos tipos petrográficos, cuja idade de geração deve ser pré-cambriana a eopaleozóica (Ex.: migmatitos do Alto de Fartura; metapelitos de Mairiporã; quartzitos de Itapirapuã; metaconglomerados de Iporanga; calcários de Espírito Santo; granito Três Córregos; riodacito de Santo Antônio.).

6.7.- Grupo Castro

As unidades litológicas que constituem o Grupo Castro, pelas características petrográficas e estratigráficas, foram englobadas em três seqüências, já sugeridas por diversos autores.

Os derrames riolíticos da área estão intimamente associados aos sedimentos (arcósios e conglomerados, principalmente), sugerindo eventos de vulcanismo ácido intercalados com fases de deposição de material clástico tipo molasse. Num estágio mais avançado da evolução geológica do referido grupo, sucederam os derrames andesíticos, com finas intercalações de grauvacas.

As rochas vulcano-sedimentares do grupo em apreço afloram no extremo oeste da região mapeada, totalizando cerca de 80 km^2. Sua área de domínio abrange desde a escarpa do arenito Furnas, ao norte, até as imediações da cidade de Castro, ao sul. A leste é limitada pelas rochas graníticas e epimetamórficas Açungui.

O Grupo Castro está bem caracterizado, estratigraficamente, ocupando uma posição intermediária entre o Grupo Açungui (pré-Cambriano superior) e os sedimentos da Formação Furnas (Devoniano).

Seu contato com as rochas sotopostas, pertencentes ao Grupo Açungui e ao Complexo Granítico Cunhaporanga, é por discordância erosiva (angular no primeiro caso). Nem sempre, porém, tal fato é observável, devido ao elevado grau de decomposição em certos afloramentos. Por outro lado, o contato do Grupo Castro com o arenito Furnas, sobrejacente, é visivelmente discordante (discordância erosiva e angular)e evidenciado pelas distintas atitudes das camadas sedimentares de ambas as formações.

Os contatos entre os diversos tipos litológicos que compõem o grupo são bem definidos, apesar de se admitir uma contemporaneidade entre a sedimentação e o vulcanismo.

O posicinamento do grupo pôde ser caracterizado também pelas datações feitas em riolitos, que acusaram uma idade em torno de 450-500 milhões de anos, portanto, cambro-ordoviciana (eopaleozóica).

A litologia desse grupo foi subdividida em três conjuntos distintos, como exposto abaixo:

A *seqüência vulcânica ácida* é constituída por lavas riolíticas, com características estruturais bastante diversificadas, apresentando, comumente, colorações que variam de vermelho-tijolo a bruno-avermelhada. Suas rochas afloram sob a forma de lajes intensamente fraturadas ou em blocos angulosos, confundindo-se, quando alteradas, com os termos litológicos mais finos da seqüência sedimentar.

Do ponto de vista petrográfico, os riolitos mostram uma estrutura afanítica, em que a massa fundamental é constituída por quartzo, feldspato (sanidina), óxido de ferro, zircão e sílica microcristalina. A textura é porfirítica, evidenciada por fenocristais de feldspato e de quartzo em matriz microfelsítica, contendo amígdalas preenchidas por sílica microcristalina. O quartzo-pórfiro, por sua vez, apresenta uma estrutura afanítica de aspecto fluidal, revelada por filetés contorcidos, de coloração mais escura que a trama fundamental.

As brechas vulcânicas afloram nas encostas, sob a forma de matacões isolados e arredondados, manifestando uma estrutura caótica. São constituídas, principalmente, por quartzo, feldspato, sílica criptocristalina, epidoto, minerais opacos e fragmentos de rochas efusivas.

Os tufos exibem amígdalas, originadas da lixiviação de pequenos seixos. Do ponto de vista petrográfico, possuem textura granular fina, sendo constituídos por epidoto, quartzo, óxido de ferro e sílica microcristalina.

Na *seqüência sedimentar* predominam os arcósios litificados, ocorrendo, em geral, os siltitos e os argilitos inter

calados com aqueles termos na forma de finas camadas ou lentes, mostrando, localmente, acamamento gradativo, marcas ondulares e microdobras.

O arcósio é constituído por grãos de quartzo e feldspato, de tamanho variável, mal selecionados, com grau de arredondamento e esfericidade regular. Sua coloração avermelhada é devida à impregnação de óxidos de ferro.

O arenito apresenta granulação fina, notando-se nos afloramentos nítida estratificação, em leitos sub-paralelos, sendo formado por grãos de quartzo e de feldspato alterados, bem como palhetas de biotita e muscovita.

Morfologicamente, os conglomerados contrastam com os sedimentos psamíticos e pelíticos, face à sua maior resistência à erosão, aflorando na forma de matacões arredondados, constituídos por seixos de forma e tamanho variáveis, com predominância de feldspato e quartzo, dispostos em matriz areno-arcosina, impregnada de óxido de ferro. Os seixos são compostos por riolitos e tufos e, secundariamente, por quartzitos, pórfiros graníticos, quartzo, migmatitos, arenitos, siltitos e feldspatos.

A ocorrência da *seqüência vulcânica andesítica*, restringe-se, praticamente, à Fazenda dos Lopes, onde está exposto um andesito amigdalóide de cor preta, afanítico, denso e compacto, aflorando na forma de laje. Distinguimos, macroscopicamente, finas ripas de plagioclásio, bem como inúmeras amígdalas preenchidas por material incolor translúcido (quartzo) ou de cor verde (clorita ou epidoto). O corpo mapeado possui forma ovalada, com direção NNE-SSW:

6.8 - Grupo Campos Gerais (Paraná)

A presente conotação (de J. J. Bigarella *et alii*, 1966) foi preferida, em detrimento da de "Série Paraná" (de S. Petri, 1948), por estar aquele nome em disponibilidade e por serem tais depósitos restritos à região geográfica conhecida como Campos Gerais.

O Grupo Campos Gerais constitui a mais antiga seqüência sedimentar da bacia do Paraná, aflorando, principalmente, na região de Jaguariaíva, bem como a norte e a oeste desta localidade e cobrindo cerca de 1.600 km^2.

Compõe-se o referido grupo das formações Furnas e Ponta Grossa, aquela basal e depositada, discordantemente (discordância angular e erosiva), sobre o embasamento pré-cambriano e eopalezóico.

A Formação Furnas é constituída por arenitos de granulação média a grossa, às vezes conglomeráticos, expondo uma notável estratificação cruzada. O cimento caulínico e a extrema lixiviação dos óxidos de ferro explicam as tonalidades claras desse arenito. Feldspato semi-intemperizado e micas são encontrados também neste sedimento.

As maiores espessuras do arenito Furnas ultrapassam os 100 m e foram observadas nos *canyons* dos rios Itararé e Jaguaricatu.

Sobrepostos a esses arenitos, ocorrem os folhelhos da Formação Ponta Grossa, que se distribuem irregularmente na área em apreço, estando melhormente representados na localidade do Arapoti e seus arredores. A espessura média da formação, nesta região, é de 60 m, aproximadamente.

As precárias condições dos afloramentos visitados não permitiu uma análise apurada das relações de contato Furnas-Ponta Grossa. Tipos gradativos foram observados por A. J. Vieira e E. Maingué (1972), enquanto que contatos abruptos, de discordância erosiva ou sedimentológica, são descritos por inúmeros outros autores, como J. J. Bigarella *et alii*, 1966 e G. Ludwig e A. N. Ramos, 1965 (*In:* A. J. Vieira e E. Maingué, *op. cit.*).

A grande diferença litológica entre as formações Furnas e Ponta Grossa implica, também, numa dessemelhança paleontológica. De fato, enquanto que aquele pacote sedimentar é muito pobre em fósseis, restritos ao seu topo, os folhelhos Ponta Grossa destacam-se por seu elevado conteúdo fossilífe-

ro (cerca de 87 espécies catalogadas por S. Petri, em 1948), conferindo-lhe uma grande importância estratigráfica.

No que se rèfere à origem e ao ambiente de deposição, as opiniões são bastante divergentes, em especial aquelas relacionadas à deposição do arenito Furnas. São sugeridos ambientes estuarino ou costeiro (V. Oppenheim, 1936), de mares rasos ou deltaicos (R. Maack, 1946) e continental (A. A. Northfleet *et alii, op. cit.)*. Contudo, tem prevalecido a hipótese de J. J. Bigarella *et alii* (1966), segundo a qual a sedimentação se deu em mar epicontinental raso. De acordo com este autor, um único agente transportador foi responsável tanto pela deposição do Furnas, como do Ponta Grossa, sendo que os arenitos formaram-se em ambiente de *offshore*, próximo à linha de costa e os folhelhos foram gerados em ambiente marinho e depositados distante do continente.

O abundante registro fossilífero da Formação Ponta Grossa (conulárias, trilobitas, braquiópodes, etc.) coloca esta seqüência, indubitavelmente, no Devoniano inferior. Segundo J. M. Clarke (1913), *"o conjunto da maioria das faunas devonianas estudadas no Brasil apresenta uma feição especial e distinta que a caracteriza como austral, de idade eodevoniana (In:* J. E. P. Guimarães, 1964). Além disso, a total ausência de corais, entre os seus fósseis, tem corroborado a idéia de clima frio, à época de deposição.

Do ponto de vista crono-estratigráfico, o Grupo Campos Gerais é correlacionável à *Série Table Mountain*, da África do Sul (Dutoit, 1927, *In:* J. E. P. Guimarães, *op. cit.)*.

6.9 - Grupo Tubarão

Após a deposição dos sedimentos Ponta Grossa, a bacia do Paraná esteve sujeita a um grande período de erosão, até o Carbonífero superior, quando se iniciou a sedimentação do Grupo Tubarão. Seus sedimentos, na maioria de caráter continental, assentam-se, discordantemente, tanto sobre os folhelhos Ponta Grossa ou o arenito Furnas (discordância erosiva)

quanto sobre o embasamento pré-cambriano (discordância angular).

Importantes reservas de carvão e o elevado conteúdo fossilífero conferiram a esse grupo as maiores atenções por parte dos estudiosos, dentre toda a seqüência sedimentar da bacia do Paraná.

Na área em questão, os sedimentos do Grupo Tubarão distribuem-se numa estreita faixa, contínua por toda a porção norte das folhas de Castro e Itararé e a noroeste da Folha de São Paulo.

A seqüência basal desse grupo é representada por sedimentos clásticos: arenitos e diamictitos, intercalados com sedimentos síltico-argilosos, reunidos sob a denominação de Subgrupo Itararé. As maiores espessuras deste pacote atingiram 1.300 metros, na região de Paraguaçu Paulista. Na área em questão, varia de 60 metros, nas proximidades de Sengés (PR), até cerca de 800 metros, próximo a Conchas (SP).

A fauna fóssil acha-se representada pelos gêneros *Orbiculoidea*, *Noculoidea* e *Perusvira*, enquanto que a flora, pelos gêneros *Glossopteris*, *Gangamopteris* e *Lycopodiopsis*, principalmente. Segundo A. C. Rocha Campos (1967), existe uma tendência atual de colocar essas rochas entre o Carbonífero superior e o Permiano inferior.

A grande variação faciológica do Itararé põe em evidência vários tipos ambientais, desde glacial e flúvio-glacial, até lacustre, marinho e de planícies de marés. Tais características permitem correlacioná-lo à Formação *San Gregorio* do Uruguai e ao Grupo Aquidauana, descrito na borda ocidental da bacia do Paraná.

Os sedimentos do Subgrupo Guatá afloram em área restrita, estando melhormente representados nos arredores de Tatuí. Assentam-se, concordantemente, sobre os sedimentos Itararé, ocorrendo pequenos diastemas locais. Sua espessura, na área mapeada, não atinge 100 metros, tornando pouco representativa a sua subdivisão em formações (Rio Bonito e Palermo).

Esta seqüência é iniciada por arenitos finos, com intercalações síltico-argilosas e camadas de carvão; seguem-se calcários e siltitos arenosos, terminando com a deposição de arenito médio e camadas areno-calcíferas. O horizonte-guia mais constante, neste Subgrupo, é constituído por siltitos verde-amarelados.

O conteúdo fossilífero não é dos mais ricos, estando presentes os fósseis vegetais da flora *Glossopteris*. Dentre os fósseis animais podemos mencionar espículas de esponjas e crustáceos.

A paleontologia e a litologia sugerem ambientes marinho, continental e transitivo entre estes, todos pós-glaciais. Pequenos lagos originados pelo degelo foram os responsáveis pela formação de restritas bacias carboníferas.

6.10 - Grupo Passa Dois

O Grupo Passa Dois constitui a última seqüência sedimentar gonduânica da sinéclise do Paraná, tendo-se depositado durante o Permiano, quando o centro da bacia esteve sujeita a movimentos de subsidência. O grupo acha-se representado por folhelhos, calcários, siltitos e argilitos, que se dispõem, concordantemente, sobre o pacote subjacente. Compreende dois Subgrupos, Estrada Nova e Rio do Rasto, este último não aflorando na área.

Os sedimentos do Subgrupo Estrada Nova estão presentes em menor escala, restringindo-se ao extremo noroeste da Folha de São Paulo e cobrindo, aproximadamente, 500 km^2. As cidades de Cesário Lange e Pereiras centralizam as principais áreas de ocorrência desses sedimentos.

A Formação Irati é o pacote basal deste Subgrupo, estando representada por folhelhos betuminosos, algo sílticos, com camadas de calcário intercaladas. Sua espessura média varia entre 20 e 30 metros, aumentando rumo ao centro da bacia. O contato com as formações subjacentes, segundo diversos autores, é gradativo; contudo, tal verificação é muito difícil-

tada pela escassez de bons afloramentos.

Os sedimentos do Irati constituem o mais importante horizonte-guia de toda a seqüência gonduânica, pela persistência dos folhelhos betuminósos e pela presença dos fósseis *Mesosaurus brasiliensis* e *Stereosternum tumidum*. Além destes, são encontrados crustáceos dos gêneros *Paulocaris*, *Clarckecaris* e *Liocaris* e vegetais dos gêneros *Dadoxylon*, *Polisolenoxylon* e *Solenopitys*. Tal associação coloca, seguramente, a Formação Irati no Permiano superior.

Os folhelhos depositaram-se em águas profundas e em ambiente redutor e a ocorrência de calcários associados sugere regime semelhante ao de lagos tropicais. Não se chegou à uma conclusão quanto à natureza do ambiente, girando as discussões em torno do marinho e do salobre, devido à ausência de um fóssil indicativo típico.

Disposto concordamente sobre os sedimentos Irati, temos uma seqüência de folhelhos sílticos escuros, não betuminosos, denominados de Serra Alta, aos quais se sucedem psamitos e psefitos, de tonalidades claras, denominados de Teresina. Por falta de melhor caracterização em campo, essas formações foram tratadas conjuntamente, sob a designação do Subgrupo Estrada Nova não diferenciado.

Os fatores responsáveis pela deposição dos folhelhos (?) sílticos Serra Alta são, muito provavelmente, os mesmos do Irati, com sutis modificações nas condições de oxigenação da bacia. Dessa forma, não ocorrem as impregnações betuminosas, daquela formação, cuja origem se deve a lamas putrefatas (sapropel). Além disso, a elevada percentagem em silte vem confundindo os autores, que ora os referem como siltitos, ora como folhelhos. Já os sedimentos sílticos e argilosos da Formação Teresina sugerem um ambiente diferente do Irati, representado por extensas planícies de marés de um mar intracontinental de águas salobras. Assim, é comum, no topo dessas camadas, a ocorrência de areia fina e calcário detrítico.

A principal área de afloramentos das formações Serra Al

ta e Teresina situa-se na cidade de Pereiras e seus arredores, atingindo uma espessura máxima conjunta próxima de 80 metros.

O conteúdo fossilífero dessas duas formações é bastante elevado, especialmente das faunas *Mollusca* e *Artropoda*. Dentre os moluscos, os mais importantes são *Barbosaia angulata*, *Pinzonella illusa* e *Pinzonella neotrópica* e que constituem excelentes elementos-guias para a correlação dessas camadas. Os vegetais são representados pelos fetos arbóreos da flora *Glossopteris* e por troncos silicificados de coníferas. Tal associação coloca essa seqüência no Permiano superior.

6.11 - Rochas intrusivas básicas

Datando de tempos juro-cretácicos, encontramos inúmeros corpos intrusivos de natureza básica ou intermediária, encaixados tanto em rochas pré-cambrianas (Complexo Gnáissico-Migmatítico e Grupo Açungui s. s.), como paleozóicas (granitos e rochas sedimentares).

A configuração geométrica destes corpos é, na maioria das vezes, de diques orientados para noroeste e nordeste, os primeiros em densidade muito superior. Os *sills* são raros no domínio pré-cambriano, existindo em maior número nos terrenos sedimentares paleozóicos.

Abaixo do paralelo 24°, os corpos diquiformes marcam, indelevelmente, o relevo de várias áreas de afloramento de rochas graníticas e carbonáticas, formando alinhamentos de cristas aproximadamente retilíneos e sub-paralelos entre si, orientados entre N40°W e N60°W. No domínio dos metassedimentos argilo-psamíticos, o material básico assoalha os vales transversais (SE-NW), em diversos trechos. Na parte setentrional (Quadrícula de Ubatuba, principalmente) observamos uma distribuição preferencial para nordeste.

Em duas porções da área deparamos com verdadeiros enxames de diques, a primeira geograficamente amarrada às cercanias de Guapiara ("fissuramento de Guapiara", J. P. Algarte

e L. Q. Kaefer, 1972) e a outra às proximidades do limite sul da área (Tunas-Abapã-Socavão). Essas ocorrências mostram-se controladas por macro-estruturas de fundo (arqueamentos), como é o caso do arqueamento de Ponta Grossa.

No que concerne à sua influência sobre as encaixantes, podemos verificar, em diversos sítios, efeitos termometamórficos, materializados por modificações texturais e mineralógicas. Como exemplos podemos citar os hornfelses pelíticos às bordas e no Complexo de Apiaí e folhelhos de Laranjal Paulista, passando, localmente, a termos de aspecto xistoso no contato com um *sill* de diabásio.

O tipo mais peculiar de afloramento dessas rochas é sob forma de matacões, mostrando, não raramente, espetaculares alterações esferoidais. Em cortes de estradas tal aspecto torna-se mais realçado, servindo como objeto a imagens didáticas. Os corpos de maior dimensão horizontal afloram em verdadeiros "lajedões" ou em encostas desnudas, ou ainda, mantendo paredões, como nas ocorrências dos rios Iperó e Sorocaba.

As espessuras dos diques observados variam desde 30 cm até cerca de uma centena de metros, sendo mais freqüentes os valores entre 20 e 50 metros. O. J. Marini *et alii* (1967) citam diques de mais de 500 metros de espessura, na faixa Paranaguá-Tibagi.

Os termos petrográficos são, em geral, de coloração cinza escura, até quase preta, apresentando granulação de fina a média, onde são reconhecidos, facilmente, feldspatos ripiformes. Essas rochas são representadas, corriqueiramente, por diabásios. Entretanto, nos corpos mais espessos são encontrados gabros porfiríticos. Já na faixa que se desenvolve de Tunas para noroeste, passando entre Abapã e Socavão, foram reconhecidos dioritos (microdioritos, dioritos pórfiros e quartzo-dioritos) e, menos freqüentemente, quartzo-gabros e gabros ofíticos. Para os *sills* da parte mais noroeste da faixa (Folha de Castro) temos resultados petrográficos similares aos dos diques.

Ao microscópio, observamos texturas ofíticas, sub-ofíticas e porfiríticas, tendo-se uma composição mineralógica essencialmente à base de plagioclásio (An_{50-70}) e piroxênio (augita). Esporadicamente, aparecem pigeonita e hornblenda. Como acessórios, foram reconhecidos titano-magnetita, quartzo, apatita e biotita; como secundários, uralita, sericita, clorita, caulim e serpentina.

No corpo gábrico de Bairro Alto (Quadrícula de Ubatuba) reconhecemos uma textura porfirítica granular, com a rocha apresentando menos de 10% de quartzo e sendo constituída quase exclusivamente de plagioclásio (labradorita) e piroxênio (augita), tanto em fenocristais como na matriz.

As mais expressivas massas básicas, no domínio pré-cambriano, são os denominados complexos gábricos de Apiaí e de José Fernandes. O formato do primeiro foi delineado por O. Barbosa (1942) como um conólito, enquanto que G. C. Melcher (1968) o define como corpo irregular ramificado e S. Petri e K. Suguio (1969) como *sill*.

O Complexo Gábrico de Apiaí situa-se às proximidades da cidade homônima. Partindo de Apiaí, deparamos, primeiramente, após ultrapassarmos os metassedimentos psamíticos da serra da Água Limpa (estrada Apiaí-Iporanga), com uma rocha parecida aos inúmeros diabásios da região, tanto pela granulação como pela coloração. Entretanto, O. Barbosa (*op. cit.*) descreve variedades desde olivina-gabro até monzonito. Nas proximidades da sua porção terminal sudoeste, constatamos a presença de augita-norito, mostrando uma composição a plagioclásio (labradorita), bronzita, augita, uralita, turmalina e opacos, enquanto que em sua borda sudeste aparecem gabros ofíticos epimetamórficos.

O Complexo de José Fernandes possui forma elipsóide, sendo mais ou menos concordante com as estruturas regionais, aflorando a sul de Adrianópolis, ao longo da rodovia Curitiba-Ribeira. A despeito de sua pequena área (cerca de 3 km^2), apresenta uma ampla variedade de termos, quais sejam: tipos

grosseiros e médios - gabro, quartzo-gabro e gabro ofítico ; tipos finos a médios - diabásio e augita-diabásios; tipos finos - basalto e essexito-basalto.

6,12 - Rochas intrusivas ultrabásicas e alcalinas

A porção meridional da plataforma Brasileira foi palco, durante o Mesozóico (com reflexos no limiar do Terciário), de um importante evento magmático, representado pelas inúmeras intrusões ultrabásico-alcalinas e alcalinas, expostas às bordas da sinéclise do Paraná e, de certa forma, associadas ao extenso magmatismo basáltico ocorrido nesta bacia.

O posicionamento geológico desses maciços, na área em foco, parece estar associado a zonas estruturais arqueadas , segundo *trends* perpendiculares ao eixo da bacia do Paraná e intimamente relacionados a extensos fissuramentos profundos, preenchidos por milhares de diques básicos. Tais aspectos podem ser bem observados pelos alinhamentos das ocorrências da região de Cerro Azul e pelos complexos de Jacupiranga e Juquiá, simetricamente dispostos ao longo do "fissuramento de Guapiara".

Na presente área acham-se representadas mais de uma dezena dessas intrusões, sobressaindo-se, pelos aspectos econômico e petrográfico, o complexo ultrabásico-alcalino de Jacupiranga e o complexo de Ipanema.

Tais ocorrências, devido às suas características petrográficas, podem ser grupadas numa "província" petrográfica , denominada por J. H. Grossi-Sad (1972) de "Província ultramáfica-máfica alcalina do Brasil meridional", distinta, portanto, da maioria das outras ocorrências tipicamente alcalinas (sieníticas), pertencentes ao distrito alcalino de Cerro Azul.

Dentro do primeiro grupo, destacamos a ocorrência de Jacupiranga, ocupando uma área de cerca de 65 km^2 e possuindo forma alongada segundo N25°W (aproximadamente normal às estruturas regionais).

As rochas que formam este complexo são, predominantemente, piroxenitos, jacupiranguitos, peridotitos, ijolitos e fenitos/nefelina-sienitos. O carbonatito constitui uma ocorrência local, com área em torno de 0,4 km^2, apresentando-se mineralizado a apatita e magnetita. Fenômenos oriundos dos processos metassomático-alcalinos impostos pela intrusão estão bem impressos nas encaixantes, ocorrendo íntima associação entre os termos fenitizados e os nefelina-sienitos, que contornam os núcleos peridotíticos e piroxeníticos do maciço.

Ocorrências de níquel são registradas no ribeirão do Joelho, que corta a porção centro-norte do complexo, oriundas da alteração das rochas ultrabásicas aí localizadas.

Idades K-Ar, obtidas por G. Amaral *et alii* (1967), dão valores entre 127-147 m. a., sendo admitida uma idade de 133 m. a. para a intrusão.

Na região de Ipanema, tem-se a primeira ocorrência de rochas alcalinas conhecida da área e alvo de trabalhos de lavra de minério de ferro. Já em 1818 era obtido ferro-gusa nos fornos instalados neste local.

A serra do Araçoiaba foi desenvolvida a partir dessa intrusão, expondo, atualmente, numa formidável estrutura dômica, rochas do Grupo Açungui e sedimentos Itararé, levantados mais de meio milhar de metros, constituindo uma anomalia morfológica dentro do relevo suavemente ondulado da depressão Periférica.

Raros são os afloramentos das rochas pertencentes à intrusão, pois a mesma não chegou a romper as camadas do teto. Registram-se principalmente, dezenas de diques de shonkinito pórfiro e rochas tais como ortoclásio-aegerinito, considerado como matriz dos apatititos, lusitanito (hastingsita-aegerina-sienito), umptekito e nordmarkito, oriundos de um provável magma básico jacupiranguítico.

A presença de apatita motivou várias tentativas para seu aproveitamento, sendo, atualmente, feitos novos estu-

dos de viabilidade econômica.

Relacionáveis à intrusão de Ipanema, temos os diques de shonkinito pórfiro de Congonhal (Tatuí), mineralizado à vermiculita e o de Piedade (Bairro dos Soares), com relativa concentração de óxidos de ferro, baritina e apatita.

A idade obtida em rochas sieníticas do maciço foi de 127 m. a. (G. Amaral *et alii, op. cit.*), situando tal evento no Cretáceo inferior, à semelhança do ocorrido em Jacupiranga.

Rochas predominantemente sieníticas ocorrem no distrito alcalino de Cerro Azul, sendo assinalados nove corpos, alinhados segundo N45°W e localizados ao longo da borda setentrional do extenso enxame de diques básicos relacionados ao arqueamento de Ponta Grossa.

U. G. Cordani e Y. Hasui (1968) realizaram várias determinações de idade nestas rochas, concluindo que teria havido duas fases de intrusão, respectivamente 110 e 70 m. a., sendo os maciços de idade mais jovem constituídos, predominantemente, por fonolitos.

O maciço de Tunas, localizado na vila homônima, é o maior deles, ocupando uma área de 23 km^2. Possui forma alongada, sendo direcionado segundo N45°W e constituído por quatro chaminés. Uma pequena chaminé de pouco mais de uma centena de metros foi mapeada a sudeste do maciço, constituindo-se numa nova ocorrência, que deve estar intimamente relacionada ao evento formador do maciço principal.

As rochas descritas nesse maciço foram sienitos (hornblenda-sienitos), pulaskitos, nordmarkitos e brechas vulcânicas, além de diques de traquito cortando as rochas sieníticas.

O maciço alcalino do Banhadão, descoberto durante os trabalhos deste Projeto (L. Q. Kaefer e J. P. Algarte, 1972), situa-se entre o rio Sete Quedas e o ribeirão do Fecho, no Município de Cerro Azul, apresentando uma área de 11 km^2. Possui forma quase circular sendo, provavelmente, cons-

tituído por duas chaminés, encaixadas no complexo granítico Três Córregos.

As rochas predominantes são variedades de nefelina-sienitos (foyaíto, malignito e nefelina-sodalita-sienito essexítico), ocorrendo, ainda, fonolitos e micronefelina-sienitos nas bordas da intrusão, talvez na forma de diques associados. Ijolitos e álcali-sienitos são termos mais raros.

O maciço alcalino de Itapirapuã, situa-se nas proximidades do rio Itapirapuã, afluente do rio Ribeira, possuindo, à semelhança dos demais, uma elongação noroeste e área em torno de 4 km^2, sendo intrusivo no complexo granítico Três Córregos.

Petrograficamente, esse maciço é constituído por rochas alcalinas insaturadas, de caráter miasquítico, predominando nefelina-sienitos. Ocorrem, ainda, melteijitos, pulaskitos e diques de tinguaíto. Veios carbonáticos são citados por C. B. Gomes e U. G. Cordani (1965), tendo os mesmos avaliado uma idade de 104 m. a. para o evento intrusivo (Cretáceo superior).

Várias outras ocorrências de menor porte foram assinaladas no distrito alcalino de Cerro Azul, possuindo, em geral, características petrográficas semelhantes.

Dentre estas destacamos a ocorrência de Mato Preto, possivelmente formada por três pequenos *stocks*, de constituição petrográfica fonolítica a tinguaítica, ocorrendo mais raramente malignitos.

As ocorrências de Ponta Grossa, Barra do Teixeira, Sete Quedas e Cerro Azul são reconhecíveis a nível de afloramento, sendo constituídos por rochas de composição fonolítica.

U. G. Cordani e Y. Hasui (1968) determinaram uma idade de 66 m. a. para as rochas de Mato Preto e de 73 m. a. para as da Barra do Teixeira, concluindo que este grupo de intrusivas menores faça parte de uma segunda fase magmática, ocorrida em torno de 70 m. a. .

6.13 - Grupo Taubaté - Formação São Paulo

Os sedimentos pertencentes à Formação São Paulo restringem-se mormente à bacia de Taubaté, onde ocorrem em faixa alongada segundo nordeste, desde a região de Itapeti (sudeste de Santa Isabel) até Taubaté, adentrando nas folhas limítrofes oriental e setentrional, sendo a sua largura média de cerca de 16 km, neste trecho. Outra área de ocorrência é aquela dos arredores de São Paulo (bacia de São Paulo) bem como manchas isoladas e sem expressão mapeável, encontradas em várias localidades, atingindo as proximidades das escarpas das serras do Mar e da Mantiqueira.

O contato inferior dessa formação é através de uma discordância erosiva e angular com o Complexo Gnáissico-Migmatítico e com o Grupo Açungui, cujo hiato vai desde o pré-Cambriano até fins do Terciário.

O entalhamento profundo desses sedimentos, na bacia de São Paulo, expõe, em muitos locais, o embasamento gnáissico-migmatítico, revelando o paleo-relevo acidentado que precedeu a deposição dessa seqüência sedimentar. Este fato também foi observado em alguns pontos da bacia de Taubaté, como no vértice interno da confluência dos rios Paraíba e Jaguari, no trecho médio da estrada Guararema-Via Dutra e na Estação São Bento.

Estratos aluvionares recentes cobrem esses sedimentos, em discordância erosiva.

A espessura da Formação São Paulo varia muito de local para local, facilmente dedutível das características da paleotopografia, acima mencionadas. Uma série de sondagens tem apontado mais de 200 metros, sendo creditada à região compreendida entre os rios Sinimbura e Comprido (leste de Jacareí) a espessura máxima encontrada até o presente e atingindo 450 m. Este dado foi obtido por A. Frangipani (1963), através de um perfil elétrico. Já na bacia de São Paulo, F. F. M. de Almeida (1955) estimou-a em 290 m (bairro Moóca).

A Formação São Paulo é composta por sedimentos detríticos de origem flúvio-lacustre, não consolidados, com acamamento horizontal, embora hajam inúmeros locais onde as camadas se apresentam dobradas ou inclinadas, devido à compactação diferencial ou a pequenos falhamentos normais.

Os sedimentos dessa formação, na bacia de Taubaté, aparecem, mais freqüentemente, em camadas areno-argilosas, de coloração cinza esbranquiçada, em geral, alternando-se com leitos argilosos, de tonalidades variadas (avermelhadas, esbranquiçadas, esverdeadas, arroxeadas e amareladas). Os leitos arenosos são compostos de areia média a fina, mal classificada, englobando "bolas" de argilas, caoticamente distribuídas, bem como finos níveis conglomeráticos. Nestes observamos seixos semi-arredondados, de 2 a 5 cm, raramente atingindo 10 cm de aresta maior, de composição predominantemente quartzosa (quartzo e quartzito).

As intercalações entre finos e grosseiros dispõem-se, freqüentemente, segundo uma estruturação rítmica, o que confere aos afloramentos um aspecto listrado, devido à diversa coloração das duas frações. Também as intempéries atuam de modo diferente nos dois tipos de estratos.

As melhores exposições são aquelas observadas ao longo dos cortes da rodovia Presidente Dutra (BR-116) e da ferrovia que liga São Paulo ao Rio de Janeiro, ambas seccionando esta bacia de sudoeste a nordeste.

Já na bacia de São Paulo, os afloramentos são mais dificilmente encontrados, de vez que a urbanização da Grande São Paulo abrange quase a totalidade de sua área. Entretanto, a grande quantidade de perfurações executadas neste pacote faz com que sejam perfeitamente conhecidas as suas características litológicas. As indicações são de que predomina francamente a fração clástica fina, composta de argilas e siltes, sendo mais rara aquela composta de areias (normalmente argilosas) e conglomerados. Há, em geral, uma alternância brusca (tanto vertical quanto horizontal) entre as camadas e lentes

desse material.

Testemunhos de sondagens permitiram concluir, segura - mente, de que as cores destes sedimentos são secundárias, de vez que se encontraram, em profundidade, colorações claras (brancas, amarelas e cinzentas). Segundo F. F. M. de Almeida (1955), a coloração vermelha, típica em afloramentos à superfície, não seria encontrada abaixo da cota 715, isto é, pouco abaixo do nível da drenagem atual.

Tanto numa como noutra bacia, observamos estruturas limoníticas relativamente abundantes, podendo acompanhar a estratificação dos sedimentos ou cortá-la, sendo comum a ocorrência de microfalhamentos e ondulações na sua disposição.

Inúmeros afloramentos esparsos são encontrados fora das bacias propriamente ditas, guardando características semelhantes aos típicos sedimentos da Formação São Paulo. Entretanto, devido à sua pequena área aflorante, não podem ser representados em mapa de escala regional.

Há uma certa divergência quanto à idade dessa formação, tradicionalmente referida como terciária, mas contestada por alguns autores. Os trabalhos mais recentes atribuem-lhe, quase unanimemente, o intervalo terciário superior (Plioceno)--Quaternário inferior (Pleistoceno). Parece-nos que deverá ser adotada esta proposição, pelo menos até haver dados precisos, como, por exemplo, datações palinológicas.

6.14 - Sedimentos quaternários

Os depósitos quaternários estão relativamente bem representados na área em apreço, devendo-se, inicialmente, fazer uma distinção entre os diversos tipos. Assim sendo, temos:

- coberturas elúvio-coluviais modernas;
- sedimentos modernos dos rios Tietê, Paraíba, Ribeira de Iguape, Iapó e afluentes;
- depósitos marinhos antigos;

- depósitos neocenozóicos, incluindo antigos terraços (Formação Pariquera-Açu, no vale do Ribeira) e coberturas não diferenciadas.

As coberturas neocenozóicas apresentam uma boa distribuição geográfica, tendo sido relacionadas, algumas vezes, às "camadas de São Paulo", devido às suas características litológicas e sedimentares similares. Estas, porém, têm sua origem ligada a falhamentos e basculamentos, seguidos de barragens hidrográficas, o que não acontece para aquelas, sendo antes paleoclimática, tendo a sedimentação ocorrido em áreas relativamente aplainadas, ou, então, em compartimentos de baixos topográficos. Foram aventadas reativações de antigas linhas tectônicas e uma neotectônica de blocos, cuja comprovação carece, entretanto, de suporte de campo.

Essas coberturas são encontradas em ocorrências isoladas, de distribuição irregular e constituídas de sedimentos colúvio-elúvio-aluviais. Encimam relevos aplainados ou menos enérgicos, sendo, atualmente, palco de processos erosivos. Por outro lado, ocupam, quase sempre, espaços nos interflúvios, revelando inversões de relevo, mas ocorrem, também, em degraus escalonados, denunciando retomadas de erosão e pedimentação subsequente.

Os depósitos que constituem a Formação Pariquera-Açu localizam-se ao longo do leito do rio Ribeira de Iguape e afluentes, restringindo-se a pequenos terraços nas alturas de Eldorado Paulista e Jacupiranga.* Sua origem é fluvial, apresentando seixos e blocos bem arredondados de quartzo e quartzito, predominantemente, imersos em uma matriz síltico-areno-argilosa. A ausência de elementos orgânicos e de seixos de constituição filitosa ou xistosa evidencia uma forte oxidação e um intemperismo químico acentuado.

Os sedimentos de origem marinha são formados à base de

---

* *A maior área de ocorrência destes depósitos situa-se entre Registro e Iguape, isto é, no baixo vale do Ribeira (área suspensa).*

areias finas a médias, bem selecionadas e arredondadas, de composição muito uniforme, ocorrendo em área muito restrita (extremidade oeste da faixa meridional). Suas estruturas deposicionais são preservadas nitidamente, tratando-se de estratificação paralela.

Os depósitos fluviais modernos são encontrados ao longo das principais drenagens da área, como é o caso dos rios Tietê, Paraíba, Ribeira de Iguape e Iapó, bem como de seus tributários principais. São sobrepostos às rochas mais antigas, em discordância erosiva (angular no caso das metamórficas e metassomáticas). Seu relevo é plano, estando posicionadas pouco acima dos níveis das drenagens que as formaram, o que as tornam passíveis de inundação em épocas chuvosas, em certos locais.

O contato inferior desses sedimentos é marcado, normalmente, por um nível de seixos (linha-de-pedra em corte), sendo frequentes terraceamentos, de modo que podem ser subdivididos em atuais e sub-atuais.

A principal planície fluvial é a do rio Tietê e afluentes, devido ao fato de esta drenagem seccionar a área urbana da Grande São Paulo, tornando-a muito importante, economicamente, pela exploração de suas argilas e areias, bem como a utilização de sua área para a implantação de indústrias e outras obras. Seguem-se as dos rios Paraíba, Ribeira de Iguape e Iapó, por constituírem locais excelentes para atividades agrícolas.

A constituição sedimentológica desses depósitos é, predominantemente, à base de argilas e siltes, em muitos locais ricas em matéria orgânica, intercalando-se-lhes níveis de material detrítico grosseiro (areias, subsidiariamente cascalhos). A alternância das frações fina e grosseira denuncia contínuas variações do regime fluvial, ora havendo deposição em condições de calma, ora sob acentuadas perturbações.

Os sedimentos de origem colúvio-eluvial são esparsamente distribuídas, ocorrendo tão-somente em encostas íngremes.

Quase sempre não são mapeáveis, nem em escala 1:250.000, apresentando interesse mais em função dos problemas que podem causar, quando não controlada a sua ação, mormente em áreas urbanizadas. As principais áreas de ocorrências são as encostas de certos corpos graníticos intrusivos (mormente no caso dos granitos Guaraú, Mandira, Alto Turvo e Agudos Grandes), do pico do Japi e ao longo da escarpa que separa os sedimentos devonianos do seu embasamento. Alguns depósitos de grande interesse econômino podem ser considerados desse tipo, como é o caso da apatita de Jacupiranga e de Araçoiaba da Serra, embora a sua origem seja devida a processos intempéricos (lixiviação e concentração residual). Por fim, muitos dos solos da área, poderiam ser tratados como depósitos colúvio-eluviais, pois que são transportados (uma linha-de-pedra nos cortes comprova este ponto de vista).

Referências bibliográficas

ALGARTE, José P. & KAEFER, Libório Q. - Folha de Itararé. Relatório Geológico Preliminar. Brasil. *Conv. Dep. Nac. Prod. Min. - Cia. Pesq. Rec. Min.*, São Paulo, 1972. 180 p. |il., mapa geol.|

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Considerações sôbre a geormofogênese da serra de Cubatão. *B. paul. Geogr.*, São Paulo, nº 15: 3-17, out. 1953. |il.|

ALMEIDA, Fernando F. M. de - As Camadas de São Paulo e a Tectônica da Serra da Cantareira. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 4(2): 23-40, set. 1955. |mapa tectônico|

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 169-273, 1964. |il.|

AMARAL, Gilberto *et alii* - Potassium-argon ages of alkaline rocks from Southern Brazil. *Geoch. Cosmoch.*, Acta, Belfast, V. 31: 117-142, 1967.

BARBOSA, Alceu F. & GUIMARÃES, José E. P. - "Contribuição ao conhecimento da província metalogenética da região do Ribeira, Estado de São Paulo". *In:* CONGR. PANAM. ENG. MINAS GEOL., 2. Petrópolis, RJ. 1946. An., v. 2:35-100. |il.|

BARBOSA, Octávio - *Geologia e Petrologia da região de Apiaí, Estado de São Paulo.* Tese (cad. Geol.), Esc. Politéc., Univ. S.Paulo, São Paulo. |s. ed.| 1942.

BARBOSA, Rita A. - Rochas pirometassomáticas da mina de cobre de Santa Blandina, Município de Itapeva, Estado de São Paulo. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, B., Rio de Janeiro, nº 205, 1960, 23 p. |il., mapas e estampas|

BASTIAN, Leopoldo - Ocorrências de minerais de chumbo em Lageado. *O I. G. G.*, R., São Paulo, 4(4): 406-426, out./dez. 1946. |il|

BIGARELLA, João J. & SALAMUNI, Riad - Estudos preliminares na Série Açungui - V - Estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capiru (Estado do Paraná). *Dusenia*, Curitiba, VII(6): 317-323, 1956.

BIGARELLA, João J. *et alii* - Estruturas e texturas da Formação Furnas e sua significação paleogeográfica. *Inst. Geol., Univ. Fed. Paraná*, B., Curitiba, nº 18, 1966, 114 p. |il.|

CORDANI, Umberto G. & BITTENCOURT, Igor - "Determinações de idade potássio-argônio em rochas de Grupo Açungui". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 21. Curitiba, PR., 1967. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, p. 218-233.|s. d.| |mapa geol.|

CORDANI, Umberto G. & HASUI, Yociteru - "Idades K-Ar de rochas alcalinas do primeiro planalto do Estado do Paraná". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 22. Belo Horizonte, MG, 1968. *Soc. Bras. Geol.*, An., p. 149-153 . |il.|

COUTINHO, José M. V. - Meta-conglomerados e rochas associadas no Município de São Paulo. *Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, 186 (Mineral. 13): 5-56, 1955. |il. mapa geol.|

COUTINHO, José M. V. - Petrologia do pré-Cambriano em São Paulo e arredores. *Inst. Geoci. Univ. S.Paulo*, B.,São Paulo, nº 3: 5-99, 1972. |il.|

EBERT, Heinz *et alii* - "Observações sobre os gnaisses da Formação Setuva, Estado do Paraná". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25. São Paulo, SP, 1971. *Soc. Bras. Geol.*, B. espec. nº 1, p. 185-186. |resumo|

FRANCO, Rui R. - Contribuição ao conhecimento de rochas termometamórficas da Série São Roque. *Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, 189 (Mineral. 14): 1-81, 1958. |il.|

FRANGIPANI, Alcides - Idéias sobre a gênese do vale do Paraíba. *O I. G. G.*, R., São Paulo, v. 16: 31-39, 1963. |il.|

FUCK, Reinhardt A. *et alii* - "Geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná". *In:* BIGARELLA, João J. *et alii* - *Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná.* Comiss. Carta Geol Paraná. B. paran. Geoci., Curitiba, 23/25 (1): 5-41 , 1967. |il.|

GOMES, Celso de B. & CORDANI, Umberto G. - "Geocronologia do Maciço Alcalino de Itapirapuã." *Acad. Bras. Ci.*, An., Rio de Janeiro, p. 497-501, 1965.

GROSSI-SAD, J. H. - Complexos ultramáficos alcalinos com carbonatito, do Brasil meridional (com ênfase especial sobre os complexos da região do alto Parnaíba). *Ciclo de Palestras* CPRM., Rio de Janeiro, abr. 1972. 58 p. |inédito|

GUIMARÃES, José E. P. - Grupo Paraná. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 49-54, 1964.

HASUI, Yociteru - *Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul*. Tese (Livre Doc. Geol. Geral), Inst. Geoci. Univ. S. Paulo, 1973. 190 p. |il., 2 mapas geol.|

JUNG, J. & ROQUES, M. -Introduction à l'étude zonéographique des formations cristallophilliennes. *Serv. Carte Géol. France*, B., Paris, 50(235): 62 p., 1952.

KAEFER, Libório Q. & ALGARTE, José P. - "Maciço Alcalino do Banhadão - Estudos Preliminares." *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26. Belém, PA, 1972. *Soc. Bras. Geol*, An., V. 1, p. 57-64 |il.|

KNECHT, Theodoro - Estudos petrográficos de algumas rochas apatíticas de Ipanema. *B. Agric.*, São Paulo, 31 (1/2) : 735-742, jan./fev. 1930.

LEINZ, Viktor - Petrologia das jazidas de apatita de Ipanema (Estado de São Paulo). Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, *Div. Fom. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 40: 52 p., 1940. |il.|

LEONARDOS, Othon H. - Chumbo e prata no Brasil. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, *Serv. Fom. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 2, 1934.

LEONARDOS, Othon H. - Notas petrográficas sobre a Série Ribeira do sul do Estado de São Paulo. *Fac. Fil. Ci.Letr. Univ. S. Paulo*, São Paulo, 21 (Mineral, 4): 7-13, abr. 1941. |il.|

MAACK, Reinhardt - Notas preliminares sobre uma nova estratigrafia do Devoniano do Estado do Paraná. *In:* CONGR. PANAM. ENG. MINAS GEOL., 2. Petrópolis, RJ, 1946. An., p. 47. |il.|

MARINI, Onildo J. & BIGARELLA, João J. - "Rochas calcárias do Grupo Açungui". *In:* BIGARELLA, João J. *et alii* - *Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná*. Comiss. Carta Geol. Paraná. B. paran. Geoci., Curitiba, 23/25 (3): 105-150, 1967. |il.|

MARINI, Onildo J. *et alii* - "O Grupo Açungui no Estado do Paraná". *In:* BIGARELLA, João J. *et alii* - *Geologia do pré-Devoniano e intrusivas subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná.* Comiss. Carta Geol. Paraná, B. paran. Geoci., Curitiba, 23/25 (2): 43-103, 1967. |il.|

MEHNERT, Karl R. - *Migmatitos e a origem das rochas graníticas.* Tradução sumarizada e revista por SOUZA, Emiliano C. de & MARTINS, Adalton O., Setor Petrog. Mineral. Solos, Div. Pesq. Pedol., Rio de Janeiro, 1971. 134 p.

MELCHER, Geraldo C. - *Contribuição ao conhecimento do Distrito Mineral da Ribeira de Iguape, Estado de São Paulo e Paraná.* Tese (Livr. doc. geol. econ.), Esc. Politéc. , Univ. S.Paulo, São Paulo. |s. ed.| 1968.

MELCHER, Geraldo C. *et alii* - Geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas do vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. *R. bras. Geoci.,* São Paulo, 3 (2): 97-123, jun. 1973.

MORAES REGO, Luiz F. de - Contribuição ao estudo das formações pré-Devonianas de São Paulo. *Inst. Astr. Geogr. S. Paulo,* São Paulo, 43 p., 1933. |il.|

NORTHFLEET, A. A. *et alii* - Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná. Brasil. *Petrobrás,* B. Téc., Rio de Janeiro, 12 (3): 291-346, jul./set. 1969. |il., mapas|

OPPENHEIM, Victor - Geology of devonian areas of Parana basin, Brazil, Uruguay and Paraguay. *Amer. Assoc. Petrol.Geol.,* B., Tulsa, Okla, 20 (9): 1208-1236, 1936.

PETRI, Setembrino - Contribuição ao estudo do Devoniano paranaense. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.,* B., Rio de Janeiro, nº 129: 125 p., 1948. |il., mapa|

PETRI, Setembrino & SUGUIO, Kenitiro - Sôbre os metassedimentos do Grupo Açungui do extremo sul do Estado de São Paulo. *Conv. Secr. Obras Públ. - Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S.Paulo,* São Paulo, 1969, 98 p. |il.|

ROCHA CAMPOS, Antonio C. - "The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin". *In:* BIGARELLA, João J. *et alii* - *Problens in Brazilian Gondwana Geology*. Curitiba, p. 27-95. 1967.

TURNER, F. J. & VERHOOGEN, J. - *Igneous and metamorphic petrology*. McGraw-Hill, New York, 2. ed., 1960. 694 p.

VIEIRA, A. J. & MAINGUÉ, E. - Geologia de semi-detalhe do centro e nordeste do Paraná e o centro-sul de São Paulo . Brasil. *Petrobrás*, Rel. DESUL, Ponta Grossa, nº 425,48 p., dez. 1972. |il.|

WOHLERS, Armando *et alii* - Geologia da Folha de Jundiaí, Estado de São Paulo, *O I. G. G.*, R., São Paulo, 12 (1/2): 116-131, jan./jun. 1954.

7 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

7.1 - Considerações preliminares

A apresentação da Geologia Estrutural, nos termos que seguem, tem como objetivo oferecer uma narrativa sumária dos principais elementos estruturais delineados. Numa decorrência natural da matéria, não procuraremos firmar conceitos puramente tectônicos, exceto no item 7.5, onde expomos uma narrativa generalizada da organização estrutural dessas rochas, segundo um critério de grau de deformação.

Da observação do mapa integrado (anexo I), podemos deduzir a complexa atividade tectônica a que foram submetidas as rochas objeto dessa cartografia geológica, principalmente as do Complexo Gnáissico-Migmatítico e do Grupo Açungui (São Roque).

No campo da chamada tectônica plástica ou dobrável, várias estruturas foram mapeadas, usando-se, para tal, além dos dados de campo e fotografias aéreas, o conjunto de fotomosáicos. Em conseqüência, caracterizamos uma tendência das direções dos eixos das dobras em torno de N45°E (abaixo do paralelo 24°). Entretanto, a superimposição de uma intensa tectônica rígida, bem como as intrusões graníticas, não raramente modificaram essa tendência.

O mesmo regime de observações foi extensivo para as estruturas que refletem o tectonismo rígido, tendo-se, neste caso, um grande acervo de trabalhos anteriores, como acontece para as falhas de Jundiuvira (Y. Hasui *et alii*, 1969), de Taxaqüara (W. T. Hennies *et alii*, 1967), de Caucaia (Y. Hasui, 1973), de Cubatão (J. M. V. Coutinho, 1971) e, finalmente, o estudo de F. F. M. de Almeida (1955) sobre "As camadas de São Paulo e a Tectônica da Serra da Cantareira".

A priori, queremos salientar que não faremos referências às estruturas sedimentares que foram objeto de considerações anteriores. Em adição, registramos a presença de estratificação cruzada (estrada Guapiara-Itapeva, Brancal) e marcas de onda em epiquartzitos do Grupo Açungui.

7.2 - Acamamento e foliação

O acamamento em rochas sedimentares da bacia do Paraná é facilmente reconhecível e apresenta-se com valores de mergulhos sub-horizontais (1° a 3°). No entanto, foram detetadas modificações localizadas, como mergulhos de até 50° (entre Ipanema e Salto de Pirapora), em camadas do Grupo Tubarão. Outra anomalia de 70° foi apontada por A. Davino (1965), a oeste do Bairro de Araçoiaba (Folha de São Paulo). Como salientamos em parágrafo anterior, essas discrepâncias são devidas a falhamentos.

Em camadas sedimentares terci-quaternárias também encontramos camadas horizontais e sub-horizontais. Na bacia de Taubaté, C. W. Washburne (1930) observou um certo mergulho das camadas para noroeste, com ângulos de 2° e 4°, tendo sido ainda assinalados valores superiores, fato advindo de compactação ou adensamento diferencial e de pequenos falhamentos.

Na seqüência sedimentar do Grupo Castro, o acamamento encontra-se definido, freqüentemente, em alternâncias rítmicas, com parâmetros sub-horizontais. Entretanto, foram assinaladas anomalias, próximo a Piraí do Sul, onde fortes mergulhos são devidos a basculamentos de blocos. Nesta seqüência reconhecemos estratificação laminar envolvendo termos pelíticos e, ainda, micro-estratificação cruzada, em arenitos arcosianos finos e sílticos.

Em rochas epimetamórficas do Grupo Açungui, o acamamento é, em grande parte dos afloramentos visitados, quase sempre reconhecível, principalmente pela alternância de tipos litológicos de composição diferente, de espessuras variáveis e colorações distintas. Numa afinidade mais íntima, observam-se alternâncias rítmicas ou cíclicas, envolvendo quartzitos ("metaarenitos"), metassiltitos, filitos e níveis conglomeráticos (estrada Apiaí-Iporanga). Esta estrutura encontra-se direcionada, geralmente, para o quadrante nordeste, com mergulhos noroeste (vide Relatório da Folha de Itararé), tendo-se

desde valores suaves (entre 20° e 30°) até 40° a 60° (mais comum), ou superiores. Para alguns sítios, este quadro não é verdadeiro, como acontece ao sul do "lineamento Ribeira", em que as camadas sofrem inflexões até as proximidades da linha E-W ou mesmo NW-SE.

A xistosidade, definida em termos de foliação de plano axial, aparece em diversas exposições, concordando com o acamamento, enquanto que noutras é discordante, principalmente nas proximidades dos ápices das dobras assimétricas com mergulhos suaves.

Nas zonas de transposição estrutural (Folha de São Paulo), tem lugar uma foliação de crenulação, enquanto que na área de influência dos falhamentos transcorrentes desenvolveu-se uma forte clivagem de cisalhamento e estrutura fluidal, em rochas cataclásticas (milonitos e ultramilonitos).

O acamamento em rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico é difícil ou mesmo impossível caracterizar, tendo em vista os eventos tectônicos e petrogenéticos nas unidades litológicas que o compõem (dobramentos complexos, transposição estrutural, retrometamorfismo, anatexia, etc.). Em certos pontos, onde ocorrem camadas quartzíticas e de mármores, subordinadas a xistos e gnaisses, poderíamos falar em acamamento, mesmo levando em consideração a natureza e a mobilidade da massa gnáissica, à época de sua formação. Aí temos, como mais representativa, uma "estrutura gnáissica", ou seja, uma alternância de leitos de composições diferentes. Nos migmatitos heterogêneos, tanto de paleossoma gnáissico como xistoso, tem-se bandas quartzo-feldspáticas, que se dispõem, concordantemente, à disposição planar dada pelos micáceos (migmatitos estromáticos).

7.3 - Dobras

Foram assinaladas várias estruturas dobradas. No entanto, a monotonia de tipos petrográficos do Grupo Açungui, em

diversas áreas, e a constância nordeste para as direções de xistosidade dificultaram, sobremaneira, o delineamento destas estruturas. Acresçam-se, ainda, as feições impostas por falhamentos contemporâneos ou posteriores aos dobramentos, bem como as intrusões graníticas. Nos casos em que temos camadas de rochas distintas, como quartzitos, filitos, metassiltitos, calcários (mármores) e xistos, a configuração das dobras é facilitada. Dessa forma, em áreas de exposição de epimetamorfitos Açungui, as estruturas encontram-se melhormente caracterizadas.

O dobramento predominante, envolvendo rochas de maior plasticidade (filito, metassiltito e xisto) é do tipo isoclinal, com mergulhos do plano axial para noroeste, em geral. Entretanto, quando se tratar de quartzitos e calcários, tem-se dobras simétricas, ou com pequena assimetria, com mergulhos mais suaves dos flancos.

Abaixo do paralelo 24°, dentre os sistemas de mais fácil reconhecimento, assinala-se o de Apiaí-Iporanga, mantido por uma seqüência de calcários metamórficos (como unidade litoestratigráfica de topo), quartzitos, metassiltitos, sericita-xistos, otrelita-xistos e metaconglomerados. Neste sistema, as dobras de melhor reconhecimento em campo são as da serra do Tatu (anticlinal), do bairro da Serra e aquelas que envolvem leitos conglomeráticos, entre os bairros Serra e Betari. Numa análise de conjunto, acreditamos na existência de um sistema holomórfico modificado por intrusões graníticas e falhamentos. Tal fato é bem caracterizado, quando a seqüência dobrada se aproxima do granito Itaoca (onde os eixos sofrem envergamento ou se ramificam), esboçando um estilo de dobras planas acilíndricas.

Caprichosamente, os termos litológicos que mantêm o mencionado sistema, controlado pelas rochas carbonáticas, sofrem inflexão para sudeste, afunilando-se na região de Cerro Azul (norte do lineamento Ribeira), dando lugar, ao sul da citada estrutura, à uma anticlinal de flanco invertido, emoldurada por quartzitos, com plano axial mergulhando para no-

roeste.

O sistema envolvendo essa faixa de rochas carbonáticas, que se desenvolve até a região oriental de Guapiara, deve representar uma grande estrutura sinclinorial, à cuja figura espacial se deve a preservação das unidades litoestratigráficas de topo.

A sudeste de Cerro Azul, mormente pelas amarrações em camadas de metabasitos e calcários (mármores), foram delineadas anticlinais mergulhantes, numa direção em torno de N45°W. Pelo posicionamento destas estruturas, admite-se uma influência da intrusão do granito Três Córregos, na sua confecção.

Outro elemento importante diz respeito ao anticlinório Tirivas-Anta Gorda, constituído por uma ampla sucessão de estratos dobrados, onde se ressaltam as anticlinais mantidas por rochas pertencentes à Formação Setuva (gnaisses, quartzitos e xistos). A descontinuidade lateral deste anticlinório, truncado por marcantes falhamentos, o configura, em sua maior extensão, como um bloco tectônico, limitado por rochas de menor grau metamórfico. Trata-se, morfologicamente, de uma estrutura esvaziada, onde termos basais afloram em núcleos de anticlinais, a par do condicionamento secundário oferecido pela intensa tectônica rígida que a afetou. Seus caimentos para nordeste e sudoeste o caracterizam como braqui-anticlinório, com incipiente inflexão na parte norte-nordeste, em que anfibólio-xistos e micaxistos delineiam seu fechamento. Para sul, próximo à localidade de Tunas, sua expressão geográfica é diminuída pela limitação tectônica, persistindo somente seus termos basais (gnaisses e quartzitos).

Na faixa de calcários (mármores calcíticos e dolomíticos) da Formação Itaiacoca (Capiru), tem-se um estilo de dobramento bastante repetitivo para diversos domínios (vide volume III), onde camadas de metassedimentos síltico-argilosos e quartzitos amarram o fechamento das estruturas. Tratam-se de dobras mergulhantes, com caimento dos eixos mais freqüentemente para nordeste. Nesta faixa, que se desenvolve até a

sul de Abapã, o quartzito do Amola Faca encontra-se dobrado em anticlinal, com direção do eixo próximo a N45°E, bem como a sinclinal da região do Bananal.

Na região do Piraí do Sul foi delineada uma anticlinal, mantida pelo corpo quartzítico da serra das Pedras, que se associa a sinclinais e anticlinais mergulhantes para nordeste.

Dentre as dobras que fogem do padrão nordeste, citamos uma ampla sinclinal a sudoeste da Fazenda Urano e uma anticlinal a sudeste de Guapiara (direção NW), além do curioso traçado do eixo da anticlinal entre Pinhalzinho e Campina das Pacas (sul de Itararé).

Acima do paralelo 24° (Folhas de São Paulo e Santos), constatamos, dentre as principais estruturas mapeadas, o sinclinório de Pirapora do Bom Jesus - pico do Jaraguá. Para esta feição foram observados tipos petrográficos de relevante importância para sua configuração espacial. Assim, unidades litoestratigráficas passíveis de serem correlacionadas acham-se bem representadas nas proximidades de Pirapora do Bom Jesus e na região do pico do Jaraguá. Nestas localidades, estudos anteriores permitiram estabelecer a presença de seqüências litológicas representadas por metaconglomerados (considerados como basais por J. M. V. Coutinho, 1955), metapsamitos, filitos calcários, entremeados de material magmático transformado em metabasito e anfibolito. Regionalmente, o eixo principal dessa estrutura situa-se segundo N65°E, sendo que o seu fechamento (na região do pico do Jaraguá) mostra caimento para norte, que, no âmbito geral, caracteriza uma estrutura de forma irregular, reflexo de esforços expansivos das massas graníticas próximas. Em direção nordeste vamos encontrar dobras isoclinais e angulares (Mairiporã) e, provavelmente, dobras assimétricas envolvendo os gnaisses de Gusoroca e da serra do Bananal (vide volume II).

Outra ampla estrutura foi mapeada nas proximidades de Pilar do Sul, tendo-se sucessivos dobramentos sinclinais e

anticlinais, com eixos nas proximidades da linha N-S e mesmo NW-SE. No conjunto, tem-se um sinclinório com fechamento a sul da serra dos Lopes e eixo segundo N50°-60°E.

No âmbito do denominado Complexo Gnáissico-Migmatítico verificou-se um amplo anticlinório, envolvendo rochas migmatíticas de estrutura estromática, na área de afloramento do Complexo Granítico de Ibiúna.

Nas vizinhanças de Guararema, evidências sugestivas de uma grande sinclinal foram apontadas por F. F. M. de Almeida (1964). Entretanto, não fixamos o símbolo indicativo de tal estrutura, em virtude de tratar-se de uma zona bastante perturbada por falhamentos, havendo possibilidade de que o fechamento das foliações se deva a estruturas desenvolvidas por movimentação de blocos, sob esforços compressivos.

Dentre outras, salientamos, ainda, a "sinclinal de Itaquera" e a provável anticlinal do granito de Mauá (vide volume II).

Em relação às estruturas de afloramentos, são observadas dobras de arrasto em xistos intercalados a quartzitos; dobras similares e disarmônicas envolvendo paleossoma de migmatitos; bem como dobras ptigmáticas em diadisitos.

7.4 - Falhas

Observando-se o mapa geológico ora apresentado, podemos constatar uma riqueza deveras expressiva de traços, que refletem o intenso quebramento a que foram sujeitas as rochas da região, em sucessivos períodos geológicos.

As principais linhas tectônicas distribuem-se numa maior freqüência segundo SW-NE, que é a tendência regional da foliação das rochas pré-cambrianas. Entretanto, importantes lineamentos apresentam-se direcionados em torno da linha este-oeste ou, mesmo, confundindo-se com este parâmetro, em distâncias quilométricas.

Dentre as principais falhas desenvolvidas sob esforços

compressivos, em tempos pré-cambrianos e eopaleozóicos (pré-devonianos), geralmente inversas, transcorrentes ou de caracteres mistos (tendo sido, algumas, retomadas por uma tectônica tafrogênica posterior), salientamos, abaixo do paralelo 24°:

1) Falha de Itapirapuã - com uma extensão de mais de uma centena de quilômetros, desenvolve-se na parte oriental do complexo Granítico Três Córregos. Coloca, em certo trecho, uma faixa de mármores dolomíticos e calcíticos e metassiltitos em contato com o citado corpo rochoso, estando delineada pela serra de Itapirapuã, que é constituída por um pacote quartzítico parcialmente ressilicificado por processo intempérico, relacionado ao ciclo de erosão Sul-Americano de L. C. King (1956).

Em seu prolongamento sudoeste, na região de Socavão, não foram detetadas evidências deste falhamento. Para nordeste perde-se sob os sedimentos da bacia do Paraná, tendo-se, ao sul de Campina do Veado, uma conexão com a zona de falha de Varginha, também balizada por material "quartzítico", direcionado segundo E-W.

2) Falha de Figueira - trata-se, provavelmente, de uma falha inversa, que se estende desde o sul do granito Itaoca, prolongando-se por mais de 100 quilômetros até imergir sob os sedimentos do Grupo Tubarão, a nordeste. Característica importante é a sua imposição como linha limite entre a faixa de calcários, que se distribui desde nordeste de Cerro Azul até sudeste de Capão Bonito e as rochas metassedimentares, situadas a leste.

Fato de relevante importância, que poderá estar ligado ao falhamento, é a notável distribuição de ocorrências minerais, em sua zona de influência (Ex.: galena do morro do Chumbo - vide capítulo 9).

3) Falha dos Agudos Grandes - constitui, juntamente com a falha anterior, um sistema de falhas inversas ou de caracteres mistos, estando separadas por uma zona de fortes lineamentos estruturais concordantes com as atitudes das rochas encaixantes.

Inicia-se à altura do lineamento Ribeira, estendendo-se segundo N10°E e infletindo para N50°E, ao longo do Complexo Granítico Agudos Grandes. Seu prolongamento nordeste tende a confundir-se com a falha de Taxaquara.

O processo fluxional cataclástico, na zona de contato granito-metassedimento, acarretou o aparecimento de rochas bastantes diaclasadas, bem como milonitos e filonitos.

4) Ainda como grandes estruturas da parte meridional da área, encontramos os lineamentos Ribeira e Itapeúna, que se juntam nas proximidades de Eldorado, onde estão encobertos pelos sedimentos do rio Ribeira de Iguape, cujo curso apresenta indícios de controle tectônico. O reconhecimento do primeiro é dificultado, em longos trechos, devido à natureza plástica das rochas afetadas, as quais funcionam como elementos dispersores dos esforços, através de seus inúmeros planos de foliação. A continuidade do lineamento Ribeira encontra-se, provavelmente, no traço definido pela convergência das falhas de Cubatão e Itariri (área suspensa).

No interior de diversos corpos graníticos (Barreiro, Três Córregos, Espírito Santo, etc.) foram observadas zonas de rochas cataclásticas, a principal delas ocorrendo no granito Três Córregos, onde um sítio de milonitos, cataclasitos e brechas, de até 1 km de espessura, baliza a chamada falha do Morro Agudo, numa direção aproximada de N10°E.

Acima do paralelo 24°, como acidentes tectônicos responsáveis pela compartimentação em blocos da área, tem-se um

sistema nordeste, com envergamentos este-oeste, representado, freqüentemente, por zonas de falhas, onde foram originadas rochas cataclásticas, com vários níveis de trituração, tais como microbrechas, cataclasitos, milonitos e filonitos. Estes tipos petrográficos podem apresentar espessuras que variam desde alguns centímetros até centenas de metros (vide capítulo 6). Nesses locais foram observados elementos que denunciam a existência de falhas transcorrentes, em alguns pontos, porém, evidenciando caráter misto (transcorrente e inversa).

Como principais estruturas deste sistema citamos:

1) Falha de Jundiuvira (Y. Hasui *et alii, op. cit.)*- apresenta um traço que se inicia nas proximidades de Itu, onde emerge da cobertura paleozóica da bacia do Paraná. Na região da serra dos Cristais mostra um brusco arqueamento, que se repete a norte de Francisco Morato, daí continuando para E-W, passando a N45°E, à altura do seu cruzamento com a estrada Nazaré Paulista-Cachoeira.

   Esta estrutura é utilizada como elemento de separação entre os blocos Jundiaí-Mantiqueira e São Roque.

2) Falha de Taxaquara (W. T. Hennies *et alii, op. cit.)*- apresenta uma extensão de mais de 100 km, a partir da cobertura paleozóica da bacia do Paraná (região de Pilar do Sul), até se perder sob os sedimentos da bacia de São Paulo. Separa o bloco São Roque, a norte, do Cotia, a sul.

   Para sudeste, sua continuidade é sugerida pela falha dos Agudos Grandes. A partir de Barueri, até os sedimentos da bacia de São Paulo, seu traço aproxima-se de este-oeste, cuja continuidade poderá encontrar-se na falha do Alto da Fartura (norte de Mogi das Cruzes - vide volume II).

3) Falha de Caucaia (Y. Hasui, 1973) - apresenta, na área mapeada, uma extensão de mais de 95 quilômetros. Inicia-se sob os sedimentos da bacia de São Paulo, segundo S45°W, e atinge os limites do projeto, a sul de Tapiraí.

Suas evidências, nos arredores de São Paulo, podem ser encontradas nas proximidades do rio Pinheiros e em antigas pedreiras da Av. Corifeu de Azevedo Marques, no Bairro Butantã. Sua linha principal acompanha o traçado do rio Pirajussara.

Rochas cataclásticas, que atestam o falhamento, já tinham sido objeto de estudos por R. R. Franco (1956), nas proximidades da Cidade Universitária de São Paulo e de J. M. V. Coutinho (1972), quando este tratou dos "gnaisses de Embu".

Esta falha separa o bloco Cotia, onde predominam rochas granitóides (vide volume I), do bloco Juquitiba, constituído fundamentalmente por migmatitos estromáticos.

4) Falha do Rio Jaguari - desenvolve-se a partir do Jardim Marilena (Taboão), atingindo as nascentes do vale do rio Jaguari, a norte de Arujá, sendo seu trecho terminal balizado pelo vale do rio Buquira, a norte de São José dos Campos. A noroeste de Conjucas verifica-se uma bifurcação com a falha de Sertãozinho.

Seu prolongamento sudoeste sucumbe sob os sedimentos da bacia de São Paulo. Esta linha separa uma zona de predominância de metamórfitos Açungui (bloco São Roque) de um conjunto de embrechitos facoidais (bloco Cotia?).

5) Falha do Alto da Fartura - desenvolve-se ao sul da bacia de Taubaté, iniciando o seu traço a norte de Mogi das Cruzes (borda setentrional do granito da

serra do Itapeti), passando no cotovelo de Guaraqe-ma e a sul de Jambeiro, até atingir o Alto da Fartura.

5) Falha de Paraibuna - trata-se de uma falha que passa nas proximidades da cidade de Paraibuna, com traço N50°-60°E, em seu trecho observado. Sua expressão geomorfológica tende a se confundir com a falha de Cubatão (vide volume II).

Dentre os falhamentos interiorizados no bloco São Roque, salientamos os de Mairinque, Sertãozinho, Mandaqui, Piqueri e Pirapora.

Compondo o quadro das estruturas oriundas de esforços distensivos, encontramos o sistema sudeste-noroeste, como o mais representativo abaixo do paralelo 24°. Trata-se de um sistema de fraturas preenchidas por rochas básicas, originando verdadeiros enxames de diques, os quais são distribuídos, regionalmente, segundo N40°-60°W. As zonas de maior densidade foram assinaladas em Guapiara e na região Cerro Azul-Abapã-Socavão.

Essas estruturas são extensivas a sedimentos da sinéclise do Paraná, sendo caracterizadas, neste domínio, por intermédio de deslocamentos de camadas e anomalias na sub-horizontalidade dos estratos. Tem-se, em decorrência, mergulhos que podem ultrapassar 50°, fato admitido como reflexo de basculamentos de blocos.

Dentre as falhas normais do sistema sudeste-noroeste, salientamos as falhas verticais de Jaguariaíva e de Arapoti (sudoeste da área), responsáveis pelo *Horst* de Arapoti, apresentando rejeitos da ordem de 130 metros (A. J. Vieira e E. Maingué, 1972).

A norte do paralelo 24°, tem-se no *Graben* do Paraíba a estrutura mais conhecida, cuja borda norte é delimitada por uma falha aproximadamente paralela ao rio Parateí. Não foi possível estabelecer o traço do falhamento principal da bor-

da sul, em decorrência da falta de dados de campo e da densidade de lineamentos marcadamente paralelos, que compõem um sistema em torno de N50°-60°E (vide volume II). Entretanto, pequenas falhas foram observadas às proximidades dos limites noroeste e sudeste da bacia de Taubaté.

Também verificamos sítios de falhas transcorrentes, reativadas em gravitacionais, como é o caso da falha de Taxaquara, quando de sua conexão com o "Sistema da Cantareira" (principalmente com a estrutura do rio Jaguari), esboçando um controle tectônico à borda norte da bacia de São Paulo e, refletindo a reativação juro-cretácea, encontramos o dique de diabásio associado à falha do Alto da Fartura.

Na região sudeste da bacia de Taubaté, as fraturas associadas às intrusões de diabásio dispõem-se com maior freqüência para nordeste, contrariamente ao observado na parte meridional da área.

7.5 - Arranjo estrutural e tectônico

Na área abrangida pelo presente mapeamento foi possível delimitar três unidades, perfeitamente distintas, em relação aos espectos sedimentológicos e estruturais-metamórficos.

Dessa forma, acham-se representadas as áreas de rochas complexamente estruturadas (Complexo Gnáissico-Migmatítico e Grupo Açungui), a sinéclise do Paraná (rochas sedimentares não dobradas) e as bacias tectônicas encravadas no âmbito das rochas metamórficas.

7.5.1 - Metamorfitos complexamente estruturados

As características apresentadas pelas rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, em confronto com as do Grupo Açungui *sensu strictu*, acham-se acentuadas pela imposição de uma intensiva e extensiva tectônica rígida, possibilitando uma compartimentação em blocos tectônicos, primeiramente sugerida por Y. Hasui *et alii (op. cit.)* e Y. Hasui *(op. cit.)*.

Tal estruturação é reafirmada no presente trabalho, com base nas grandes falhas transcorrentes, anteriormente definidas (Jundiuvira, Taxaquara e Caucaia), e nas do Rio Jaguari, do Alto da Fartura e de Paraibuna, todas situadas acima do paralelo 24°.

Boas evidências de uma estruturação, nestes mesmos moldes, são encontradas abaixo do paralelo 24°, tomando como parâmetros os lineamentos Ribeira e Itapeúna e o falhamento de Cubatão (devendo-se assinalar a falha de Itariri como uma integrante do mosáico tectônico do bloco Costeiro).

As principais características encontradas nos inúmeros blocos do pré-Cambriano paulista são as que se referem aos elementos estruturais distintos e aos agrupamentos de rochas diferentes, colocados lado a lado ao longo daquelas descontinuidades. Desses agrupamentos litológico-estruturais depreende-se a complexa posição especial, resultante dos movimentos relativos dos blocos, expondo, atualmente, tipos litológicos e estruturas representativas dos níveis mais diversos do cinturão de dobramento. Dessa maneira, encontramos nos blocos Jundiaí, Cotia, Costeiro e, subordinadamente, no Juquitiba, material do provável embasamento, remobilizado em íntima associação com as rochas metassedimentares, relacionáveis às faixas mais profundas ou internas do geossinclínio Açungui, afetadas por processos metamórficos mais enérgicos e primeiramente envolvidos nos estágios iniciais do dobramento.

As rochas predominantes nestes blocos são os migmatitos homogêneos (embrechitos e anatexitos) e heterogêneos de alto grau de cristalinidade, ao lado de rochas granitizadas nos mais diferentes graus (migmatitos estromáticos e ectinitos metassomáticos em geral). Inúmeros corpos granitóides metassomáticos ou anatexíticos (sincinemáticos) têm ampla distribuição naqueles domínios. As rochas epimetamórficas do Grupo Açungui, incluindo metassedimentos psamíticos, pelíticos, psefíticos e químicos, distribuem-se, predominantemente, no âmbito do bloco São Roque, achando-se limitadas, abaixo do paralelo 24°, pelo lineamento Itapeúna e pela falha das Pi -

mentas. Uma componente relacionada ao lineamento Ribeira separa a faixa destas rochas daquela relacionada ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, a sudeste do granito Agudos Grandes.

Dentro da faixa de dobramento das rochas do Grupo Açungui destacamos o "sistema Apiaí-Iporanga", que, pelas suas características litoestratigráficas e estruturais, pode ser considerado, preliminarmente, como pertencente a um bloco tectônico limitado pelas falhas Figueira, Espírito Santo e pelo "lineamento" Ribeira. Em continuidade geográfica temos o anticlinório Tirivas-Anta Gorda, sitiado tectonicamente e expondo termos basais da seqüência Açungui.

Tem sido admitido um ambiente miogeossinclinal para a maior parte dos metassedimentos do Grupo Açungui (São Roque), podendo aqueles relacionados ao Complexo Gnáissico-Migmatítico ser colocados numa possível faixa eugeossinclinal. No entanto, em ambos os casos, não se tem elementos diagnósticos para caracterizar, precisamente, tais faixas.

As mesmas dúvidas podem ser levantadas quando analisamos o sentido de vergência, nas mais diferentes áreas de ocorrência das rochas metamórficas. Pode ser encontrado um padrão homogêneo para amplas e extensas faixas, apesar das inúmeras modificações ocorridas quando das intrusões graníticas e dos falhamentos posteriores. Dessa forma, a análise das atitudes de xistosidade, acamamento e os planos axiais, em determinadas regiões, mostra um comportamento mais ou menos constante. Assim, na porção sul da área mapeada (Folhas de Castro e Itararé) e, principalmente nesta última, podemos assinalar duas tendências, tendo, como zona de simetria, o batólito granítico Três Córregos. A noroeste deste corpo rochoso teríamos vergências para NW, enquanto que a sudeste, após a faixa de dobramento do "sistema Apiaí-Iporanga" (que se apresenta como um amplo sistema de dobras simétricas de flancos suaves), teríamos uma seqüência de rochas epimetamórficas intensamente dobradas, com predominância dos mergulhos para NW, sugerindo vergências para SE, no que concordam A. J. Melfi *et*

alii (1965) e S. Petri e K. Suguio (1969). Estes dados levariam à delimitação de um bloco, situado a sudeste, ao longo da costa sul-paulista. Estes altos emersos coincidem com ampla faixa intensamente migmatizada, incluindo charnoquitos e gnaisses kinzigíticos, que ocorre em vários locais do litoral paulista e pertencente ao denominado bloco Costeiro.

A análise do sentido das vergências acima do paralelo 24° tem apontado resultados que pouco esclarecem a montagem de um quadro de polaridade geossinclinal. Assim, estudos anteriores realizados por Y. Hasui *et alii (op. cit.)*, no bloco Jundiaí, reveleram vergências para NE, enquanto que análises de diversos setores do bloco São Roque mostraram-nas para NW, sugerindo a existência de um antepaís sob a cobertura sedimentar da sinéclise do Paraná. No entanto, em regiões a sul do paralelo 23°30", em áreas limítrofes à "dorsal granítica de Cotia", encontramos valores divergentes aos acima referidos em que as estruturas dobradas apresentam caimentos predominantemente para o quadrante NW. O mesmo ocorre para as porções mais orientais da Folha de São Paulo, cujos dados são compatíveis com aqueles encontrados na Folha de Itararé.

Em linhas gerais, a existência de massas migmatíticas bastante evoluídas, no bloco Costeiro, estendendo-se para o Estado do Paraná e ganhando aí grande representatividade em área, poderiam, de certa forma, ser definidos como altos do embasamento, à semelhança de maciços medianos e comportando-se como "antepaís intermediário" (J. Auboin, 1971), dentro de um esquema de "par duplo de simetria centrípeta".

Um exame nas porções situadas no bloco Jundiaí-Mantiqueira é deveras dificultado pelo elevado estágio de granitização atingido, bem como pela grande quantidade de rochas exibindo estruturas oriundas de processos cataclásticos.

7.5.2 - Coberturas sedimentares não dobradas

Localizada na porção sudeste da América do Sul, a bacia do Paraná ocupa, em território brasileiro, uma área de

1.000.000 km^2, podendo ser considerada como "bacia intracratônica" (C. A. Moore, *In:* A. A. Northfleet *et alii* (1969), *na qual não são registrados esforços compressivos que viessem a produzir dobras ou falhas inversas*. O tectonismo germanótipo imposto à bacia levou unicamente ao desenvolvimento de falhas tensionais, criando estruturas do tipo *Horst* e *Graben* (Ex: *Horst* de Arapoti e *Graben* de Cesário Lange). No entanto, durante o preenchimeto da bacia são evidenciadas flexuras de grande envergadura, afetando consideráveis áreas, refletidas pelos arqueamentos e depressões. Dentre estas mega-estruturas, a principal é o arco de Ponta Grssoa, cujo desenvolvimento máximo ocorreu durante o Permiano inferior, havendo retomadas esparsas no Permiano superior.

Fenômeno algo semelhante a esse arqueamento parece ter ocorrido na faixa Guapiara-Jucupiranga (evidenciado pelo mais denso enxame de diques de diabásio do Estado de São Paulo), à qual denominamos de "fissuramento de Guapiara".

Uma grande quantidade de falhas e fraturamentos, em parte condicionada por elementos estruturais mais antigos (reativação de antigas falhas pré-cambrianas, bem como aquelas originadas durante os fenômenos de arqueamento), foi retomada no Mesozóico, atingindo o seu clímax no Cretáceo. À esta atividade se associa o intenso magmatismo básico e alcalino, evento este referente ao episódio denominado de reativação Wealdeniana por F. F. M. de Almeida (1969). Os extensos derrames basálticos da bacia tiveram, sem dúvida, como vias de acesso, estas profundas fissuras.

A estrutura dômica de melhor representação nos sedimentos da bacia ocorre na região da serra de Araçoiaba, onde os sedimentos permo-carboníferos e seu próprio embasamento foram penetrados e levantados em mais de meio milhar de metros, pela possante intrusão alcalina ali situada. Outras estruturas dadas por aspectos morfológicos têm relação com blocos falhados ou com soleiras básicas, principalmente.

Os sedimentos cenozóicos alojados em áreas do planalto

Atlântico tem sua gênese ligada aos fenômenos de reativação das antigas linhas de falha cambro-ordovicianas, relacionadas a um provável "arqueamento dômico", alongado segundo NE, com desenvolvimento de um "*Graben* mediano", tendo o processo epirogenético modelado uma estrutura tipo *rift valley* (R. O. de Freitas, 1956 e F. F. M. de Almeida, 1971).

As atividades tectônicas durante a deposição dos sedimentos são bem evidentes, principalmente pela espessura do pacote Tremembé, cujas características sedimentológicas denotam uma deposição em regime de lenta subsidência, em ambiente lacustrino.

Após a sedimentação Tremembé, houve um recrudescimento desses movimentos gravitacionais (ocorrendo incipientes processos erosivos), para haver uma posterior retomada, durante a deposição da Formação São Paulo. Nesta fase, as atividades tectônicas estão melhormente impressas, sendo visíveis em diversos pontos, nas duas bacias, podendo, em muitos casos, caracterizar movimentos penecontemporâneos à sedimentação deste pacote, litologicamente imaturo.

Movimentos adiastróficos ocorrem, normalmente, podendo ser relacionados a processos de compactação diferencial ou simples acomodações, bem como a processos antrópicos localizados nos grandes centros urbanos.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, Fernando F. M. de - As Camadas de São Paulo e a Tectônica da Serra da Cantareira. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 4 (2): 23-40, set. 1955. |mapa tectônico|

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Fundamentos geológicos do relêvo paulista. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41: 169-273, 1964. |il.|

ALMEIDA, Fernando F. M. de - "Diferenciação tectônica da plataforma brasileira". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 23. Salvador, BA, 1969. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, p. 29-46. |mapa|

ALMEIDA, Fernando F. M. de - Geochronological division of the Pre-Cambrian of South America. *R. bras. Geoci.*, São Paulo, 1 (1): 13-21, dez. 1971.

AUBOIN, Jean - *Geossinclinais*. Tradução por MACHADO, Eurico R, *et alii*. Centro Acad. Estud. Geol., Univ. Fed. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2ª ed., 1971. 95 p. il.

BIGARELLA, João J. & SALAMUNI, Riad - Some paleogeographic and paleotectonic features of the Parana Basin. *In:* BIGARELLA, João J. *et alii* - *Problems in Brazilian Gondwana Geology*. Curitiba, p. 235-297, 1967.

COUTINHO, José M. V. - Meta-conglomerados e rochas associadas no Município de São Paulo. *Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, B., São Paulo, 186 (Mineral. 13): 5-56, 1955. il., mapa geol.

COUTINHO, José M. V. - "O falhamento de Cubatão". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25. São Paulo, SP, 1971. *Soc. Bras. Geol.*, B. espec. nº 1, p. 130-131. resumo

COUTINHO, José M. V. - *Petrologia do pré-Cambriano em São Paulo e arredores*. Tese (livre Doc. Petrol.). Inst.Geoci. Univ. S. Paulo, B., São Paulo, nº 3, p. 5-99, ago.1972. il., mapa geol.

DAVINO, André - *Estudos geológicos e geofísicos da Serra de Araçoiaba e arredores, Estado de São Paulo*. Tese (Dout. Geol.) Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo, São Paulo, 1965. 49 p. il.

FRANCO, Rui R. - Migmatitos de textura gnáissica dos arredores de São Paulo. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 5(1): 39-69, mar. 1956. il.

FREITAS, Ruy O. de - Considerações sôbre a tectônica e a geologia do Vale do Paraíba. *Eng. Miner. Metal.*, Rio de Janeiro, 24 (143): 276-283, nov. 1956.

HASUI, Yociteru - *Tectônica da área das Folhas de São Roque e Pilar do Sul*. Tese (livre Doc. Geol. Geral). Inst.

Geoci. Univ. S. Paulo, São Paulo, 1973. 190 p. |il., 2 mapas geol.|

HASUI, Yociteru *et alii* - "Geologia do Grupo São Roque". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 23. Salvador, BA, 1969. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, p. 101-134. |il., mapa geol.|

HENNIES, Wildor T. *et alii* - "O falhamento transcorrente de Taxaquara". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 21. Curitiba, PR, 1967. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, p. 159-168. |mapa geol.|

KING, Lester C. - A geomorfologia do Brasil Oriental. *R. bras. Geogr.*, Rio de Janeiro, 18 (2): 147-265, 1956.

MELFI, Adolpho J. *et alii* - Reconhecimento fotogeológico de parte do Grupo Açungui. *Bragantia*, Campinas, 24 (34): 447-474, 1965. |il., mapa geol.|

NORTHFLEET, A. A. *et alii* - Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná. Brasil. *Petrobrás*, B. Téc., Rio de Janeiro, 12 (3): 291-346, jul./set. 1969. |il., mapas|

PETRI, Setembrino & SUGUIO, Kenitiro - Sôbre os metassedimentos do Grupo Açungui do extremo sul do Estado de São Paulo. *Conv. Secr. Obras Públ. - Fac. Fil. Ci. Letr. Univ. S. Paulo*, São Paulo, 1969. 98 p. |il.|

VIEIRA, A. J. & MAINGUÉ, E. - Geologia de semi-detalhe do centro e nordeste do Paraná e o centro-sul de São Paulo. Brasil. *Petrobrás*, Rel. DESUL, Ponta Grosse, nº 425, 28 p., dez. 1972. |il.|

WASHBURNE, Chester W. - Petroleum Geology of the State of São Paulo. *Commiss. Geogr. Geol. S. Paulo*, B., São Paulo, nº 22, 1930, 282 p.

8 - GEOLOGIA HISTÓRICA

Analisando o quadro dos termos litológicos da área estudada, representados mormente por rochas pré-cambrianas granitizadas, chega-se à conclusão de que uma narrativa da geologia histórica deixa muito a desejar, em virtude da qualidade de informações que se consegue adquirir num mapeamento em escala regional. Requer-se, para essa finalidade, uma boa soma de dados químicos, geocronológicos, paleomagnéticos e, sem dúvida, no que se refere a micro e mesoestruturas, não obtidos neste trabalho.

Entretanto, devido às grandes transformações sofridas pelas rochas e à profunda alteração de suas posições originais, sempre restarão sérias lacunas no conhecimento cronológico, o que manterá o assunto continuamente em campo polêmico.

As rochas mais antigas da região podem ser situadas como pertencentes a um ciclo orogênico pré-Brasiliano, Grupo Paraíba de H. Ebert (1956), e ao ciclo Brasiliano (Grupo Açungui). Este último, com desenvolvimento no intervalo de 700 a 450 milhões de anos, é o de mais fácil caracterização, principalmente no que diz respeito aos metamorfitos epizonais. Por outro lado, o enquadramento das rochas pertencentes ao chamado Complexo Gnáissico-Migmatítico (migmatitos estromáticos e facoidais, granitos gnáissicos, anfibolitos, anfibólio-xistos, etc.), num e noutro ciclo, é bastante difícil, ao nível das informações que possuímos. Entretanto, devemos ressaltar que não existe um marcante divórcio entre os tipos litológicos inseridos no contexto do Complexo Gnáissico-Migmatítico e as unidades marcadamente Açungui. Nenhuma discordância foi verificada, aparecendo, tão-somente, concordância em termos de foliação e descontinuidades por intermédio de acidentes tectônicos (falhas).

A dimensão do problema da separação é aumentada pelo intenso rejuvenescimento das rochas pré-Açungui, no ciclo Brasiliano. Datações em espécimes oriundos de maciços pré-cambrianos do Estado de São Paulo, em minerais como muscovi-

ta, feldspato e anfibólio, pelo método K/Ar, denunciam uma maior freqüência em torno de 450 e 500 m. a. (fase epirogênica do geossinclínio Açungui, resfriamento regional), enquanto que, somente três datações, dentre as de nosso conhecimento, revelaram idades mais elevadas, Análises efetuadas por U. G. Cordani e I. Bittencourt (1967), em um migmatito (sudeste de Jacupiranga, BR-116) e em um epidiorito (Penhinha), acusaram idades K/Ar de 1.380 ± 45 m. a. e 1.360 ± 110 m. a., respectivamente, ao passo que o anfibolito de Ermida (Jundiaí) foi datado em 1.036 m. a. por Y. Hasui e M. Hama (1972). Estes valores induzem uma afirmação mais consistente da presença de rochas mais antigas que o Açungui, nos terrenos estudados, podendo aflorar em núcleos de geoanticlinais, ou mesmo em moldes de *nappes* ou "lascas" tectônicas.

Levando em conta o que foi analisado acima, iniciamos a Geologia Histórica a partir do pré-Cambriano superior, como segue:

A deposição dos sedimentos Açungui teve lugar num ambiente geossinclinal, no pré-Cambriano superior (antes de 700 m. a.), de substrato mais siálico-continental do que oceânico. Isto é, uma região da crosta instável, *"onde os sistemas de dobramentos de ciclos anteriores não tiveram condição de consolidá-la definitivamente"* (E. O. Ferreira, 1972). A deposição é caracterizada por material pelítico, psamítico , químico e, subordinadamente, psefítico, aos quais associam-se produtos do magmatismo precoce. Na opinião de S. Petri e K. Suguio (1969), através de estudos efetuados abaixo do paralelo 24° (onde os epimetamorfitos Açungui encontram-se bem representados, além de serem as rochas mormente de origem marinha), ter-se-ia *"boa parcela de ambiente misto e, talvez, continental"* (norte do granito Três Córregos). O ambiente característico seria de plataforma continental, com parte dos metassedimentos da Formação Itaiacoca caracterizando a região costeira. Esta formação é a única que contém estruturas organógenas, originadas por algas *(Collenia itapevensis)*, cujas ocorrências, associadas à ampla faixa de mármores dolomíticos

e calcíticos subordinada, empresta forte subsídio para a caracterização do seu ambiente de sedimentação. Admite-se, por isso, que o regime fosse de águas rasas, tranqüilas e bastante iluminadas, em clima tropical.

As unidades sedimentares do material mencionado foram metamorfizadas na fácies dos xistos verdes, tendo-se, então, filitos, quartzitos, metassiltitos, mármores calcíticos e dolomíticos, metaconglomerados, metaarcósios e metabasitos, enquanto os termos basais são fixados como micaxistos e gnaisses.

A fase orogênica principal ocorreu em torno de 650 m. a., quando se desencadeia a formação das grandes formas estruturais: dobras isoclinais, recumbentes e mesmo *nappes* (estes de difícil caracterização, em vista da configuração dos níveis tectônicos atuais) - no campo plástico; falhas inversas, de cavalgamento (sobreescorregamento) ou de caracteres mistos - no campo rígido. É uma fase de metamorfismo regional, em que se verifica o desenvolvimento de uma foliação de plano axial (xistosidade), bem como a intrusão de corpos graníticos (granito Itapeúna?). Associa-se à nível de infraestrutura, com fenômenos petrogenéticos, tais como metassomatismo e anatexia (maturação de corpos que dariam origem aos granitos sincinemáticos).

Os eventos metamórficos e de formação dos grandes batólitos graníticos distribuem-se até cerca de 600 milhões de anos. Este intervalo de tempo é muito importante para a configuração mineralógica dos metamorfitos Açungui epizonais, tendo-se em vista as modificações acarretadas com a penetração do "magma" granítico, estabelecendo pulsações zoneográficas num conjunto matamorfizado na fácies dos xistos verdes. Em decorrência, os mesmos passam a possuir, em direção aos maciços graníticos, uma mineralogia indicadora de maior grau metamórfico, isto é, passando-se, da zona da clorita para a da biotita, granada, estaurolita e sillimanita. Ocorrem, então, fenômenos de metamorfismo de contato, com geração de rochas termometamórficas, bem como concentrações de minerais

econômicos. É nesta fase da edificação das grandes massas graníticas orogênicas que se processaram, provavelmente, as concentrações de minerais de chumbo e zinco do vale do Ribeira, como efeito de uma remobilização do material de infra-estrutura.* Ocorreu, também, uma retomada de dobramentos em escala setorial, associando-se, ainda, uma ativação no processo metassomático, em sistemas sob regime de forças compressivas, invasão da migmatização na zona dos micaxistos inferiores e gnaisses superiores e um trabalho mais ou menos similar em rochas do Açungui e basais, já bastante transformadas, compondo, neste nível tectônico, um conjunto de rochas de difícil separação.

A fase pós-orogênica mais importante ocorreu em torno de 540 m. a. e que corresponde, provavelmente, a algumas intrusões graníticas do "cinturão orogênico Ribeira" (*In:* U. G. Cordani e K. Kawashita, 1971).

Ao limiar do Ordoviciano, o sistema dobrado começa a erguer-se, culminando o fenômeno (epirogênese) em torno de 450 m. a. (resfriamento regional). Verifica-se, nestes tempos, em domínios do sistema, uma intensa erupção ígnea de composição ácida e intermediária, desencadeando-se uma pequena reativação de antigas fraturas (direção NE), que deram vazão ao magma. Durante esse episódio, sedimentos terrígenos, resultantes da erosão acelerada das regiões formadas pelo recente soerguimento, depositaram-se nas restritas bacias às bordas da cadeia de montanha. Esses sedimentos acumulados, notadamente arcosianos e conglomeráticos, constituem a seqüência molássica do Grupo Castro.

Em seguida, as massas rochosas experimentam a ação de esforços compressivos, aproximadamente perpendiculares aos orogênicos, os quais são responsáveis por grandes falhamentos transcorrentes (NE e ENE), em cujos sítios são confeccionadas rochas tais como milonito-gnaisses, cataclasitos, microbrechas e mesmo filonitos. Estas falhas são balizadas, em alguns trechos, por antigas suturas orogênicas, anteriormente

---

* *Observação: Idades de Pb revelaram valores até 1.100 m. a., segundo E. C. Damasceno e J. S. Bettencourt (1968).*

recristalizadas ou metassomatizadas. Em decorrência, modela-se uma compartimentação em blocos das rochas pré-cambrianas e eopaleozóicas.

No Siluriano, a plataforma Brasileira já apresentava uma certa estabilidade, permanecendo a vida confinada aos oceanos, devido às melhores condições de temperatura. Segue-se, um regime oscilatório simples, que acarretou subsidências de extensas regiões, do que resultou a sinéclise do Paraná. Neste período iniciou-se a era das ingressões marinhas, de caráter epicontinental, sobre a plataforma Brasileira. Após a regressão do mar siluriano, médio a superior, desenvolveu-se um longo intervalo de erosão (pré-devoniana), que teria destruído grande parte dos terrenos do flanco oriental da bacia intracratônica. A completa falta de evidências do período Siluriano vem corroborar essa idéia.

Em tempos devonianos tem-se a bacia intracratônica do Paraná, quase totalmente configurada como um ambiente autônomo de sedimentação, cujo clímax teria lugar no Permiano.

É no Devoniano que a bacia experimenta a sua mais importante transgressão marinha. O mar invadiu, conseqüentemente, uma extensa faixa, que já se achava aplainada e bastante intemperizada. Nesta ambiência inicia-se a acumulação dos sedimentos da Formação Furnas, em permanente estabilidade tectônica. Estes sedimentos jazem em discordância angular e erosiva sobre as rochas pré-cambrianas e eopaleozóicas, mostrando uma grande homogeneidade, fácies marcantemente arenosa e uma proeminente estratificação cruzada. *"A deposição do Arenitos Furnas deu-se, muito provavelmente, em um mar epicontinental raso onde predominam duas tendências de correntes marinhas, uma vindo do E e outra NNE. O arenito foi formado num ambiente de 'offshore', próximo à linha de costa e abaixo do nível de base de deposição"* (J. J. Bigarella *et alii*, 1966). Nesta formação ressalta-se a ação das ondas sobre o pretérito regolito, bem como a influência das correntes marinhas no material depositado.

Devido à estabilidade do mar devoniano, os sedimentos em suspensão e em solução foram calmamente armazenados, num regime sedimentar de águas rasas, dando origem a uma nova formação (Ponta Grossa). Houve movimentos penecontemporaneamente à deposição dos folhelhos Ponta Grossa, atestados por lentes arenosas e conglomeráticas (A. A. Northfleet *et alii*, 1969). Durante a confecção destas rochas, segundo opinião de G. Ludwig e A. N. Ramos, processa-se uma transgressão e uma regressão marinhas (*In:* A. A. Northfleet *et alii, op. cit.*). Neste período houve grande profusão da fauna.

Segue-se um levantamento epirogênico da bacia, provavelmente entre o *Fameniano e Westphaniano*, ao qual se associa uma fase de erosão (que envolve o Sistema Devoniano) e não deposição do Carbonífero inferior. Em decorrência, sucede uma regressão do mar, possibilitando uma evolução da fauna e da flora (vide capítulo 6).

Após o aplainamento da superfície, inicia-se a deposição das unidades basais do Grupo Tubarão, marcada, acima do paralelo 24°, por uma sedimentação continental (carbonífero superior) e mesmo, neste tempo, um prenúncio de um lento basculamento para sul. Associa-se uma transgressão, não mais tão ampla como as anteriores, prolongando-se até o Permiano inferior. Esta transgressão só atingiu algumas áreas do ambiente deposicional, como revelam as rochas do Grupo Tubarão e outras formações carboníferas, que são, só em parte, marinhas. No propício ambiente úmido do Carbonífero, a vida dos insetos proliferou intensamente. O Permiano inferior é marcado por sedimentos marinhos e glaciais, com implicações deposicionais com aquela ingressão do mar.

"O Arco de Ponta Grossa teria atingido seu desenvolvimento máximo neste período e de tal modo afetou a sedimentação Itararé, na área, que teria provocado o desenvolvimento de areias na formação, e a individualização de duas bacias profundas, em que predominam sedimentos argilosos, uma ao sul de São Paulo e outra em Santa Catarina" (A. A. Northfleet, *et alii*, 1969).

Durante o Permiano inferior ocorre uma nova regressão do mar (Itararé), ao qual se associa a deposição dos arenitos da base da Formação Rio Bonito e sedimentos do topo do Itararé, bem como transformações na vida sobre a plataforma. Contemporaneamente, as geleiras avançaram. Este ambiente experimentou um clima bastante rigoroso, produzindo, dessa forma, intensas modificações na flora e na fauna (vide capítulo 6).

Quanto às implicações das glaciações permo-carboníferas na sedimentação, ressalta-se que deve ter ocorrido uma certa contemporaneidade com as transgressões marinhas. Com isso o Grupo Tubarão (Subgrupo Itararé), face às várias condições de deposição, provavelmente conjugadas, ficou representado pela associação de sedimentos de origem glacial, flúvio-glacial, marinha, etc..

Os sedimentos da Formação Irati (Permiano superior) são considerados como depositados em ambiente restrito, enquanto que os da Formação Serra Alta *"indicam deposição em águas calmas e profundas de um mar interior"* (A. J. Vieira e E. Mainguê, 1972). Para a Formação Teresina, os mesmos autores admitem um ambiente dominantemente *"de extensas planícies de marés de uma bacia intra-continental de águas salobras"*.

Uma transgressão no Permiano médio dá lugar a uma acumulação de material arenoso e síltico, representada pelo nível superior da Formação Palermo. Esta é diagnosticada, por alguns pesquisadores, como marinha de águas rasas.

No permiano superior (topo do Irati), a bacia é palco de uma *"sucessão de ambientes cada vez mais rasos e mesmo continentais"* (A. A. Northfleet *et alii, op. cit.)*, cujos reflexos tem lugar nos sedimentos de planícies de marés do Subgrupo Estrada Nova.

Não foram mapeados sedimentos representativos do Permiano superior, em seu estágio final, tendo-se, a partir desta epoca, condições de deposição continental, vigorantes até o presente.

Rochas sedimentares jurássico-triássicas não foram encontradas na área, Assim sendo, havia, nestes períodos, francos processos erosivos (ciclo Gonduana), com fornecimento de material para o ambiente deposicional da Formação Botucatu, localizada em sua parte ocidental (fora dos limites do mapa). Nestes tempos a bacia perde a sua autonomia.

No Jurássico há o desenvolvimento do deserto Botucatu, iniciando-se, ainda (Jurássico superior), a tectônica distensiva, que modificaria a superfície de aplainamento desenvolvida durante o ciclo Gonduana. Tem, assim, início a tectônica tafrogênica, que se desenvolveu até o Cretáceo inferior, que tudo indica relacionar-se com a separação do continente Gonduana. A este evento associam-se intrusões e derrames de magmas básicos (Formação Serra Geral), bem como alcalinos. Diversas falhas e fraturas são reativadas, servindo de conduto para as ascenções magmáticas. Outras estruturas são desenvolvidas, como, por exemplo, o *Horst* dômico de Araçoiaba, associado à intrusão alcalina de Ipanema. Em conexão com as intrusões alcalinas, ocorre o processo de fenitização.

Provavelmente no Cenomaniano (110 m. a.) ocorreu uma recorrência daquela tectônica, devendo-se à mesma os deslocamentos em camadas do Aptiano-Albiano, verificados em outras regiões.

Ainda podemos assinalar uma segunda recorrência tectônica, datada como cretácica superior a terciária, à qual associam-se intrusões alcalinas. Por outro lado, tem início a edificação das serras do Mar e da Mantiqueira. A esse evento (Terciário) filia-se o aparecimento de falhas gravitacionais, aproveitando ou não antigas linhas tectônicas, sendo responsáveis pelo modelo estrutural de blocos escalonados, cujos reflexos manifestam-se no *Graben* do Paraíba (bacia de Taubaté) e na bacia da borda falhada de São Paulo. Esta tectônica é extensiva até o Quaternário.

Em virtude de os falhamentos acarretarem uma estagnação na drenagem, a bacia de Taubaté apresenta uma sedimentação original do tipo lacustrina, em regime de uma gradual

subsidência (Formação Tremembé). Após uma fase de não deposição, segue-se uma deposição de planície de inundação (Formação São Paulo, Plio-Pleistoceno).

Este período de falhamentos terciários é muito importante no que tange às modificações imprimidas na vasta superfície de aplainamento esculpida no ciclo Sul-Americano, onde já se encontravam exumados diversos corpos alcalinos. É um evento que modificou pór completo a antiga superfície de aplainamento, ocasionando a formação de um modelado bastante movimentado e compartimentado, alterando a configuração da drenagem e o regime de sedimentação.

Referências bibliográficas

BIGARELLA, João J. *et alii* - Estruturas e texturas da Formação Furnas e sua significação paleogeográfica. *Inst. Geol. Univ. Fed. Paraná*, B., Curitiba, nº 18, 1966. 114 p. [il.]

CORDANI, Umberto G. & BITTENCOURT, Igor - "Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 21. Curitiba, PR, 1967. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, p. 218-233.

CORDANI, Umberto G. & KAWASHITA, Koji - "Estudo geocronológico, pelo método Rb/Sr, das rochas graníticas intrusivas do Grupo Açungui". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25. São Paulo, SP, 1971. *Soc. Bras. Geol.*, B. Espec., São Paulo, nº 1, p. 176. [resumo de comunicações]

DAMASCENO, Eduardo C. & Bettencourt, Jorge S. - " Idades relativas de mineralização de chumbo de Panelas e de Itapirapuã". *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 22. Belo Horizonte, MG, 1968. *Soc. Bras. Geol.*, B. Espec., São Paulo, p. 32 [resumo de comunicações]

EBERT, Heinz - Relatório anual do Diretor. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, Rio de Janeiro, p. 97-107, 1956.

FERREIRA, Evaldo O. - Carta Tectônica do Brasil - Notícia Explicativa. Brasil, *Dep. Nac. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 1, 1972. 19 p.,

HASUI, Yociteru & HAMA, Morio - Geocronologia do Grupo São Roque pelo método do potássio-argônio. *R. bras. Geoci.*, São Paulo, 2 (1): 18-24, mar. 1972. Iil.I

NORTHFLEET, A. A. *et alii* - Reavaliação dos dados geológicos da bacia do Paraná . Brasil. *PETROBRÁS*. B. Téc., Rio de Janeiro, 12(3): 291-346, jul./set. 1969. Iil., mapas I

VIEIRA, A. J. & MAINGUÉ, E. - Geologia de semi- detalhe do centro e nordeste do Paraná e do centro - sul de São Paulo. *PETROBRÁS*, Ponta Grossa, Rel. DESUL nº 425,IS. ed,I dez. 1972. 48 p. Iil.I

9 - GEOLOGIA ECONÔMICA

9.1 - Considerações gerais

Os materiais de construção ocupam lugar de destaque entre os bens minerais da área, não só pela sua utilização, como, também, pela grande reserva existente. O motivo principal da intensa exploração desses materiais é o crescente desenvolvimento do Estado, de modo que há uma constante expansão de obras de engenharia.

A província metalogenética mais conhecida e promissora é, sem dúvida, a do vale do Ribeira. Analisando as suas principais ocorrências de elementos metálicos, observamos, de imediato, a grande importância do chumbo e, subordinadamente, do cobre, da prata, do zinco, do ouro e do bário, confinados às faixas carbonáticas, principalmente do sistema de dobramento Apiaí-Iporanga (faixa central da Folha de Itararé).

As jazidas minerais da área originaram-se por diversos processos de concentração, relacionando-se à ação do metamorfismo, à atividade magmática, ao enriquecimento por intemperismo e aos ambientes sedimentares.

A ação do metamorfismo em materiais pré-existentes originou jazidas de não-metálicos, tais como grafita (Bairro do Turvo e Córrego da Lavra) e talco (serras do Rio Branco e Guaraú). Os processos metamórficos são responsáveis, também, pela formação das jazidas sedimentar-metamórficas de chumbo e associados da província metalogenética do vale do Ribeira. Esses depósitos apresentam-se em rochas carbonáticas do Grupo Açungui e sua origem é atribuída à remobilização de material singenético, cuja acumulação sofreu controle estratigráfico e estrutural. O Grupo Açungui ainda inclui importantes depósitos de calcário, utilizáveis na fabricação de cimento e cal, bem como outros mais dolomíticos, usados como corretivos de solos.

Outros depósitos minerais foram formados por processos ligados diretamente às intrusões ácidas. Assim, em deter-

minada fase, soluções residuais ricas em água e silicatos formaram pegmatitos, contendo principalmente feldspato, quartzo e mica (pegmatitos de Perus e faixa pegmatítica Tapiraí-São Luís do Paraitinga). Por outro lado, emanações contendo minerais de valor (ouro) formaram vieiros hidrotermais (Morro do Ouro - Apiaí). Noutros locais, a penetração de vieiros em fendas profundas das rochas encaixantes de certos maciços graníticos promoveu a formação de jazidas hipotermais (pneumatolíticas), com desenvolvimento de cassiterita e wolframita, associados a quartzo, feldspato, mica e topázio.

Os processos de sedimentação entre o Carbonífero e o Permiano levaram à formação das jazidas de carvão de Cerquilho e Tatuí, pela acumulação de materiais orgânicos, em pequenas bacias localizadas. No Permiano, às custas de restos de organismos e vegetais em ambiente redutor, formaram-se depósitos de folhelhos oleígenos (Formação Irati).

Contemporaneamente e logo após o magmatismo básico mesozóico, tanto os terrenos pré-cambrianos, como os da bacia do Paraná, foram palco de intensa manifestação de magmatismo alcalino. Ao magmatismo alcalino mais antigo (120 - 135 m.a.) acham-se associados as principais ocorrências minerais da área, tais como as jazidas de apatita de Jacupiranga e de Araçoiaba da Serra, sendo mais restritas ou desprovidas de mineralizações as intrusivas predominantemente sieníticas, de idade mais jovem (60 - 110 m. a.).

Os folhelhos pirobetuminosos terciários são encontrados no vale do Paraíba do Sul, onde a bacia pliocênica (Formação Tremembé) é constituída pela alternância de camadas de folhelhos oleígenos e de argilas.

Os processos de intemperismo conduziram à formação de jazidas minerais, mediante a alteração das rochas e ulterior enriquecimento de certos componentes (Ni, Fe, Ba, etc.). Esse processo é muito generalizado na área, sendo constatado na maioria das jazidas conhecidas. O mais importante depósito supergênico é aquele de Ni, originado no complexo ultrabásico-alcalino de Jacupiranga (Ribeirão do Joelho).

O enriquecimento residual foi fator de grande importância na concentração de apatita, naquele complexo.

Concentrações lateríticas associadas às superfícies de erosão do ciclo Sul-Americano, bem como aos maciços alcalinos (ricos em minerais de ferro primário) acham-se representadas em inúmeros locais.

O ouro aluvionar foi explorado em terrenos quaternários dos antigos e modernos leitos dos rios Iporanga, Etá, Pedro Cubas, entre outros, que receberam os produtos da desagregação de zonas primariamente mineralizadas a ouro.

A seguir, apresentamos uma tabela das fases metalogênicas, de acordo com a evolução geológica da área, incluindo as principais localidades:

TABELA IV : QUADRO MINERALOGÊNICO DA REGIÃO SUDESTE DE SÃO PAULO E NORDESTE DO PARANÁ.

Período	Estádio *	Tipos	Mineralogênese	Litologia	Localidades
Quaternário	Reativação	Aluvionar	Au, diamante, (Ti)	Aluviões em geral	Au - rios Iporanga, Etá, Pedro Cubas, Catas Altas, etc. Diamante - rios Verde e Jaguaricatu.
Terciário	Reativação	Sedimentar	(Pirobetumes)	Folhelhos	Roseira e Quiririm (fora da área).
	Reativação	Supergênico	Ni, P, Mn, Fe, e óxidos de Cu e Pb	Complexos ultrabásico-alcalinos e crostas lateríticas	Ni, P e Fe - Cajati (Jacupiranga). Fe - ribeirão da Ilha. Cu - Santa Blandina. Pb - Furnas.
Jurássico a Cretáceo	Reativação	Alteração Hidrotermal	Vermiculita	Rochas alcalinas	Congonhal (Tatuí).
	Reativação	Hipogênico	P, Ba, Ni, (Nb, U, Th, Ti)	Complexos ultrabásico alcalinos	Cajati (Jacupiranga), Ipanema (Araçoiaba da Serra) e Banhadão (Cerro Azul).
Devoniano a Permiano	Estabilização	Sedimentar	Pirobetumes	Folhelhos, (calcários)	(Tatuí, Itapetininga).
	Estabilização	Sedimentar	Carvão	Arenitos, folhelhos, siltitos	Tatuí e Tietê.
	Estabilização	Sedimentar	Dolomitos	-	Tietê, Pereiras, Tatuí.
Pré-Cambriano Superior a Cambro-Ordoviciano	Geossinclinal - Translação	Hidrotermal	Au	Vieiros de quartzo	Apiaí, Cavalo Magro e Jaraguá.
	Geossinclinal - Translação	Hidrotermal	Pegmatitos	-	Perus e faixa pegmatítica Tapiraí - São Luiz do Paraitinga.
	Geossinclinal - Translação	Metassomático	Sn, W, Cu	*"Greisens"* e escarnitos	W e Sn - Fazenda Inhandjara. Cu - Fazenda Sta. Blandina.
	Geossinclinal - Translação	Sedimentar-Metamórfico (regional e contato)	Pb, Ag, Zn, Au, Cu, Ba, talco e grafita.	Calcários e dolomitos metamórficos, quartzitos e xistos.	Pb (Ag, Au, Cu, Zn) - Panelas, Ribeirão do Rocha, Furnas etc. Cu - Perau (Adrianópolis). Ba - ribeirão São Bento (Adrianópolis). Talco - Socavão e Abapã. Grafita - Bairro do Turvo e Córrego da Lavra (Eldorado).
	Geossinclinal - Translação	Sedimentar-Metamórfico (regional e contato)	Mármores calcíticos e dolomíticos	-	Vale do Ribeira, Salto de Pirapora, etc.
	Geossinclinal - Translação	"Retrometamórfico"	Talco	Rochas ultrabásicas retrometamorfizadas	Serras do Guaraú e Rio Branco

* Conf. F. F. M. de Almeida, 1969, mod.

CPRM

9.2 - Ocorrências minerais de elementos metálicos

9.2.1 - Chumbo

O chumbo é um dos principais produtos da indústria mineral da área, ocorrendo com freqüência na província metalogenética do vale do Ribeira, em geral sob a forma de sulfeto (galena - PbS). Associados ao mesmo encontramos outros elementos metálicos, tais como prata, ouro, cobre e zinco.

O exame do mapa geológico mostra-nos que as inúmeras ocorrências plumbíferas da região encontram-se associadas às rochas carbonáticas, pertencentes ao Grupo Açungui, as quais constituem extensas faixas lentiformes, aflorando desde as imediações de Cerro Azul (PR) até as proximidades da localidade de Espírito Santo (SP). Com base nas concentrações conhecidas do vale, podemos individualizar quatro regiões: Panelas de Brejaúva, Ribeirão do Rocha, Espírito Santo e Furnas-Lageado. Entretanto, somente em Panelas e no Ribeirão do Rocha o chumbo está sendo minerado, tendo sido explorado apenas temporariamente nas demais regiões. O tipo de jazimento é, em geral, constante, preenchendo a galena fraturas (em Panelas e Ribeirão do Rocha) ou, então, formando bolsões descontínuos, grosseiramente alinhados (em Furnas-Lageado), tornando a lavra bastante difícil, nesse caso.

A jazida de Panelas é constituída por duas zonas mineralizadas, nas quais o minério ocorre em filões nitidamente paralelos às camadas calcárias dobradas. A direção predominante dos eixos das dobras é de N60°E, com mergulhos variando de 60° a 80° para NW.

A paragênese da jazida de Panelas é formada por galena, pirita e pirrotita, como minerais primários principais, e, em pequenas quantidades, calcopirita, blenda e estibinita. Segundo G. C. Melcher e R. F. Johnson (1957), "*a zona de oxidação, de profundidade raramente inferior a 20 m, contém limonita, cerusita, além de pouca malaquita e óxidos de antimônio. A ganga é constituída, essencialmente, por quartzo e calcita*".

A reserva de Panelas, de acordo com os últimos resultados obtidos, é de 320.000t de minério com teor médio de 5% de Pb, aproximadamente, e 1,500 gramas de prata por tonelada de chumbo.

No distrito plumbífero de Ribeirão do Rocha, o jazimento é formado também por vieiros mineralizados, encaixados em calcários bem estratificados. Nesta localidade, os depósitos oxidados são considerados mais econômicos que os primários, pelo fato de estes necessitarem, em geral, processos de lavra mais complicados. Sua reserva foi cubada em torno de 160.000t com teor médio de 5% de Pb.

Outras ocorrências plumbíferas de pequeno porte foram cadastradas na região, que, por suas características, carecem de importância econômica. Entretanto, merecem destaque aquelas recentemente descobertas em Água da Limeira, Município de Iporanga, pelos elevados teores de Pb contidos.

A origem dessas jazidas de chumbo continua no campo das conjecturas, apesar de vários estudiosos terem pesquisado profundamente o problema. No item anterior tecemos alguns comentários sobre a gênese de tais depósitos, chegando-se à conclusão, com base na literatura e no posicionamento dessas ocorrências, geralmente próximas a corpos graníticos intrusivos, de que as mineralizações seriam singenéticas à formação do Grupo Açungui, tendo sido remobilizadas e concentradas quando da intrusão dos granitos.

9.2.2 - Cobre

O cobre ocorre em várias regiões, destacando-se a jazida de Santa Blandina (Itapeva). Atualmente, é explorada pela Cia. Almeida Prado, sendo o produto utilizado na elaboração de pedras ornamentais e na obtenção de sulfatos de cobre. O teor médio do minério é de cerca de 4% de Cu e sua paragênese está assim constituída: calcopirita, bornita, malaquita, azurita e crisocola. A produção aproximada da usina de beneficiamento, instalada no local, é de 900 kg de sais de cobre por dia, com 99% de pureza.

M. R. de Arruda (1971) concluiu que a ocorrência é constituída por um vieiro de direção N40°E, encaixado em metassedimentos calcossilicatados do Grupo Açungui. Essas rochas são cortadas por um dique de diabásio de direção N18°W, ao passo que a sudeste da jazida aflora um corpo granítico, *"que teria sido a fonte dos fluidos magmáticos mineralizantes"*. Alguns metros da encaixante, próxima aos contatos do vieiro, foram intensamente escarnitizados antes da mineralização cuprífera, com desenvolvimento de pequenas fraturas preenchida principalmente por microclínio. Os minerais primários seriam a calcopirita, pirita e possivelmente a bornita, sendo depositados juntamente com o quartzo e o epidoto, este tardiamente. Esta mineralização deu-se preferencialmente em fraturas da rocha escarnitizada, ocorrendo processos metassomáticos intensos, com remobilização dos constituintes e consequente ocupação dos espaços pelos sulfetos e silicatos primários.

A presença de dique de diabásio é considerada como um fator importante na configuração atual da jazida, onde o mesmo, funcionou como barragem natural às águas subterrâneas, facilitando, deste modo, a intensa oxidação dos sulfetos primários e formação dos minerais secundários (malaquita, azurita, bornita, calcocita, crisocola, goethita e outros hidratados de ferro e cuprita).

A ocorrência cuprífera de Perau, em fase final de pesquisa, localiza-se ao longo do ribeirão Grande, Município de Adrianópolis, sob a forma de disseminações e preenchimentos de fraturas em gnaisses e xistos pertencentes à Formação Setuva. A paragênese desta jazida é constituída por malaquita, azurita e crisocola, sendo sua origem considerada como sinsedimentar, com remobilização metassomática.

O cobre de Mato Preto, Município de Cerro Azul, ocorre na zona de contato das rochas alcalinas com epimetamorfitos Açungui, na forma de calcopirita e pirita em rocha carbonática, bem como preenchimento de óxidos hidratados de cobre em fraturas. Outras mineralizações cupríferas foram encontradas às proximidade dos rios Bonsucesso e da Canha, provavelmente relacionáveis à de Mato Preto, configurando o conjunto uma região potencialmente promissora.

Pequenas ocorrências cupríferas foram catalogadas, tais como as da barra do Açungui (contato do granito Três Córregos com restos-de-teto Açungui), Itaoca (contato do granito Itaoca com pequeno resto-de-teto carbonático Açungui), Pedra Branca, Município de Apiaí (malaquita preenchendo microfraturas em calcários Açungui), Maringá (sul de Itapeva), Fazenda Santa Clara (25 km de Guapiara) e rio Taquari-Mirim (3 km da mina de Santa Blandina), todas de restrito valor econômico .

9.2.3 - Estanho e wolfrâmio

A única ocorrência significativa desses elementos encontra-se na Fazenda Inhandjara, município de Itupeva, a 27 km a oeste de Jundiaí, ficando próxima à zona de contato do batólito de Itu com rochas pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, A mineralização ocorre sob a forma de espessos veios, sendo composta em grande parte por wolframita e cassiterita e, sucundariamente, por molibdenita e outros sulfetos metálicos. Segundo D. Guimarães (1965), *"ela se formou pela ação pneumatólica sobre o veio da qual resultou a substituição dos feldspatos por quartzo, mica, topázio, cassiterita e wolframita"*. Esse processo, conhecido como greisenização, está intimamente associado à intrusão do granito de Itu, fonte dos agentes hipotermais.

A Sociedade Inhandjara de Mineração Ltda. iniciou, em 1942, a exploração dos depósitos eluviais, esboçando, posteriormente, um trabalho de lavra subterrânea. Durante 9 anos a mina chegou a produzir de dez a quinze toneladas mensais, com teores médios de 2% de WO_3. A cassiterita aparece na proporção de 1:5 em relação à wolframita. Em 1951 a jazida foi arrendada à empresa Wahchang do Brasil, que a explorou até 1959, quando sua reserva foi dada como esgotada, em virtude do decréscimo considerável do teor de WO_3 em profundidade. Atualmente encontra-se abandonada.

9.2.4 - Ferro

As principais ocorrências de ferro da área restringem-

se àquelas associadas aos maciços alcalinos de Itapirapuã, Jacupiranga e Araçoiaba da Serra, nenhuma delas comparáveis às jazidas do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

A jazida de Ribeirão da Ilha (Município de Ribeira), relacionada à alcalina de Itapirapuã, é a mais importante da área e encontra-se em fase de lavra pela Cia. de Cimento Portland Maringá. O minério possui teores em torno de 50% de Fe, sendo constituído de crostas lateríticas de óxido de ferro, em parte limonitizadas. Sua reserva é de pequena expressão (alguns milhões de toneladas).

O ferro de Jacupiranga ocorre no carbonatito, sob a forma de magnetita, com teor em torno de 10%.

Em Araçoiaba da Serra a magnetita apresenta-se em lentes alongadas, podendo atingir mais de 1 m de espessura, encaixadas nas rochas alcalinas (shonkinitos). T. Knecht (1950), estimou a sua reserva em 800.000 t de minério, valor considerado pequeno para uma exploração deste tipo de mineralização.

A formação desses depósitos está relacionada à segregação magmática de corpos vulcânicos originados à época da reativação mesozóica da plataforma Brasileira, enriquecidos posteriormente por processos intempéricos. Todas estas ocorrências revestem-se de pequena importância econômica.

9.2.5 - Manganês

A maioria das ocorrências de manganês está associada aos metassedimentos do Grupo Açungui ou às rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico. No primeiro caso podemos citar o manganês de Descalvado (Iporanga), ocorrendo na forma de concreções e impregnações em metassiltitos e filitos, dobrados e fraturados. No segundo caso está enquadrada a ocorrência próxima ao Bairro do Turvo, Município de Eldorado Paulista, associada a micaxistos, na forma de crostas, com teores de Mn bastante elevados. Pelo seu modo de jazimento, ambas serão aqui consideradas como secundárias. Nesse caso, a presença de Mn nos metassedimentos e micaxistos deu origem à

zonas enriquecidas segundo um processo de dissolução e posterior precipitação do material manganesífero, sendo estas, normalmente, de pouca representatividade em volume, como podemos constatar pela inexistência de atividades mineiras prolongadas.

9.2.6 - Níquel

Até o momento é conhecida apenas uma ocorrência de níquel, situada em Areia Preta, às margens do ribeirão do Joelho, no Município de Jacupiranga. O mineral-minério principal é a garnierita, associada à crosta laterítica de 10 a 15 metros de espessura das rochas ultrabásico-alcalinas. O teor médio avaliado é de 1,5% de minério na crosta. Esta jazida foi parcialmente pesquisada, não tendo sido determinado o seu real potencial econômico.

A origem dessa ocorrência está relacionada à decomposição dos peridotitos do maciço de Jacupiranga, tendo o intemperismo químico liberado o níquel, que, após a sua migração, se redepositou sob a forma garnierita.

9.2.7 - Ouro

As ocorrências auríferas conhecidas são relacionadas tanto a depósitos de plácceres como de filões. A maioria foi explorada durante algum tempo, enquanto que outras encontram-se, em fase de pesquisa, atualmente.

O ouro proveniente de jazidas aluvionares foi extraído por garimpagem em inúmeros rios do vale do Ribeira (Iporanga, Etá, Pedro Cubas, etc.) e da região Jaraguá-Santana do Parnaíba-Pirapora do Bom Jesus e, em pequena escala, em drenagens próximas a Caieiras, Franco da Rocha, Cajamar, Embu e São Roque.

Os vieiros auríferos do morro do Ouro, em Apiaí, foram lavrados pela Mineração Iporanga Ltda., cujos trabalhos acham-se paralizados desde 1942. O minério ocorre na forma de filões, preenchendo fraturas em metassedimentos do Grupo Açungui, sendo constituído por pirita aurífera e pequenas lamelas de ouro nativo, associadas ao quartzo hidrotermal. Se-

gundo estudos anteriores, o teor do minério extraído atingia cerca de 7 g/t.

A mineralização aurífera de Cavalo Magro, Município de Eldorado Paulista, está associada a veio de quartzo, com 1,5 m de possança, encaixado no Maciço Granítico Agudos Grandes, encontrando-se em fase de pesquisa, presentemente.

A ocorrência de Araçariguama é constituída de vieiros de quartzo piritoso com galena, encaixados em rochas do Grupo Açungui, transformadas por metamorfismo termal imposto pelo granito de São Roque. Os veios possuem direção N85°E com mergulhos variáveis, aflorando o filão principal numa extensão de 150 m. Essa jazida foi considerada como de origem hidrotermal. Uma análise realizada revelou teores elevados de ouro (43,6 g/t), prata (150 g/t) e cobre (60 g/t). Mesmo assim, a lavra foi suspensa há mais de 30 anos.

O ouro de filão também foi lavrado, outrora, em Quebra-Pedra (Jaraguá).

9.3 - Ocorrências minerais de elementos não-metálicos

9.3.1 - "Calcários" *

As principais ocorrências de rochas calcárias são encontradas no domínio do Grupo Açungui, sob a forma de extensas faixas de mais de cem quilômetros de extensão e largura variável (desde centenas de metros até cerca de duas dezenas de quilômetros), podendo ocorrer ainda em finos e alongados corpos lenticulares, intercalados em metassedimentos daquele grupo.

A implantação de inúmeras fábricas de cimento, na faixa calcária de Salto de Pirapora-Caieiras, deve-se principalmente, à sua privilegiada situação geográfica, apesar do baixo potencial de suas reservas, comparadas com as situadas na região do vale do rio Ribeira de Iguape, as quais foram moti

* *Este termo é aqui utilizado no sentido comercial, englobando calcários e dolomitos metamórficos.*

vo de pormenorizados estudos pelo Projeto Calcário para Cimento, executado por essa Agência (1972).

Os principais centros produtores da faixa Salto de Pirapora-Caieiras estão localizados nos municípios de Santana do Parnaíba, Pirapora do Bom Jesus, São Roque, Votorantim, Mairinque, Sorocaba, Salto de Pirapora e Jandira. As indústrias que exploram o "calcário" (para cimento) e o material mais impuro (para cal e corretivos de solos), nesta área, são: S. A. Indústrias Votorantim, Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo, Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA) e Companhia de Cimento Santa Rita. A maior jazida da região é a da Fazenda Itupararanga, Município de Votorantim, cuja reserva atinge cerca de 20 milhões de toneladas.

Os "calcários" aflorantes na região do vale do rio Ribeira de Iguape (Folha de Itararé) ocorrem em três faixas distintas, das quais a central apresenta tipos com melhores características para a utilização na indústria de cimento, principalmente os das regiões de Lageado-Serra Azul, Bombas-Córrego Soares e Espírito Santo-Areado. Apesar de existir uma reserva mínima estimada em torno de 50 bilhões de toneladas, poucas são as áreas exploradas, embora esteja em fase final de montagem a fábrica de cimento da Camargo Correa Industrial S. A., em Apiaí. Três outros grupos industriais estão estudando a possibilidade de instalação de novas fábricas em diversas áreas da faixa central, o que deverá ocorrer em futuro próximo.

Os "calcários" da região de Abapã-Socavão (Folha de Castro) são, em sua maioria, dolomíticos e, por esse motivo, utilizados como corretivos de solos.

9.3.2 - Materiais de construção

Neste item englobamos areias, argilas, cascalhos e rochas das quais se obtêm britas e pedras ornamentais, estas empregadas especialmente em decoração de fachadas e interiores de edificações em geral. Todos esses materiais são explorados próximo ao perímetro urbano da Grande São Paulo e uti-

lizados, em larga escala, pelas inúmeras firmas de construção desta área.

As principais ocorrências de areias em exploração situam-se ao longo do rio Paraíba do Sul, sendo empregadas tanto as provenientes de sedimentos plio-pleistocênicos (Formação São Paulo), quanto os depósitos modernos no leito do rio. As primeiras são exploradas mormente na região de Itaquaquecetuba, enquanto as outras ao longo de todo o curso desta drenagem.

O esgotamento das jazidas dentro do perímetro urbano de São Paulo (rio Tietê e afluentes) levou a procura aos maciços rochosos alterados das regiões de Bororé-Itapecerica, Embu e Parelheiros, em que o material é obtido através de desmonte hidráulico e lavagem.

A produção de areia, segundo a Associação das Indústrias de Extração de Areia no Estado de São Paulo, está assim distribuída:

Localidade	Produção
Bororé-Itapecerica	39.500 m^3/mês
Vale do Paraíba do Sul	280.000
Itaquaquecetuba	285.000
Embu	75.000
Parelheiros	60.000
Total:	795.500 m^3/mês

O elevado consumo de cascalhos originou o esgotamento de suas reservas, de sorte que os produtores tiveram que substituir esse material por pedra britada, atualmente uma das principais matérias-primas da construção.

De acordo com os dados fornecidos pela Associação das Empresas Produtoras de Pedra Britada de São Paulo, esse material está sendo lavrado por 25 companhias, aproximadamente, com uma produção mensal superior a 700.000 m^3, observando-se uma média individual em torno de 10.000 a 30.000 m^3, com exceção das pedreiras Anhanguera, Cantareira, Reago e Itapiserra (fora da área), que fornecem 70.000 m^3, 60.000 m^3, 50.000 m^3 e 45.000 m^3 por mês, respectivamente.

As argilas são, na maioria, provenientes dos terrenos sedimentares e empregadas na confecção de tijolos, telhas e cerâmica vermelha. Sua produção não pôde ser estimada com precisão, em virtude da ampla distribuição de olarias por toda a região pesquisada, quase todas de pequeno porte.

O filito tem aplicabilidade nas indústrias químicas e em construção civil, enquanto que o leucofilito é empregado na indústria cerâmica e como veículo de inseticidas. A principal região produtora deste material está situada no Município de Pirapora do Bom Jesus, sendo conhecidas ainda inúmeras outras ocorrências entre essa localidade e Santana do Parnaíba, bem como nos municípios de Piedade, Mairinque e São Roque.

Na Fazenda Santa Helena, em Votorantim, são lavradas, diariamente, cerca de 10 toneladas de "filito", utilizado na fabricação de pasta para cimento. A reserva dessa jazida foi calculada em 1.800.000 t, aproximadamente.

Dentre os materiais destinados para fins de decoração, destacamos mármores, quartzitos, diabásios, granitos, gnaisses e varvitos.

As principais regiões produtoras de mármores são Eldorado Paulista e Socavão. Este material, juntamente com os granitos, é empregado em revestimentos de fachadas de edifícios, bem como em outros produtos (mesas, pisos, etc.).

Por outro lado, os diabásios de Jaguariaíva, Laranjal Paulista e Tatuí são utilizados principalmente na confecção de paralelepípedos para calçamentos. Os varvitos de Itu são usados tanto em revestimentos de fachadas como em ajardinamentos.

Inúmeras lentes de quartzito, intercaladas em calcários e filitos, são exploradas em Pirapora do Bom Jesus, com produção estimada, para essa região, de 10.000 t/ano. O quartzito é também extraído na serra das Pedras, Município de Piraí do Sul e inúmeros outros locais, sendo utilizado em revestimento de estradas.

No anticlinório Tirivas - Anta Gorda ocorrem quartzitos sericíticos de ótimas características para revestimento, mas restritamente explorados.

Seixos rolados de diferentes rochas são comumente empregados em ornamentação de jardins. O rio Tietê, entre Santana do Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus, é um dos locais preferidos para a coleta desse material.

9.3.3 - Caulim e feldspato

O caulim ocorre em jazidas de veios de pegmatitos decompostos e nos depósitos provenientes da alteração de rochas extremamente feldspatizadas do Complexo Gnáissico - Migmatítico.

Do primeiro tipo podemos citar as ocorrências da região de Caieiras-Perus, originadas a partir da alteração de pegmatitos encaixados em xistos e filitos do Grupo Açungui, cuja origem é atribuída às soluções provenientes das intrusões graníticas próximas. A maior parte do caulim extraído dessas jazidas é destinada à indústria cerâmica (fabricação de porcelana, louça, azulejos e isoladores elétricos).

Os depósitos caulínicos do segundo tipo ocorrem ao longo de extensa faixa de direção nordeste, abrangendo desde a cidade de Tapiraí até as proximidades de São Luís do Paraitinga, incluindo os municípios de Juquitiba, Embu e Pareiheiros.

A principal jazida de feldspato encontra-se em Perus, associada a veio pegmatítico de grande possança. O material extraído é usado, essencialmente, na fabricação de porcelana, desconhecendo-se, até o momento, a produção atual da mesma.

Temos ainda uma série de pequenos depósitos espalhados por toda a área do Complexo Gnáissico-Migmatítico, alguns dos quais são explorados por pequenas empresas.

9.3.4 - Vermiculita

A vermiculita é, na área em apreço, a variedade de mi-

ca de maior valor comercial.

A mais importante ocorrência desse material situa-se no sítio de Congonhal, em Tatuí, em dique de rocha alcalina encaixado em arenitos e siltitos do Subgrupo Itararé. Segundo P. Maciel e J. E. P. Guimarães (1955), a vermiculita parece ser derivada da biotita por ação de soluções hidrotermais provenientes do magma alcalino, atingindo a sua reserva, até a cota 500, cerca de 638,000 t, com 8,5% de vermiculita recuperável.

9.3.5 - Apatita

A principal jazida de apatita situa-se no morro da Mina, Município de Jacupiranga, associada ao carbonatito originado por diferenciação do magma alcalino. Segundo G. C. Melcher (1954), sua reserva é superior a 10.000.000 t, sendo os depósitos primários mais amplos que os residuais. Através de sondagens, constatou-se a continuidade do carbonatito até a cota - 60, o que resulta em acréscimo à reserva acima. A encaixante da mineralização primária é o carbonatito, de excelentes qualificações para uso em indústria de cimento.

Outra ocorrência de apatita situa-se no morro de Araçoiaba, Município de Araçoiaba da Serra, em que o minério sofreu concentração residual, apresentando teor variável entre 12% e 18% de P_2O_5. Sua reserva é de 1.000.000 de toneladas.

9.3.6 - Talco

A principal ocorrência de talco é aquela explorada há dois anos pela Mineração Lagoa Bonita-Socavão Ltda. (Folha de Castro), com produção mensal de 800 a 1.000 toneladas. O talco ocorre associado às camadas dolomíticas, sendo originado, provavelmente, da ação do metamorfismo.

Outras jazidas ocorrem na área, destacando-se a da serra do Guaraú, atualmente em fase de pesquisa, e a da serra do Rio Branco, ambas no Município de Jacupiranga, sendo originadas, provavelmente, a partir da alteração de rochas ultrabásicas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Nas ocorrências próximas ao Ribeirão Branco, o talco é encontrado na zona de contato do granito Três Córregos com metassedimentos calcomagnesianos, enquanto que em Lumber e Pedra do Chapéu apresenta-se concordante com as direções gerais das rochas do Grupo Açungui, sob a forma de lentes paralelas.

9.3.7 - Barita

A barita ocorre em veios hidrotermais, ou ainda em camadas intercaladas nos epimetamorfitos Açungui.

Do primeiro tipo é a ocorrência situada às margens do riacho João Gordo, a nordeste de Cerro Azul, apresentando um filão de 4 m de espessura e outros menores encaixados no granito Três Córregos e associados, provavelmente, a pequenas falhas NE.

Do segundo tipo são as mineralizações de Água Clara (Município de Bocaiúva do Sul), riacho São Bento (Município de Adrianópolis), Guapiara e Bairro dos Elias (Município de Guapiara). Estes depósitos são estratiformes e concordantes com as direções preferenciais das encaixantes (epimetamorfitos Açungui). Assim, é possível que a barita tenha-se precipitado à época da deposição do Grupo Açungui (origem sedimentar) sendo metamorfizada, posteriormente, durante a orogênese Açungui.

9.3.8 - Grafita

A maioria das ocorrências de grafita apresenta-se grosseiramente alinhada segundo a direção nordeste. O exame dos afloramentos mostra-nos que a variedade amorfa de Bairro do Turvo e Córrego da Lavra (Município de Eldorado Paulista) está associada a sedimentos altamente metamorfizados, pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, admitindo-se sua origem como sedimentar-metamórfica. Nenhuma das ocorrências da área revelou importância econômica.

9.3.9 - Carvão

O carvão é encontrado somente em Cerquilho e Tatuí, tendo sido lavrado durante algum tempo. Do ponto de vista geológico, estas ocorrências restringem-se a pequenos depósitos locais, situados nas bordas da bacia do Paraná.

9.3.10 - Folhelho pirobetuminoso

Desde longa data tem-se conhecimento de folhelhos oleígenos no vale do Paraíba e na bacia do Paraná, em camadas pertencentes às formações Tremembé e Irati, respectivamente. Entretanto, o alto custo operacional para a extração do óleo dessas rochas foi sempre um fator que eliminou a possibilidade de sua industrialização.

Entre as ocorrências clássicas podemos citar as da região de Tremembé, mineradas outrora pela Cia. Panal de Taubaté. Os depósitos do vale do Paraíba estendem-se de Quiririma a Roseira, correspondendo a uma distância de 32 km, com largura de 4 a 10 km e profundidade de 300 m, em alguns pontos. A reserva de óleo, segundo A. Wohlers (1964), é de 1.953.000.000 de barris.

Esses depósitos são provenientes do acúmulo de elementos orgânicos em condições sapropélicas.

9.3.11 - Águas minerais

As águas minerais são relativamente raras e pouco importantes, tendo sido catalogadas somente duas fontes em exploração: a fonte Magna, do Bairro Ribeirão das Almas (Taubaté), apresentando uma vazão média de 12.200 litros por hora e a fonte Sinhá, de Santa Isabel, que produz 1.000 litros por dia.

T. Knecht (1964) cita, ainda, outras fontes: Áurea (Poá) Pinheiros, Pilar, Serrana e Alexandrinas (estas no Município de Ribeirão Pires).

Inúmeras outras fontes, estudadas na região de Varzeão,

revelaram características semelhantes às águas minerais comercializadas no Estado do Paraná (Ouro Fino, Timbu, etc.). Entretanto, a falta de boas vias de escoamento e a grande distância dos centros de consumo impedem a sua exploração, no momento.

9.3.12 - Potencial hidrelétrico e abastecimento d'água

A importância das represas é grandemente ressaltada por constituírem não só fonte de energia, como também de abastecimento de água. Dentre as principais podemos citar o sistema Billings-Guarapiranga e as represas de Santa Branca, dos rios Jaguari, Buquira e Paraíba do Sul.

Pequenas usinas hedrelétricas fornecem energia para indústrias locais, entre as quais citamos a do rio Jaguariaíva, servindo a fábrica de sacos de pano instalada na cidade homônima; as dos rios Cachoeirinha e Cinzas, fornecendo energia à fábrica de papel de Arapoti; a do rio Catas Altas, utilizada pela fábrica de papel Sguário (do Município de Itapeva); finalmente, a usina do Ribeirão Água Clara, que abastece a vila Tunas, Município de Bocaiúva do Sul.

Referências bibliográficas

ARRUDA, Moacyr R. de - *Mina de cobre Santa Blandina, em Itapeva, Estado de São Paulo*. Tese (dout. Geol.), Inst. Geoci. Astron. Univ. S. Paulo, São Paulo, [s.ed.] 1971. 180 p. [il.]

BARBOSA, Alceu F. - Algumas observações sobre a jazida de chumbo de Panelas, Estado do Paraná. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 5(2):31-76, set. 1956. [il.]

CASSEDANNE, Jacques P. - Estudo de elementos-traços e acessórios das galenas do Vale do Ribeira (São Paulo). *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 25. São Paulo, SP. 1971. *Soc. Bras. Geol.*, An., São Paulo, v.1: 111-119. [il.]

FREITAS, Ruy O. de - As jazidas de galena dos Ribeirões da Rocha, Matão e Grande, em Cerro Azul e Bocaiúva do Sul, Estado do Paraná. *Miner. Metal.*, R., Rio de Janeiro, 10(57): 134-144, 1956. [il.]

FRÓES ABREU, Sylvio - *Recursos Minerais do Brasil*. Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, v. 2:321-754, 1973. [il.]

GUIMARÃES, Djalma - Princípios de Metalogênese e Geologia Econômica do Brasil, Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Fom. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 121: 334-337, 1965. [il.]

KNECHT, Theodoro - Ocorrências minerais do Estado de São Paulo. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, v. 1, 145 p., 1950. [il.]

KNECHT, Theodoro - Pré-Cambriano Inferior. *Inst. Geogr. Geol.* B., São Paulo, nº 41, p. 36, 1964.

MACIEL, Pedro & GUIMARÃES, José E. P. - A mina de vermiculita do Congonhal, Tatuí, Estado de São Paulo. *Soc. Bras. Geol.*, B., São Paulo, 4(1): 27-41, mai. 1955. [il.]

MELCHER, Geraldo C. - Nota sobre o Distrito Alcalino de Jacupiranga, Estado de São Paulo. Brasil, *Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Mineral.*, Notas prelim. est., Rio de Janeiro, nº 84, 20 p., ago. 1954. [il., mapa geol.]

MELCHER, Geraldo C. & JOHNSON, Robert F. - Geologia e depósitos de chumbo do Vale do Ribeira de Iguape. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, 2º Distrito-Sul, Rel. Inéd., São Paulo, nº 1.255, 1956. 68 p.

SUSZCZYNSKI, Edison F. - Mapa de Jazimentos Minerais do Brasil. Brasil. *Dep. Nac. Prod. Min.*, B., Rio de Janeiro, nº 248, 1970. 34 p. [mapa]

WOHLERS, Armando - Cenozóico. *Inst. Geogr. Geol.*, B., São Paulo, nº 41:159-161, 1964.

10 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento deste capítulo torna-se desnecessário, em vista de que os assuntos acima acham-se expostos nos relatórios das diversas folhas geológicas que compõem o Projeto Sudeste do Estado de São Paulo e mesmo porque a sua integração em nada ajudaria a compreensão dos fatos, pois que as faixas setentrional (acima de 24°) e meridional (abaixo de 24°) apresentam características totalmente distintas. Dessa forma, deverão ser consultados os relatórios abaixo, que, para efeito de orientação, são relacionados com suas respectivas áreas abrangidas:

Volume I - Folha de São Paulo (SF-22-Y-C)
23°00' a 24°00' e 46°30' a 48°00'

Volume II - Folha de Santos (SF-22-Y-D)
23°00' a 24°00' e 45°00' a 46°30'

Volume III - Folha de Castro (SG-23-X-A)
24°00' a 25°00' e 49°30' a 50°00'

Volume I (1a. fase) - Folha de Itararé (SG-23-X-B)
24°00' e 25°00' e 48°00' a 49°30'

CPRM

11 - ANEXO

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

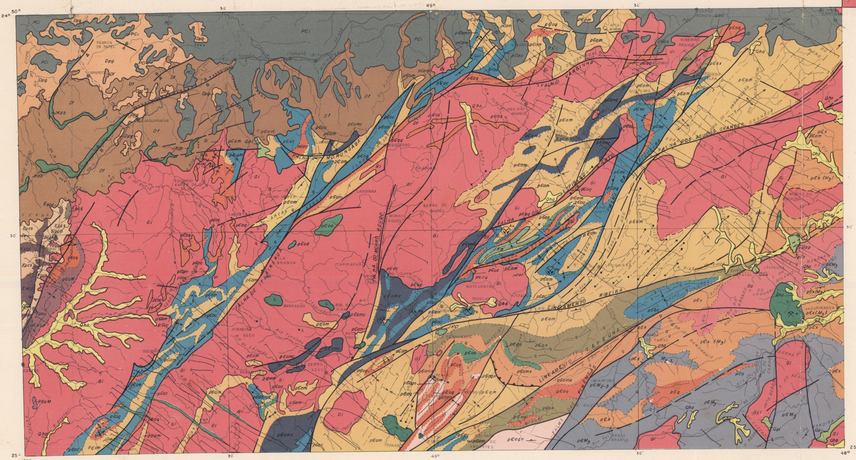
PROJETO SUDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

MAPA GEOLÓGICO INTEGRADO

ESCALA 1:500.000

0 10 20 30 40 50 km

1974



ELEMENTOS UTILIZADOS

BASES GEOLÓGICAS E TOPOGRÁFICAS

Folha de São Paulo - parcial (J. P. Algarte, W. Addas, H. C. da S. Cunha, 1974) 1:250.000

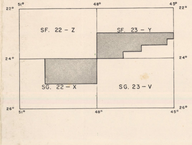
Folha de Santos - parcial (J. J. C. Cavalcante e L. Q. Kaefer, 1974) 1:250.000

Folha de Castro - parcial (L. Q. Kaefer e H. C. da S. Cunha, 1974) 1:250.000

Folha de Itararé (J. P. Algarte, L. Q. Kaefer, A. Morgental e H. C. da S. Cunha, 1972) 1:250.000

SITUAÇÃO DO PROJETO

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



C P R M

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

AGÊNCIA SÃO PAULO

CONVENÇÕES

ESTRATIGRÁFICAS

CENOZÓICO
QUATERNÁRIO
HOLOCENO — PLEISTOCENO

Qha

Aluviões em geral.

Qpl | Qdp

Depósitos coluvio-eluviais não diferenciados (1) e terraços da formação Paraíparo-Ass. (p).

TERCIÁRIO-QUATERNÁRIO

TQfsp

FORMAÇÃO SÃO PAULO

Argilas, areias e conglomerados.

TQcp

Couraças quartzo-lateríticas.

MESOZÓICO
JURÁSSICO — CRETÁCEO
INTRUSIVAS ALCALINAS OU ULTRABÁSICA-ALCALINAS

JK

Sienitos, pulaskitos, nordmarkitos, gabros alcalinos e brechas magmáticas, ijolitas, essexitos, fonolitos, traquitos, shonkinitos, piroxenitos e peridotitas; carbonatitos.

INTRUSIVAS BÁSICAS

JKpgb | JKgb

Diques em geral (JKmb), sgnaires básicos (+++) (JKsb), complexos gábricos (JKgb).

PALEOZÓICO
PERMIANO
SUBGRUPO ESTRADA NOVA
(FORMAÇÕES SERRA ALTA E TERESINA)

Pna

Folhelhos, siltitos e calcários subordinados.

FORMAÇÃO IRATI

Pni

Folhelhos betuminosos e calcários fossilíferos.

CARBONÍFERO — PERMIANO
(FORMAÇÕES RIO BONITO E PALERMO)

Pr

Siltitos, arenitos, arenito conglomerático e raras intercalações de carvão.

SUBGRUPO ITARARÉ

PC

Diamictitos, arenitos, siltitos, ritmitos, rítmitos e carvão.

DEVONIANO
FORMAÇÃO PONTA GROSSA

Dpg

Folhelhos, siltitos e arenitos finos.

FORMAÇÃO FURNAS

Df

Arenitos grosseiros, subordinadamente fácies conglomerática e argilosa.

CAMBRIANO — ORDOVICIANO
GRUPO CASTRO

Ꞓ€rcs | Ꞓ€rcf | Ꞓ€rcg | Ꞓ€rcp

Andesitos e basaltos (Ꞓ€rcf); siltitos, arenitos e arcósios (Ꞓ€rcs), conglomerados (Ꞓ€rcg); ritmitos, quartzo-arg. finos, brechas vulcânicas e tufos (Ꞓ€rcp).

CONGLOMERADO DE SAMAMBAIA

Ꞓ€rsb

Conglomerado quartzoso.

ROCHAS CATACLÁSTICAS

Ꞓ€pmm | Ꞓ€pmq

Milonito - gnaisses e cataclasitos; zonas silicificadas, possivelmente quartzo-milonitos.

PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR
CAMBRIANO
INTRUSIVAS GRANÍTICAS

Ꞓ€i

Granitos e granodioritos

(Segue)

PROTEROZÓICO
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR
GRUPO AÇUNGUI

p€Am | p€Am | p€Am | p€Amm | p€Amm

p€Ag | p€Ag | p€Ag | p€Agm | p€Agm

Mármores calcíticos e dolomíticos, incluindo fácies com modificações termo-metassomática(f), metassedimentos ag. tica-argilosa ou sílico-arenosa com interacamadações de rochas carbonáticas (mf); metasiltitos (p€ademinas - tas), filitos, quartzofelsitos; e micaxistos (subordinadamente quartzitos, metacondritos, metagrauvacas, metaloqs glomerados e xistos da contato) (m); xistos quartzo-micáceos de transição ou de contato (r); metaconglomerados (mcg); micaxistos, encerrando termos à granada, estaurolita ou sillimanita (mr); quartzitos ($p€_{Ag}$-$p€^{Ag}$); anfibolitos, anfibólio-xistos e metabasitos ($p€_{Ag}$-$p€^{Ag}$); "augen" gnaisses, moscovita-biotita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses e leptinitos (gn); rochas migmatóides(M); associações dos termos aparecem como gn(r); r; r(r).

COMPLEXO GNÁISSICO — MIGMATÍTICO

(Incluindo, possivelmente, rochas do Apiúqui e do arq. basamento mais antigo, rejuvenescidas no ciclo Brasiliano, com gradações verticais e laterais para o grupo anterior).

p€Ex | p€Ex | p€Ex | p€Mg | p€Mg

p€Mg | p€M | p€ | p€x | p€x

Micaxistos (r); mármores dolomíticos ($p€^{Ag}$); quartzitos e quartzo-xistos ($p€_{Ag}$-$p€^{Ag}$); biotita-gnaisses, granada biotita-gnaisses e biotita-moscovita-gnaisses (gn); migmatitos heterogêneos, incluindo localmente anfibolitos, anatexitos, nebulitos, metagrauvacas, rochas calcissilicatadas e corpos ultrabásicos retrometamorfisados (Mg); migmatitos homogêneos, predominantemente arq. brechoides (M_g); anatexitos (M); granitos metassomáticos ou anatéticos (Ex); epidoritos e anfibolitos (x); complexo moscovítico-diorítico de Pereiras (x); associações sem xisto termos foram mencionados como M_{Ag}-M_{Ag}; ex gn(r); x; x(Mg); M_{Ag}-M_g (Ex). Nos domínios M_g e mg. forneço do pyroxenio gnáissico e xistoso, encontra-se ig indicado por (gn) e (x), respectivamente, bem como os sítios de afloramentos de (Mg).

GEOLÓGICAS

Contato definido

Contato aproximado

Contato litológico definido

Contato litológico de transição ou gradação

Contato litológico encoberto

Falha transcorrente com movimento conhecido ou provável

Falha normal, com indicação do movimento relativo dos blocos (A= bloco alto, B= bloco baixo)

Falha inversa ou de empurrão

Falha não discriminada observada

Falha provável

Falha encoberta

Alinhamento (lineamento) estrutural

Dique

Acamamento com mergulho inclinado

Foliação, com mergulho inclinado ou vertical

Clivagem de fratura com mergulho inclinado

Anticlinal com ou sem ciimento de eixo indicado

Anticlinal com flanco invertido

Anticlinal suposto com ou sem cimento de eixo

Sinclinal com ou sem cimento de eixo indicado

Sinclinal com flanco invertido

Sinclinal suposto com cimento de eixo indicado

Sinclinório

Sinclinório suposto

Cavalgamento (quartzitos ou quartzo-micaxisto)

OCORRÊNCIAS PRINCIPAIS

Mina subterrânea em atividade ou abandonada

Mina a céu aberto em atividade ou abandonada

ABREVIAÇÕES: Au - ouro, Ca - cobre, P - fosforo, Pb - chumbo, V - vermiculita, W - wolfrâmio, C - carvão.

TOPOGRÁFICAS

Estrada pavimentada

Estrada de ferro

Estrada de ferro

Cidade com mais de 50 000 hab.

Cidade com menos de 50 000 hab.

Vila e povoado

Drenagem

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA no ponto de coordenadas: 23° 22' 30" S e 45° 37' 30" W (1974)

Desenho: Orlando Gentilotti

12 - ÍNDICE REMISSIVO DE ASSUNTOS

Abastecimento d'água, 193
Abstract, 3-4
Acamamento, 121, 146-147
Acesso, 6
Agmatito, 91
Águas minerais, 192-193
Aluvionar, 177
Ambiente de deposição, 123, 124, 125, 126, 166, 167, 169, 173
Anatexito, 90
Andesitos, 121
Anfibólio-xistos, 96, 97, 100-101
Anfibolitos, 96, 97, 100-101
Anticlinal, 148, 149, 150, 151
Anticlinório, 149, 151
Apatita, 176, 190
Arcósios, 120
Arenitos, 121, 122, 124, 125
Argilitos, 120, 125
Arranjo estrutural e tectônico, 157-162
Aspectos pedológicos, 79-80
Aspectos sócio-econômicos, 10-17
Augen-gnaisse, 99
Auréolas de contato, 117
Azurita, 181

Baixadas Litorâneas, 79
Barita, 191
Bibliografia (vide referências bibliográficas)
Bornita, 181
Brechas vulcânicas, 120, 132

Calcários (vide rochas carbonáticas), 125
"Calcários", 185-186
Calcopirita, 181
Calcoxistos, 107
Canyons, 78
Carbonatito, 131
Carvão, 176, 192

Cataclase, 88, 89, 90, 95, 110, 112, 113, 115-118
Cataclasito, 118
Caulim, 189
Chumbo, 179-180
Ciclo
  Gonduana, 67, 68
  Paraguaçu, 72
  pós-Gonduana, 68, 70
  Sul-Americano, 70, 71
  Velhas, 71, 72
Ciclos geomorfológicos, 67-72
Classificação climática, 55, 57
Clima, 55
Coberturas neocenozóicas, 137
Cobre, 180-182
Coluna estratigráfica, 85
Compartimentação do relevo, 74-79
Compartimentação tectônica, 157, 158, 159, 160, 169, 172
Complexo Gnáissico-Migmatítico, 86-97
Complexo intermediário de Piracaia, 88-89
Conclusões, 195
Conglomerados, 121
Contato (vide relações de contato)
Cuestas, 77

Dados físicos de produção, 19, 21
Datação, 120, 124, 127, 131, 132, 133, 165, 166
Depósitos fluviais, 138
Depressão Periférica, 73, 77
Diabásio, 128
Diadisito, 91
Diamictitos, 124
Dioritos, 88, 128
Discordância, 86, 98, 119, 122, 123, 124, 134, 165, 169
Distribuição geográfica, 86, 97-98, 119, 122, 124, 125, 127, 130, 134, 137, 138
Divisão geomorfológica, 74, 75
Dobras, 147-151

Embrechito, 90
Enxame de diques, 79, 156, 161
Epibolito, 91
Epidiorito, 97
Epiquartzitos, 109-110
Epirogênese, 168, 170
Escarnitos, 117, 181
Espessura, 122, 124, 125, 127, 128, 134
Estanho, 182
Estratificação, 121, 122, 138, 146
Estratigrafia, (vide geologia geral)
Estrutura
  dente-de-cavalo, 90
  estromática, 91
  facoidal, 90
  gnáissica, 87
  limonítica, 136
  oillé (vide facoidal)
  schlieren, 91
  schöllen, 91
Fácies, 124
Fácies metamórficas, 115, 116, 117, 118
Falhas, 151-157
Falhas,
  de Caucaia, 155
  de Figueira, 152
  de Itapirapuã, 152
  de Jundiuvira, 154
  de Paraibuna, 156
  de Taxaquara, 154
  do Alto da Fartura, 155-156
  do Morro Agudo, 153
  do Rio Jaguari, 155
  dos Agudos Grandes, 153
  tensionais, 161
  transcorrentes, 116, 154, 157, 168
Fases metalogênicas, 178

Feições geomórficas, 78
Feições morfo-estruturais, 72-73
Feldspato, 189
Fenitos, 131
Ferro, 182-183
Figuras (vide índice de ilustrações)
Filitos, 109-110
Filonito, 118
Folhelho pirobetuminoso, (vide folhelhos)
Folhelhos, 122, 125, 126, 176
Foliação, 91, 102, 146-147
Fonolitos, 132, 133
Formação
  Furnas, 78, 122
  Irati, 125-126, 192
  Pariquera-Açu, 137
  Ponta Grossa, 122
  São Paulo (vide Grupo Taubaté)
  Serra Alta, 126
  Teresina, 126
  Tremembé, 192
Fósseis (vide paleontologia)

Gabros, 128, 129, 130
Geada, 57
Geologia
  Econômica, 174-194
  Estrutural, 145-164
  Geral, 83-136
  Histórica, 165-174
Geomorfologia, 67-82
Glaciação, 171
Gnaisses, 92-93, 98-100
Grafita, 191
Granitização, 89, 93
Granitos, 87-88, 110-115
Granodioritos, 89, 110-115
Granófiros, 114

Grupo
Açungui, 97-109, 115
Campos Gerais, 121-123
Castro, 119-121
Paraná (vide Campos Gerais)
Passa Dois, 125-127
Taubatê, 134-136
Tubarão, 78, 123-125

Hidrografia, 64-65
Histórico, 5

Idade, 119, 123, 131, 132, 133, 136, 166
Ijolitos, 131, 133
Ingressão marinha, 169

Jacupiranguito, 131

Kersantito, 89

Lavas, 120
Lineamento
Itapeúna, 153
Ribeira, 153
Leucofilitos, 109
Litologia, 86-97, 98-110, 120-121, 122, 124, 125, 128, 129, 130
Localização, 6

Magnetita, 183
Malaquita, 181
Manganês, 183-184
Mapa geológico, 196
Marcas ondulares, 121
Mármores, 95-96, 105-107
Materiais de construção, 186-189
Melteijitos, 133
"Metaarenitos" (vide epiquartzitos)
Metaconglomerados, 107-109
Metamorfismo, 93, 109, 115-118, 128, 167
Metassiltitos, 109-110

Metassomatismo, 92, 103, 131, 168
Metodologia, 17-19
Micaxistos, 93-94, 101-105
Microgranitos, 114
Migmatitos
  homogêneos, 89-91
  heterogêneos, 91-92
Milonito, 118
Milonito-gnaisse, 118
Mineralogia, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 120, 121, 128, 129, 133
Monzonitos, 89

Nebulitos, 90
Nefelina-sienitos, 131, 133
Neossoma, 91
Níquel, 184
Nordmarkitos, 132

Ocorrências minerais
  de elementos metálicos, 179-185
  de elementos não-metálicos, 185-193
Origem, 123, 135, 137
Ouro, 184-185

Paleossoma, 91, 92, 96, 116
Paragênese, 115, 116
Pegmatitos, 176
Peridotitos, 131
Piroxenitos, 131
Planalto Atlântico, 73
Potencial hidrelétrico, 193
Precipitações pluviométricas, 57, 59
Processo fluxional cataclástico, 88, 113, 118, 153
Província metalogenética, 175
Pulaskitos, 132, 133

Quadro metalogênico, 178
Quartzitos, 94-95

Quartzo-pórfiro, 114, 120

Recomendações, 195
Recorrência tectônica, 172
Recristalização, 95, 96, 110, 118
Referências Bibliográficas, 41-54, 66, 80-82, 139-144, 162 - 164, 173-174, 193-194

Regressão marinha, 169, 170, 171
Rejuvenescimento do relevo, 72
Relações de contato, 86, 98, 106, 111, 119, 122, 125, 134, 138
Residual (enriquecimento), 177
Ressilicificação, 95, 96, 110
Resumo, 1-2
Retrometamorfismo, 92, 103, 104
Rochas
  calco-silicatadas, 95-96
  carbonáticas, 105-107
  cataclástica, 153, 154, 155
  graníticas metassomáticas ou de anatexia, 87-88
  intrusivas alcalinas, 130-133
  intrusivas básicas, 127-130
  intrusivas graníticas, 110-115
  intrusivas ultrabásicas, 130-133
  metabásicas, 96-97

Sedimentação parálica, 70
Sedimentos colúvio-eluviais, 138, 139
Sedimentos marinhos, 137, 138
Sedimentos quaternários, 136-139
Segundo planalto Paranaense, 78
Seqüência
  sedimentar, 120-121
  vulcânica ácida, 120
  vulcânica andesítica, 121
Serra
  da Mantiqueira (zona), 76
  do Mar (zona), 73
Serrania Costeira, 78

Shonkinito, 131, 132
Sienitos, 131, 132, 133
Siltitos, 120, 125
Sinclinal, 150, 151
Sinclinório, 150, 151
Solos (vide aspectos pedológicos)
Subgrupo
  Estrada Nova, 125
  Guatá, 124
  Itararé, 124
Supergênico, 176

Tabelas (vide índice de ilustrações)
Talco, 190-191
Tectônica tafrogênica, 72
Tectonismo germanótipo, 161
Termograma, 57, 58
Trabalhos anteriores
  de interesse histórico, 23
  sobre geomorfologia e pedologia, 32-37
  sobre mapeamento geológico, 37-41
  sobre ocorrências minerais, 23-25
  sobre rochas do pré-Cambriano e intrusivas subseqüentes, 25-26
  sobre sedimentos paleozóicos, 26-31
  sobre sedimentos plio-pleistocênicos, 31-32
Transgressão marinha, 169, 170, 171
Traquitos, 132
Tufos, 120

Vegetação, 57, 60-64
Vermiculita, 189-190
Vieiros, 176, 181
Vulcanismo, 119

Wolfrânio, 182

Xistos (vide micaxistos)
Xistosidade, 147

13 - ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS				TABELAS	
nº	pag	nº	pag	nº	pag
1	7	6	61	I	16
2	11	7	69	II	20
3	56	8	75	III	21
4	58	9	104	IV	178
5	59				