**GEOLOGIA E EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA
FOLHA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP.**

CELSO DAL RÉ CARNEIRO

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004706

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
APRESENTADA AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**SÃO PAULO
- 1977 -**

À minha esposa Marli
e
à minha filha Glauce

Í N D I C E

I. INTRODUÇÃO	
1. Objetivos	1
2. Área estudada	2
3. Metodologia	3
II. TRABALHOS ANTERIORES	5
III. COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA	7
IV. LITOLOGIAS	
1. Generalidades	8
2. Rochas Cristalofilianas	
A. BLOCOS MONTEIRO LOBATO E TERRA BOA	9
A.1. Ectinitos	
A.1.1. <u>Filitos</u>	9
A.1.2. <u>Xistos</u>	10
A.2. Migmatitos	13
A.2.1. <u>Migmatitos Heterogêneos Estromatíticos</u>	15
A.2.2. <u>Migmatitos Homogêneos Estromatíticos e</u> <u>Embrechíticos</u>	17
A.2.3. <u>Migmatitos Homogêneos Embrechíticos e</u> <u>Nebulíticos</u>	19
A.3. Rochas Granitoides	24
A.4. Anfibolitos	25
B. BLOCOS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E SERRA DO JAMBEIRO	27
B.1. Rochas migmatíticas	
B.1.1. <u>Migmatitos Heterogêneos Estromatíticos</u>	27
B.1.2. <u>Migmatitos Homogêneos Estromatíticos</u> <u>de Composição Granítica</u>	29

B.1.3. <u>Migmatitos Homogêneos Estromatíticos</u> <u>e Embrechíticos de Composição</u> <u>Tonalítica</u>	29
B.1.4. <u>Migmatitos Homogêneos Embrechíticos</u> <u>e Nebulíticos</u>	32
B.2. Rochas granitóides	34
C. BLOCO BENGALA	
C.1. Migmatitos	
C.1.1. <u>Migmatitos Homogêneos Estromatíticos</u> <u>e Embrechíticos</u>	36
C.1.2. <u>Migmatitos Embrechíticos</u>	37
C.2. Granulitos	40
3. Rochas Cataclásticas	42
4. Rochas Intrusivas Básicas	48
5. Sedimentos Terciários	48
6. Sedimentos Modernos	52
V. ESTRATIGRAFIA	53
VI. MAGMATISMO	57
VII. METAMORFISMO	58
VIII. ESTRUTURAS	60
1. Estruturas do Embasamento	60
2. Estruturas Relacionadas à Reativação da Plataforma	72
IX. GEOMORFOLOGIA	76

	iii
1. Zona do Médio Vale do Paraíba	76
A. SUBZONA DOS MORROS CRISTALINOS	77
B. SUBZONA DA BACIA DE TAUBATÉ	77
2. Zona da Serra da Mantiqueira	
A. SUBZONA OCIDENTAL	79
 X. RECURSOS MINERAIS	 82
 XI. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	 85
 XII. SUMÁRIO DAS CONCLUSÕES	 89
 RESUMO	 92
 AGRADECIMENTOS	 93
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 95

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

FOTOS

26 Fotografias e 9 Fotomicrografias intercaladas e numeradas de 1 a 35

FIGURAS

1. Situação das áreas já estudadas no pré-cambriano de São Paulo.
2. Compartimentação tectônica da quadrícula.
3. Corpos magmáticos na quadrícula.
4. Domínios homogêneos escolhidos para análise estrutural.
5. Sistemas de juntas e bloco unitário na área 1.
6. Sistemas de juntas e bloco unitário na área 2.
7. Sistemas de juntas e bloco unitário na área 3.
8. Sistemas de juntas e bloco unitário na área 4.
9. Sistemas de juntas e bloco unitário na área 5.
10. Sistemas de juntas e bloco unitário na área 6.
11. Mapa da Bacia de Taubaté entre Jacareí e Caçapava.
12. Perfis geológicos na Bacia de Taubaté.
13. Zonas Geomorfológicas na quadrícula.

MAPAS

Mapa Geológico da Folha de São José dos Campos (anexo 1).
Mapa de Lineamentos Fotogeológicos da Folha de São José dos Campos (anexo 2).

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. Objetivos

O embasamento da porção sudeste da Plataforma Sul-americana é constituído pela Região de Dobramentos do Sudeste. Os traços mais gerais de sua evolução tectônica estão delineados pelos trabalhos de síntese mais recentes (Hassui et al., 1975 e Almeida et al., 1976). Para se compreender esta evolução em termos mais profundos, torna-se necessário o estudo geológico pormenorizado ao longo de toda a sua extensão.

A realização de tais estudos geológicos em nosso Pré-Cambriano envolve inicialmente o mapeamento geológico de detalhe, que é apenas uma primeira etapa. As observações de campo, complementadas com as de laboratório, são tratadas com o objetivo de caracterizar as litologias e principalmente as estruturas, não só em termos geométricos, mas também de evolução no tempo. Desse modo, reconstitui-se a história geológica ao nível de fases de deformação e eventos de magmatismo e metamorfismo. A geocronologia, quando disponível, permite situar na escala do tempo geológico a história reconstituída. Os dados litológicos e de estruturas primárias podem permitir uma reconstituição da estratigrafia e da evolução sedimentar.

Dentro desta linha geral de investigação, tivemos o ensejo de estudar a geologia da folha de São José dos Campos, SF-23-Y-D-II-1, na região do Vale do Paraíba.

Os objetivos do estudo, portanto, podem ser

resumidos em dois itens:

- I - Mapeamento Geológico de detalhe.
- II - Reconstituição da evolução geológica da área.

2. Área Estudada

A área de estudo é a folha de São José dos Campos, SF-23-Y-D-II-1, na escala de 1:50.000, recobrimdo uma superfície aproximada de 710 km². Com 15' de lado, situa-se entre os paralelos 23º00' e 23º15' S e os meridianos 45º45' e 46º00'. É quase inteiramente ocupada pelo município de São José dos Campos, seus bairros, vilas e área urbana. A cidade, importante polo no Vale do Paraíba, situa-se na porção sudeste da folha e é por onde passam a Rodovia Presidente Dutra e a via férrea que une São Paulo ao Rio de Janeiro, da RFFSA. É também o ponto de junção das estradas que levam a Campos do Jordão (SP-50), no alto da Serra da Mantiqueira, e a Caraguatatuba (SP-99), no Litoral Norte do Estado.

As estradas secundárias que cortam a quadrícula formam um denso emaranhado próximo ao centro urbano e passam a ser mais espaçadas quando dele se afastam. A rede de drenagem associa-se toda ao Rio Paraíba do Sul e seus principais afluentes, que são os rios Jaguari e Buquira. O relevo reflete o substrato que o sustenta, e torna-se mais abrupto em direção à Serra da Mantiqueira. As altitudes médias estão em torno de 600-700 m sobre o nível do mar, com cristas destacando-se até a 1073 m, na Serra do Palmital, maior expressão do relevo na quadrícula. As depressões atingem 543 m, no Rio Paraíba do Sul, próximo a Caçapava, na borda Leste da folha.

A situação da área e a relação com outras anteriormente estudadas no Pré-Cambriano de São Paulo encontra-se na figura 1.

Fig. 1 - SITUAÇÃO DA FOLHA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E RELAÇÃO COM ÁREAS JÁ MAPEADAS NA REGIÃO DE SÃO PAULO

3. Metodologia

Na execução das atividades de campo, fizemos uso de mapas plani-altimétricos, escala 1:50.000, editados pelo IBGE e IGG. São as folhas de São José dos Campos, Camanducaia, Monteiro Lobato, Tremembé, Taubaté, Paraibuna e Jacareí (IBGE), e as de Santa Isabel e Igaratã (IGG). As fotos aéreas usadas são da escala aproximada 1:60.000, tomadas em 1965/66 pelo voo AST-10 da FAB/USAF, e da escala aproximada 1:25.000, obtidas em 1962 pela Aerofoto Natividade de Ltda.; Imagens de satélite ERTS-2 na escala 1:1.000.000 e foto-índices da Aerofoto Natividade em escala 1:100.000 foram consultados, para verificar a continuidade dos corpos litológicos maiores e possível extrapolação das principais estruturas observadas.

As atividades de campo inicialmente envolveram o reconhecimento geológico de uma região mais ampla, quando levantamos perfis ao longo das principais vias de acesso; isto possibilitou uma foto-interpretação preliminar. Em seguida, realizamos o mapeamento geológico de detalhe, na escala de 1:50.000, de modo sistemático. Nesta segunda fase, percorremos todas as estradas trafegáveis e, nos locais de importância para o estudo, também caminhos foram percorridos a pé, para acesso a elevações e a fundos de vales. Foram percorridos um total de 980 km de perfis e coletadas 247 amostras, recolhidas dentre os 421 afloramentos cadastrados para controle.

Utilizamos a técnica de perfis contínuos aos invés de observações pontuais, o que traz a vantagem de permitir já no campo uma visão da situação geológica e uma amostragem racional dos tipos litológicos. Há uma notável redução do número de afloramentos cadastrados, pois a técnica não exige anotações em cada um dos pontos de parada. Os dados foram compilados nas folhas base; na folha de São José dos Campos, para evitar sobrecarga de símbolos, foram usa

das duas cópias, coladas em cartão duro, uma contendo os dados de geologia e outra com a numeração das amostras e dos pontos cadastrados. As amostras foram coletadas em afloramentos de rocha sã ou pouco alterada.

A fotointerpretação acompanhou as etapas do mapeamento geológico. Iniciada após o reconhecimento geológico, teve caráter de orientação para os trabalhos de campo a serem executados. Ainda nesta etapa, os lineamentos fotogeológicos foram lançados em um mapa-base, a partir das fotos aéreas, por meio de Aerosketchmaster Leitz (câmara clara). Ao final dos trabalhos de campo, o estudo das fotos aéreas possibilitou a elaboração de um mapa fotogeológico, controlado pelos dados de campo e sujeito a modificações pelos resultados das análises petrográficas.

O estudo das amostras seguiu as técnicas e critérios convencionais para o exame de secções delgadas ao microscópio polarizador e para as observações macroscópicas. Foram usados microscópios marca Leitz-Wetzlar e uma lupa binocular marca Bausch & Lomb. Nestes estudos, objetivou-se a caracterização da paragénese mineral de cada amostra e das microestruturas contidas.

A análise estrutural seguiu os princípios ditados por Turner e Weiss (1963), Whitten (1966), Ramsay (1967), Hobbs et al (1976) e Vialon et al (1976). Nos domínios homogêneos escolhidos, foram feitas medidas de estruturas planares e lineares, em número adequado para representar os sistemas presentes. Os dados foram lançados em diagrama de Schmidt-Lambert, por projeção estereográfica dos polos de planos e retas. A distribuição de polos, analisada pelos meios estatísticos adequados à técnica, conduziu à determinação das orientações preferenciais das estruturas e de suas relações geométricas.

A nomenclatura utilizada, quando passível de controvérsias, será devidamente definida nos locais oportunos do texto.

CAPÍTULO II

TRABALHOS ANTERIORES

A compilação feita por Florence e Pacheco para elaborar o Mapa Geológico do Estado (1929) não diferenciou as rochas cristalofilianas da Região do Vale do Paraíba, e as incluiu no Complexo Arqueano. Dois andares dentro deste Complexo foram distintos por Moraes Rego (1933 a) e a idade arqueana foi mantida por Ribeiro Filho (1948).

Deve-se a Knecht (1964) a síntese de conhecimentos sobre o Pré-Cambriano Inferior que acompanhou o Mapa Geológico do Estado. Coube a Paoliello (1964), na mesma obra, a descrição das unidades do Pré-Cambriano Superior.

Estudos regionais na região Sul de Minas Gerais e Estado do Rio de Janeiro possibilitaram a Ebert (1957) e Rosier (1965) a distinção de sequências de rochas metamórficas que foram incluídas nos Grupos Paraíba, Andrélandia e São João Del Rey. A Formação Barbacena foi definida por Ebert (1967, 1968). Datações radiométricas destas sequências foram apresentadas por Delhal et al (1969) e Cordani et al (1973).

Na região de São Paulo, a oeste da Capital, os mapeamentos geológicos mais recentes são devidos a Hasui et al (1969), Coutinho (1972), Hasui (1973), Sadowski (1974), Rideg (1974) e foram objeto de uma síntese regional por Hasui e Sadowski (1976).

A região do Vale do Paraíba paulista, situada entre as grandes áreas acima referidas, só vem sendo cartografada geologicamente em tempos mais recentes e os mapas já divulgados devem-se a Cordani et al (1974), Cavalcante e

Kaefer (1974), Sadowski e Carneiro (1974), Alves (1975) e Freitas (1976).

No tocante à Bacia Sedimentar de Taubaté, vários pesquisadores detiveram-se no exame dos depósitos, gênese, idade e significado geomorfológico. (Carneiro, 1974).

Os sedimentos que preenchem a fossa foram descobertos por Pissis (1842) e mapeados por Derby (1895), Florence e Pacheco (1907, 1929) e Branner (1918). A origem da bacia foi atribuída a movimentos tectônicos por vários pesquisadores, como Lamago (1949), Freitas (1951, 1956 e 1957), Almeida (1955, 1957), Ab'Saber e Bernardes (1956), Ab'Saber (1957a, 1957b), Tricart e Silva (1958), Frangipani (1963), Frangipani e Pannutti (1965) e Suguio (1969), embora a existência de falhas tenha já sido sugerida por Washburne (1930) e Maull (1930). Na falta de evidências mais seguras, Moraes Rego (1933b) preferiu interpretar a depressão como resultado de fenômenos erosivos.

A natureza dos depósitos foi investigada por Suguio (1969) e as feições geomorfológicas regionais foram abordadas por Almeida (1964), Ab'Saber (1969a, 1969b), Tita relli (1975) e Coltrinari (1975).

A idade dos sedimentos é controvertida; os dados geológicos e geomorfológicos conduziram a uma idade Pliocênica pelo menos para os estratos inferiores da sequência e as evidências paleontológicas indicaram idade referível ao Pleistoceno (Santos, 1950, 1970; Santos e Travassos, 1955; Beurlen, 1950; Paula Couto, 1956, 1958; Caster e Mendes, 1952; Mendes e Petri, 1971). A descoberta de fósseis característicos do Oligoceno a Mioceno inferior levou Paula Couto e Mezzalana (1971) a rever a idade Pleistocênica atribuída àquelas camadas.

CAPÍTULO III

COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA

Os grandes falhamentos transcorrentes que compõem a Zona de Transcorrência São Paulo (Hasui et al 1975), estão representados na região estudada pelos falhamentos de Monteiro Lobato, descrito por Sadowski e Carneiro (1974); do Rio Jaguari, descrito por Cavalcante e Kaefer (1974) e os de Buquira e Bom Retiro, descritos por Carneiro et al (1976).

As descontinuidades mais recentes são as falhas normais do Palmital, Parateí, São José e Rio Comprido, descritas por Carneiro et al (1976) e que estão relacionadas à própria evolução da Bacia de Taubaté.

As zonas de falhamento transcorrente separam blocos de forma alongada que, a par da extensão das falhas limítrofes, estendem-se para fora da quadrícula estudada. São eles os blocos de Terra Boa, Monteiro Lobato, Bengala, São José dos Campos e Serra do Jambeiro. A distribuição destes blocos e as falhas que os separam estão indicadas na Fig.2.

Os sedimentos da Bacia de Taubaté na folha São José dos Campos, restringem-se ao Bloco São José dos Campos e a parte do Bloco Serra do Jambeiro (vide Mapa Geológico). Os seus limites são as falhas do Parateí e Palmital na borda Norte e as falhas do Rio Comprido e Bom Retiro, na parte sul. No interior da Bacia, a falha de São José divide os sedimentos em dois compartimentos: o Compartimento Parateí e o Compartimento Jacareí (Carneiro et al 1976).

CAPÍTULO IV

LITOLOGIAS

1. Generalidades

Na folha geológica de São José dos Campos , cinco unidades litológicas principais se destacam: as rochas cristalofilianas, as rochas cataclásticas, as intrusivas básicas, os sedimentos terciários e os sedimentos modernos.

No conjunto das rochas cristalofilianas são profundas as diferenças na constituição litológica dos vários blocos tectônicos. Deste modo, este conjunto de rochas será tratado sob o ponto de vista dos cinco blocos em que se divide a área. Nas demais unidades, a abordagem será feita no âmbito da folha São José dos Campos.

Na descrição que se segue, frequentemente será feita referência a locais específicos da folha de São José dos Campos, com o intuito de reforçar e tornar mais clara a exposição. Nestes casos, procuramos adotar os nomes de lugares ou acidentes geográficos que se encontram na carta topográfica escala 1:50.000 correspondente, editada pelo IBGE. O sistema de coordenadas utilizado nesta carta e nas adjacentes foi empregado, de modo que fornecemos entre parênteses, após a designação da localidade, os seis algarismos que definem o ponto com precisão de 100 metros na folha, acompanhados da sigla da folha topográfica em que se encontram. Para facilitar a leitura, sugerimos ao leitor a consulta às cartas topográficas referidas, quando nomes de locais citados no texto não aparecerem no mapa geológico.

2. Rochas Cristalofilianas

A. BLOCOS MONTEIRO LOBATO E TERRA BOA

As Rochas do Bloco Terra Boa na região estudada são essencialmente micaxistos. Em razão da similaridade com os xistos do Bloco Monteiro Lobato, são aqui focalizados em conjunto.

A.1. Ectinitos

A.1.1. Filitos

Os filitos têm ocorrência restrita ao canto NW da quadrícula, nas encostas da margem esquerda do Rio do Peixe, no bloco Monteiro Lobato (vide mapa Geológico).

São rochas de textura fina e nos afloramentos são sempre encontradas em estado parcialmente decomposto. A composição mineralógica é essencialmente sericita e quartzo. Os termos com baixo ou nulo conteúdo em quartzo tornam-se então untuosos ao tato e de brilho sedoso. A aspe-reza é notada nos quartzo-filitos, de coloração bege-avermelhada quando parcialmente alterados. A coloração dos filitos é cinzenta em geral, com alternâncias frequentes de camadas ou lâminas negras que se repetem a intervalos milimétricos ou centimétricos. São similares aos metarritmitos de Hasui et al (1969) descritos no Grupo São Roque.

A xistosidade é bem desenvolvida, dada pela orientação dos cristais de sericita e também pelo quartzo de forma achatada. A coloração negra é dada por grafita ou matéria carbonosa, enquanto que as cores avermelhadas são devidas a óxidos de Ferro. A dificuldade de se obter amos-

tras convenientemente sãs dificultou o exame deste tipo de rocha ao microscópio.

Os conspícuos planos de xistosidade são cortados por sistemas de juntas, o que confere à rocha parcialmente alterada a propriedade de se quebrar em fragmentos de formas variadas com cantos angulosos.

Exatidão { O acamamento reliquiar é observável nestas rochas, particularmente na região do Bairro do Juarez (983527/SJ) onde leitos quartzosos milimétricos a submilimétricos de grão muito fino criam um bandeamento notável. A xistosidade é discordante do acamamento e o corta originando uma lineação pronunciada, paralela aos eixos das dobras mesoscópicas, talvez dobras intrafoliais geradas por transposição. Nos demais afloramentos a rocha não tem um caráter quartzoso tão pronunciado, e a estratificação não é tão clara (Foto 1).

A presença de clivagem de crenulação deformando a xistosidade é observada em alguns afloramentos. Nos cortes dos últimos quinhentos metros da estrada Bairro da Água Soca - Rio do Peixe (025571/ML), observa-se planos de clivagem de crenulação verticais orientados segundo NE e que criam dobras de cisalhamento nos filitos.

A.1.2. Xistos

Rochas de aspecto xistoso são comuns na região estudada, de tal forma que houve necessidade de se estabelecer um limite para o conteúdo em neossoma nas rochas xistosas, com o objetivo de separar litologias puramente ec tiníticas das migmatizadas. Este limite foi de 20%.

Os xistos têm seu domínio nos blocos Montei-

FOTO 1 - Fotomicrografia de Quartzito-filito que exhibe xistosidade plano-axial (na posição vertical) cortando de modo incipiente a estratificação reliquiar (na posição inclinada). Esta é dada pela alternância de faixas mais ricas com outras menos ricas em quartzo, enquanto aquela é devida a uma orientação regular dos placóides e é ressaltada pela presença de óxidos de Ferro. Bairro do Juarez, proximidades do Rio do Peixe. Nícois paralelos, 20X.

ro Lobato e Terra Boa. São muito restritos no bloco São José dos Campos e não foram observados nos blocos Bengala e Serra do Jambeiro (vide mapa Geológico).

No bloco Monteiro Lobato, das três faixas de xistos identificadas, numa delas foram reconhecidas características de estrutura sinformal, sendo por conseguinte denominada "Sinclinório do Morro Podre". As demais faixas apresentam bordas tectônicas e não foi possível deduzir seu comportamento espacial.

Em todos os afloramentos visitados o estado de decomposição é avançado, de sorte que não se pode examinar a rocha sã ou inalterada. A coloração avermelhada é constante nas exposições, e em um ou outro ponto vêm-se películas negras superficiais, relacionadas hipoteticamente à presença de Mn no material semi-decomposto. No material de solo a coloração vermelha é generalizada.

Os minerais essenciais nos xistos dos blocos Monteiro Lobato e Terra Boa são moscovita e quartzo, embora a biotita esteja presente nos xistos do Sinclinório do Morro Podre. Minerais opacos e impregnações vermelhas talvez devidas a óxidos de Fe, são encontradas nas lâminas. O feldspato ocorre disperso em alguns afloramentos, formando ocelos até milimétricos. O quartzo concentra-se em leitos que se alternam aos de mica, caracterizando a estratificação reliquiar da rocha. Os leitos são lenticulares e descontínuos, centimétricos em extensão e milimétricos ou submilimétricos em espessura. No interior das faixas quartzosas são comuns cristais de moscovita orientados ou subparalelos à xistosidade que por sua vez é paralela à orientação dos leitos quartzosos. A textura é geralmente fina a média, com cristais de 0,3 a 2 mm.

A xistosidade é conspícua nestas rochas, embora nem todos os minerais micáceos estejam orientados. Por

firoblastos de moscovita foram encontrados, com disposição caótica na rocha. Seu significado será discutido adiante.

Planos de clivagem de crenulação frequentemente deformam a xistosidade e em alguns locais chegam até a desenvolver uma nova foliação no ápice de dobras desenhadas pela xistosidade anterior.

Intercalações menos expressivas nesta unidade são os quartzitos e anfibolitos. Os primeiros exibem passagens graduais para os xistos, e ocorrem em leitos de dimensões métricas a centimétricas. Os anfibolitos possuem contatos bruscos onde foi possível a observação. Na escala de mapeamento não puderam ser delimitados. No mapa geológico de São José dos Campos estão assinaladas as ocorrências de tais intercalações.

A.2. Migmatitos

O termo migmatito, após introduzido por Sederholm (1907), tem sofrido modificações em seu significado original. Seriam rochas resultantes da mistura de um metamorfito e um magma, gerando as associações íntimas e complexas de gnaisses e granitos. Posteriormente, a continuidade de fácies levou Sederholm a incluir misturas difusas como os nebulitos e arteritos nos migmatitos.

Em 1935, Wegmann estendeu o conceito de migmatito, englobando nesta categoria todos os gnaisses, mesmo os homogêneos, que adquiriram por injeção magmática ou por metassomatose uma composição essencialmente feldspática. O limite entre os ectinitos e seu substrato migmatizado foi denominado por Wegmann de "front de migmatização".

A ampliação e modificação do conceito de Wegmann foi contínua, trazendo por um lado teorias para ex

placar a gênese destas rochas e, por outro, classificações e novos termos, geralmente com conotação genética. A classificação proposta por Jung e Roques (1952) é dentre estas, aquela que retomou a conceituação de Wegmann, dividindo os migmatitos em heterogêneos (diadizitos, epibolitos e agmatitos) e homogêneos (embrechitos e anatexitos). Foi atribuída a essas rochas uma origem metassomática que se daria por intercâmbio iônico entre o paleossoma e fluidos (ichor) de proveniência não necessariamente magmática que o percolariam através de zonas de resistência mínima.

A existência de outros mecanismos de formação, tais como o de injeção magmática, o de fusão diferencial ou o de segregação, tornaram debatida a origem proposta por Jung e Roques. Por outro lado, a facilidade de aplicação no campo é a razão pela qual a sua classificação teve boa aceitação nos meios que se dedicam ao mapeamento de áreas migmatíticas.

O abandono dos tipos homogêneos e o retorno ao significado original do termo migmatito foram propostas de Turner e Verhoogen (1960) e de muitos outros autores, numa polêmica que se acentuou progressivamente, até que em 1960, no XXI Congresso Internacional de Geologia, em Copenhague, Dietrich e Mehnert iniciaram uma listagem das designações usadas para migmatitos. A lista final, onde foram sublinhados os termos escolhidos preferencialmente, sofreu uma suplementação por Roques e Polkanov (1968).

Mehnert, em 1968, face à necessidade de uniformizar a terminologia em bases essencialmente descritivas, propôs uma classificação de migmatitos da qual procurou eliminar as implicações genéticas. É a esta terminologia e a alguns dos termos de Jung e Roques que iremos nos ater neste estudo.

A.2.1. Migmatitos Heterogêneos Estromatíticos

Conforme o Mapa Geológico, são três as faixas de migmatitos heterogêneos de caráter estromatítico no bloco Monteiro Lobato. São corpos que, acompanhando a direção geral das estruturas, sustentam faixas das encostas da Serra do Roncador e dos serrotes que, do Morro do Jacu, dominam o Bairro da Água Soca. Dois destes corpos têm características sinformais, e constituem o sinclinório do Rio Turvo e parte do sinclinório do Morro Podre. Este último, como vimos no item precedente, contém xistos no núcleo.

As melhores exposições destas rochas encontram-se na estrada que pelo Bairro da Água Soca liga a região do Rio do Peixe à SP-50 e na estrada que acompanha o Rio Turvo em toda a sua extensão. Outros bons cortes podem ser ainda encontrados em quase todas as estradas e caminhos que cruzam estas litologias.

Os migmatitos heterogêneos estromatíticos são rochas de estrutura caracteristicamente bandada, constituídas de um paleossoma xistoso, com foliação pronunciada e de coloração cinza a negra nas sequências biotíticas ou cinzenta a esbranquiçada nas sequências moscovíticas ou cloríticas. Neste paleossoma se intercalam bandas de neossoma quartzo-feldspático de coloração branca e o conjunto muitas vezes exhibe outro tipo de estrutura de migmatitos, a dobrada. As bandas não são uniformes, pois irregularmente aumentam ou diminuem de espessura, desde dimensões milimétricas até decimétricas.

A ação do intemperismo torna vermelhas as faixas de paleossoma, mantendo a cor branca do neossoma caulizado. Esta é a situação mais frequente nos afloramentos.

A foliação do paleossoma é caracterizada pe-

la orientação planar de micas, por planos de crenulação que podem estar presentes ou até mesmo por intercalações milimétricas de natureza mais quartzosa entre as sequências micáceas. Corpos quartzíticos maiores podem ocorrer e têm forma alongada e descontínua devida à estricção ou boudinage de camadas.

A assembléia mineralógica essencial do paleossoma é dada por biotita, moscovita e quartzo, em proporções variáveis. As micas de uma primeira geração compõem a foliação, enquanto que as geradas posteriormente cortam-na. As micas posteriores são a moscovita e a clorita, com predomínio daquela. Nas frações quartzosas, a textura lepidoblástica é dada por um arranjo imbricado dos cristais de quartzo com as palhetas de biotita ou moscovita.

Cristais de feldspato potássico (microclina) podem ocorrer sob a forma de ocelos dispersos no paleossoma caracterizando uma textura porfiroblástica. Os minerais acessórios ainda encontrados são plagioclásio (andesina sódica), apatita e opaco. A zoizita é secundária.

O neossoma é constituído de quartzo e microclina, em proporções variáveis, dando uma textura aplítica. A presença de moscovita em palhetas dispersas, embora orientadas, confere ao neossoma uma textura gnáissica.

Intercalações de quartzito feldspatizado levemente moscovítico e biotítico, assim como de quartzito calcossilicático foram verificadas. Os quartzitos calcossilicáticos apresentam-se constituídos de plagioclásio (bytownita), quartzo, tremolita-actinolita e exibem como acessórios, biotita, titanita, zircão, clinozoisita, apatita e calcita. Estas rochas ocorrem no Bairro do Morro Podre e às margens do Rio Buquira, no trecho em que ele atravessa o bloco Monteiro Lobato (114550/SJ). Nesta última região, o migmatito estromatítico tem localmente caráter homogêneo,

mostrando texturas porfiroblástica e gnáissica em faixas alternadas, claras e escuras. Os porfiroblastos são de plagioclásio e, mais raramente, de microclina. Os minerais presentes na matriz são o quartzo, plagioclásio, granada, moscovita, e como secundários, a clinozoisita, clorita e sericita.

Outras ocorrências não mapeáveis de migmatito homogêneo encontram-se nas cabeceiras do Rio Claro (014470/SJ) e no córrego Água Soca, próximo da SP- 50 (073501/SJ).

A.2.2. Migmatitos Homogêneos Estromatíticos e Embrechíticos

Representam a transição dos migmatitos heterogêneos para os migmatitos mais evoluídos que serão tratados no item seguinte. Estes últimos ocupam o núcleo de duas formas culminantes as quais têm os migmatitos homogêneos estromatíticos como faixas marginais.

Afloramentos destas rochas são encontrados nas estradas que atravessam a porção sudoeste destes corpos, e mais particularmente, na pedreira próxima ao Bairro do Morro Podre (979448/55).

A rocha é de estrutura estromatítica, cinzenta a bege claro e tem um aspecto gnáissico dado pela distribuição homogênea dos máficos (Foto 2). Há um marcante caráter porfiroblástico devido aos ocelos elipsoidais de microclina que ondulam a foliação da rocha, como que contorna dos pelos cristais de mica das bordas dos porfiroblastos (Foto 3). As dimensões dos porfiroblastos atingem 8 milímetros, mas em média possuem 3-4 mm de comprimento. A matriz tem grão fino a médio.

-18-

FOTO 2 - Estrutura estromatítica nos migmatitos homogêneos do Bloco Monteiro Lobato. Bairro do Bonsucesso, margem direita do Rio Turvo (979448/SJ)

FOTO 3 - Fotomicrografia de migmatito homogêneo embrechítico mostrando a textura gnáissica e um porfiroblasto poiquiloblástico de moscovita desorientado (à esquerda). No canto inferior esquerdo há um porfiroblasto de microclina, contornado pelos minerais da matriz. Cabeceiras do Rio Claro (014470/SJ).

A microclina e o quartzo são os minerais essenciais, aos quais se subordinam o plagioclásio (oligoclásio), a moscovita e a biotita, em proporções variáveis. Os acessórios são o epidoto, apatita e opaco. A clorita aparece mais localmente, substituindo a biotita e alguma moscovita.

O quartzo forma cordões alongados paralelos à foliação e agregados granoblásticos na matriz, junto com a microclina e o plagioclásio. Os porfiroblastos de microclina possuem frequentes bordas mirmequíticas. Textura poiquiloblástica pouco desenvolvida é observada nos cristais de moscovita que atravessam a foliação, representando um segundo estágio de cristalização de moscovita.

A.2.3. Migmatitos Homogêneos Embrechíticos e Nebulíticos

No núcleo das estruturas antiformais citadas anteriormente, encontramos rochas homogêneas de aspecto granitóide que foram classificadas, de acordo com caracteres de campo e dados petrográficos, em rochas migmatíticas embrechíticas e nebulíticas e rochas granitóides (vide Mapa Geológico).

Estes corpos rochosos maiores são aqui denominados Maciço do Roncador e Maciço da Água Soca, para efeito de sistematização. Ocorrem ao norte e ao sul do Rio Turvo, respectivamente.

Os migmatitos destas áreas são rochas de aspecto gnáissico, com foliação conspícua e exibindo variações laterais notáveis. Não se pode caracterizar um bandejamento, pois não há repetição de uma faixa alternadamente

FOTO 4 - Fotomicrografia de nebulito exibindo as texturas gnáissica e granoblástica da matriz da qual se destaca o porfiroblasto de microclina com geminação Carlsbad (parte inferior da foto). Bairro da Água Soca, a 6 km da SP-50, Nícois Cruzados , 20X.

com outras. O que ocorre são zonas de materiais que diferem nas proporções relativas dos componentes minerais, no tamanho dos cristais e na coloração da rocha, correspondendo às estruturas nebulítica, schlieren e oftalmítica de Mehnert (1968).

No maciço da Água Soca, os migmatitos são cinzentos a rosados, tendo como minerais essenciais quartzo, microclina e plagioclásio (oligoclásio); os acessórios são biotita, moscovita, titanita, apatita, allanita e opaco, em proporções variáveis. Clorita é mineral secundário. A textura geral das rochas é a gnáissica. A textura porfiroblástica é mais frequente que a granoblástica já que esta se restringe às faixas menos micáceas (Foto 4). Os porfiroblastos são de microclina rósea ou branca, atingindo 2 a 3 centímetros nas variedades embrechíticas mais grosseiras e 3 a 4 milímetros nas de granulação média. Em alguns pontos, a microclina apresenta textura poiquiloblástica, envolvendo cristais de biotita, quartzo ou da própria microclina.

Os migmatitos de estrutura nebulítica são de granulação fina a média, não possuem porfiroblastos e exibem áreas irregulares onde varia a concentração de máficos, dando o aspecto de relictos "fantasmas" no seio da rocha homogênea. Isto se observa nos cortes da estrada que leva do Bairro da Água Soca ao Rio Turvo (056521/SJ), Foto 5. Nesta estrada também foram encontradas concentrações tipo "Schlieren" (063510/SJ), fotos 6 e 7.

No maciço do Roncador, o predomínio é de rochas granitóides menos orientadas e que serão tratadas a seguir. Rochas embrechíticas são subordinadas e têm cor cinza claro e semelhantes às descritas anteriormente, embora a granulação seja média e os porfiroblastos em geral não excedam alguns milímetros. São compostos de microclina ou plagioclásio brancos. Os termos nebulíticos são cinzentos e de textura gnáissica fina. Os minerais presentes são o plagio-

FOTO 5 - Estrutura nebulítica em rocha de granulação fina, biotítica. No centro da foto, a porção mais clara é pobre em máficos, conservando a textura gnáissica. Bairro da Água Soca, a 6 km da SP-50.

FOTO 6 - Concentrações "Schlieren" de biotita em rocha homogênea de textura gnáissica. Estas faixas são concordantes com a foliação da rocha. Bairro da Água Soca, a 4 km da SP-50.

FOTO 7 - Pormenor da foto anterior, evidenciando a forma irregular das concentrações e as pequenas dobras que são desenhadas.

clásio (oligoclásio), quartzo e microclina. Como acessórios tem-se a biotita, titanita, moscovita, apatita, allanita e opaco.

Intercalações de migmatitos estromatíticos de paleossoma xistoso e de anfibolitos foram verificados nos migmatitos e rochas granitóides do maciço do Roncador. As intercalações têm larguras métricas a decamétricas. São encontradas em cortes da estrada Rio do Peixe - Bairro da Água Soca próximos à crista da Serra do Roncador.

No maciço da Água Soca observamos intercalações de migmatitos estromatíticos bem como de leitos descontínuos de quartzitos, centimétricos em largura.

A.3. Rochas Granitóides

Nos maciços do Roncador e da Água Soca estão presentes rochas granitóides em associação íntima com os migmatitos mais evoluídos. No maciço do Roncador são predominantes e é por esta razão e por relações de campo que o maciço foi classificado como corpo granitóide no Mapa Geológico.

No flanco sul do maciço do Roncador, a passagem para os migmatitos estromatíticos é gradual, enquanto que na borda norte o contato é brusco, passando-se diretamente das rochas granitóides para os migmatitos heterogêneos estromatíticos de paleossoma xistoso. (vide Mapa Geológico).

As rochas granitóides são claras, em tonalidades que variam de bege a róseo cinzento. A granulação é média, podendo se tornar grosseira localmente, com porfiroblastos de microclina maiores que um centímetro. Em pontos restritos, uma orientação incipiente das micas se traduz nu

ma quase isotropia da rocha.

Os minerais essenciais, microclina, quartzo e plagioclásio (oligoclásio) encontram-se em arranjo imbricado gnáissico a porfiroblástico, caracterizando dois tipos de rocha, que não foram separadas na presente escala de trabalho. Na primeira delas, que é também mais comum, a biotita e a moscovita são dispersas mas orientadas (Foto 8), enquanto na outra são restritas a pequenas concentrações esparsas e sem orientação uniforme (Foto 9). As palhetas dispõem-se neste caso ao redor de porfiroblastos de microclina. Textura poiquiloblástica está presente em alguns cristais de microclina. Os acessórios são epidoto e opacos.

A.4. Anfibolitos

São rochas melanocráticas, de cor negra, granulação fina, textura orientada e em geral bastante fraturada constituindo intercalações nos corpos maiores (vide Mapa Geológico). A sua alteração intempérica produz solos que de amarelados na proximidade da rocha, tornam-se de um vermelho escuro para a superfície do terreno. Crostas negras de óxidos de Mn recobrem muitos dos blocos de rocha dos afloramentos.

A composição mineral é essencialmente de hornblenda, plagioclásio (labradorita) e quartzo, enquanto opaco, allanita e rara biotita são os acessórios. Alofana foi encontrada em rocha das margens do Rio Turvo. As texturas são a granoblástica e a nematoblástica, com o anfibólito xenoblástico a subidioblástico contendo muitas inclusões de quartzo.

FOTO 8 - Rocha granitóide de granulação média apresentando uma incipiente orientação das micas, numa textura gnáissica. Serra do Roncador, a 12 km da SP-50 (038546/SJ).

FOTO 9 - Fotomicrografia de rocha granitóide que contém porfiroblastos de microclina separados por lamelas desorientadas e interrompidas de minerais placóides. O cristal porfiroblástico cinzento do canto inferior esquerdo é de moscovita transversal à incipiente foliação da rocha. Serra do Roncador (038552/SJ). Nícois cruzados, 20X.

B. BLOCOS SÃO JOSÉ DOS CAMPOS E SERRA DO JAMBEIRO

O bloco Serra do Jambeiro apresenta rochas granitóides, essencialmente (vide Mapa Geológico). A similaridade com rochas encontradas no bloco São José dos Campos levou-nos a descrevê-las em conjunto.

B.1. Rochas Migmatíticas

B.1.1. Migmatitos Heterogêneos Estromatíticos

São rochas bandadas onde o paleossoma xistoso e o neossoma de aspecto gnáissico se alternam em faixas de largura variável. O paleossoma é constituído de biotita, moscovita e quartzo em proporções variáveis, além de clorita, plagioclásio, apatita e opaco.

O neossoma encontra-se em bandas milimétricas a decimétricas concordantes com a foliação do paleossoma. Veios discordantes são mais raros. A composição do neossoma é feita essencialmente de quartzo, microclina e plagioclásio (oligoclásio) e como acessórios têm-se biotita, epidoto, allanita e opaco. A clorita é secundária.

O aumento da possança das bandas de neossoma verifica-se localmente, como na região do Bairro Alto da Ponte, onde bolsões métricos de neossoma orientado chegam a incluir pedaços do paleossoma dobrado, numa estrutura agmatítica. Um destes bolsões já foi explorado para extração de caulim.

Variações homogêneas nos estromatitos foram encontradas. Nestas zonas, a composição mineralógica é a mesma do neossoma, apenas com mudanças na quantidade relativa dos minerais.

Do mesmo modo, quartzitos, quartzitos calcossilicáticos e frações xistosas foram observadas. Os quartzitos são semelhantes aos encontrados no bloco Monteiro Lobato, enquanto que os xistos são constituídos de biotita, moscovita, quartzo, sillimanita e granada e têm como acessórios plagioclásio, zircão e epidoto. Os sillimanita xistos situam-se nas faldas da Serra do Palmital (173526 / SJ), Foto 10.

FOTO 10 - Fotomicrografia de sillimanita xisto levemente crenulado. As bandas claras são de sillimanita fibrosa, as escuras de biotita e os agregados granulares, de quartzo. Fazenda Santana, flanco SE da Serra do Palmital. Nícois cruzados, 20X.

B.1.2. Migmatitos Homogêneos Estromatíticos de
Composição Granítica

Três ocorrências de rochas homogêneas estromatíticas e de composição global granítica foram mapeadas no bloco São José dos Campos. Formam corpos restritos no seio dos migmatitos heterogêneos regionais, e ocorrem nas proximidades da estação Jaguari da RFF, na região de Vila Cândida e mais para nordeste, na região do Ribeirão Pedregulho (Vide Mapa Geológico).

São rochas bandadas de textura gnáissica e porfiroblastos ocasionais de microclina. As bandas escuras e claras são dadas por variações no conteúdo de máficos. A composição global granítica é dada pela presença de microclina e quartzo, com proporções variáveis dos acessórios biotita, moscovita, plagioclásio (oligoclásio), apatita, zircão, granada e opaco, aos quais se adiciona a clorita como mineral secundário.

B.1.3. Migmatitos Homogêneos Estromatíticos e
Embrechíticos de Composição Tonalítica

Os migmatitos homogêneos estromatíticos de composição tonalítica estão presentes no bloco São José dos Campos formando duas faixas alinhadas, situadas na região da Serra do Palmital e a sudoeste do bairro do Buquirinha (Vide Mapa Geológico). Este último corpo prolonga-se para SW, passando pela barragem do Rio Jaguari, já na folha de Igaratã. O caráter distintivo destes corpos em relação aos demais migmatitos homogêneos estromatíticos é a composição tonalítica.

Na região da Serra do Palmital, estes migmatitos constituem-se em rochas de granulação média, localmente fina.

A estrutura é bandada (Foto 11), onde as bandas cinzentas são predominantes em relação às aquelas mais ricas em minerais fêmicos, de cor branca. Por efeito de alteração, estas bandas claras tornam-se amareladas.

A rocha possui textura gnáissica onde se desenvolvem de modo difuso pequenos porfiroblastos de plagioclásio (oligoclásio) que não excedem um centímetro, de forma elipsoidal e orientados segundo a foliação (Foto 12). Os minerais essenciais são quartzo e plagioclásio (oligoclásio). Biotita parcialmente cloritizada, moscovita, apatita, zircão, epidoto e granada são os acessórios.

Texturas granoblástica e poiquiloblástica são comuns, esta última dada por cristais poiquiloblásticos de moscovita desorientados ou pelo quartzo dentro de plagioclásio. Os porfiroblastos de plagioclásio são contornados pelas biotitas, que ficam dispostas ao seu redor. De modo mais restrito, foi encontrado crescimento antipertítico em plagioclásio, textura em moldura e halos pleocroicos nas biotitas que envolvem zircão.

Uma intercalação de diopsídio - tremolita quartzito foi amostrada na Fazenda do Meio, no flanco sul da Serra do Palmital (153511/SJ). A rocha, de coloração cinza esverdeada, é composta de quartzo, calcita, moscovita, plagioclásio (andesina), diopsídio e tremolita-actinolita; os acessórios são a titanita, epidoto e microclina. A microclina concentra-se no neossoma, que tem textura granoblástica. As bandas mais quartzíticas são também granoblásticas, enquanto que as mais ricas em biotita possuem textura gnáissica.

-31-

FOTO 11 - Estromatito homogêneo tonalítico desenhando uma dobra aberta. Bairro do Buquirinha, 5,5 km a NNE da Vila Cândia (086449/SJ).

FOTO 12 - Fotomicrografia do estromatito homogêneo tonalítico. O feldspato presente é o plagioclásio (oligo-clásio). Região da Serra do Palmital, a 1 km da sede da Fazenda da Jaca. Nícois cruzados, 20X.

A faixa de migmatitos homogêneos embrechíticos próxima ao Rio Jaguari encerra rochas onde a estrutura oftalmítica é típica. A rocha tem coloração cinza com feldspatos brancos em porfiroblastos de até 5 centímetros de diâmetro (Foto 13 e 14). O neossoma e o paleossoma têm aspecto gnáissico e dispõem-se em bandas concordantes entre si, no interior das quais desenvolvem-se os ocelos elipsoidais.

Na parte mais próxima ao falhamento do Buquira, os porfiroblastos são de plagioclásio (oligoclásio), e mais raramente de granada. A granulação da matriz varia de média a fina, e os componentes essenciais são o plagioclásio (albita-oligoclásio), quartzo, hornblenda e biotita. Os acessórios são moscovita, granada, titanita, zircão, calcita, epidoto e apatita. Textura poiquiloblástica é observada nos cristais de plagioclásio, que englobam hornblenda e quartzo. A orientação dos minerais placóides não é uniforme pois encontram-se circundando os porfiroblastos e há moscovitas totalmente desorientadas. Mirmequita e textura em moldura podem estar presentes.

Na parte mais ao sul, próxima ao Rio Jaguari, os porfiroblastos de granada são mais abundantes e maiores, atingindo até 8 milímetros de diâmetro. Dobras ptigmáticas do neossoma são visíveis nos afloramentos.

B.1.4. Migmatitos Homogêneos Embrechíticos e Nebulíticos

As cristas da Serra do Palmital são sustentadas por migmatitos homogêneos de composição granítica a adamellítica. As estruturas presentes são a embrechítica e nebulítica, sendo raros os tipos bandados. Afloramentos podem ser visitados na estrada que atravessa a parte mediana da Serra.

-33-

FOTO 13 - Estrutura oftálmica nos migmatitos homogêneos de composição tonalítica. As zonas escuras, não afetadas pela feldspatização, são ricas em hornblenda. Pedreira da barragem do Rio Jaguari, a 1 km NE do vertedouro de concreto (957353/IG).

FOTO 14 - Pormenor da foto anterior. Os porfiroblastos de plagioclásio (oligoclásio) contêm diminutos cristais de hornblenda, que também aparece na matriz. Pedreira da Barragem do Rio Jaguari.

A presença de microclina na matriz e nos porfiroblastos diferencia estes tipos rochosos dos migmatitos homogêneos adjacentes para os quais a passagem é gradual. A granulação é mais grosseira, a coloração é cinza médio e os porfiroblastos são maiores, alcançando três centímetros de comprimento dos elipsóides. A mineralogia é a mesma, apenas com o acréscimo da microclina (Foto 15).

A orientação das micas é pronunciada, por contornarem os cristais porfiroblásticos. As texturas predominantes são a porfiroblástica e a gnáissica, com incipiente foliação.

B.2. Rochas Granitóides

O bloco Serra do Jambeiro é constituído, na folha estudada, por rochas granitóides de estrutura oftalmítica, similares às do bloco São José dos Campos que afloram no vale do Rio Putins.

Os granitóides tipo Serra do Jambeiro são de granulação média a grossa, cor cinza-claro, com texturas gnáissica e embrechítica (oftalmítica) pronunciadas. Os porfiroblastos de forma elipsoidal são contornados pelas micas, deformando a foliação e seu tamanho médio é de 2 a 3 milímetros de comprimento, podendo ultrapassar um centímetro localmente.

A mineralogia essencial é quartzo, microclina e plagioclásio (oligoclásio). Os acessórios mais comuns são biotita, titanita, apatita, zircão, opaco, granada e calcita. Clorita e Sericita podem aparecer como secundários. As texturas em moldura, mirmequítica e poiquiloblástica foram reconhecidas. O quartzo tem extinção ondulante, exceto nos cordões alongados, talvez produtos de recristalização.

FOTO 15 - Embrechito de composição granítica. A matriz é pouco orientada e se destaca o porfiroblasto de microclina. Fazenda do Gazola, Serra do Palmital (150528/SJ).

Na pedreira do Serrote, situada além dos limites da folha de São José (204273/JC), verificamos a existência de intercalações de anfibolito e de "boudins" de quartzito.

O caráter parcialmente intrusivo dos corpos de rochas granitóides é indicado pela falta de contatos graduais para as encaixantes, onde foi possível a observação.

C. BLOCO BENGALA

C.1. Migmatitos

C.1.1. Migmatitos Homogêneos Estromatíticos e Embrechíticos

Estas rochas bandadas ocorrem em uma faixa adjacente à Falha do Rio Jaguari. São separadas dos migmatitos mais evoluídos a sul por estreita zona de falhamento transcorrente.

São rochas de cor cinza médio a claro, granulação fina a média, com porfiroblastos de feldspato bege esbranquiçado. Nas lâminas verifica-se que os porfiroblastos são de microclina ou plagioclásio (oligoclásio), em uma matriz composta de quartzo, microclina e plagioclásio (oligoclásio). Biotita, apatita, opaco, zircão e epidoto são acessórios.

As micas orientam-se segundo a foliação, porém contornam os porfiroblastos. O aspecto bandado é dado pela alternância de faixas mais micáceas de textura gnáissica com faixas de texturas granoblástica e porfiroblástica onde os minerais placóides são mais raros. Mirmequita e tex

tura em moldura podem ser observadas, assim como a presença de intercrescimento pertítico na microclina e antipertítico no plagioclásio.

C.1.2. Migmatitos Embrechíticos

Incluindo diversos fácies, alguns dos quais correspondem aos migmatitos homogêneos bandados, a área de migmatitos mais evoluídos, situada no bloco Bengala apresenta afloramentos nas encostas marginais ao Córrego do Bengala e na estrada que do Bairro do Morro Podre leva a São José dos Campos.

Os termos mais homogêneos possuem texturas gnáissica e porfiroblástica nas associações de ortoclásio (opticamente: $XAA \approx 89$ e $2V \approx 60^\circ$), plagioclásio (oligoclásio) e quartzo. Os acessórios são biotita, hornblenda, apatita, moscovita, zircão, epidoto e titanita. A clorita, mineral secundário, é uma peninita. A moscovita é poiquiloblástica, enquanto os porfiroblastos são de microclina e plagioclásio e podem atingir três centímetros de diâmetro, numa matriz de granulação média a fina. Não é comum a textura em moldura ao redor de porfiroblastos. Os agregados de quartzo e feldspato são granoblásticos (Foto 16).

A textura gnáissica pode estar mascarada pelos porfiroblastos contornados por micas, das quais a biotita encontra-se muitas vezes cloritizada.

Faixas bandadas homogêneas foram verificadas em afluentes do córrego do Bengala, tanto a sul (022456/SJ), como a norte (046470/SJ). No afluente a sul (Foto 17), a rocha exhibe granada, sillimanita, biotita, quartzo e plagioclásio (oligoclásio), enquanto o feldspato potássico, epidoto e opaco são acessórios. A sillimanita é idioblástica,

podendo ser poiquiloblástica com quartzo no interior. A grnada forma porfiroblastos de até um centímetro, assim como os de feldspato, estes últimos podem estar circundados por textura em moldura. Dobras ptigmáticas, estruturas dobradas e de transposição (Foto 18) foram ainda verificadas nos a floramentos.

FOTO 16 - Fotomicrografia de embrechito exibindo porfiroblasto de plagioclásio antipertítico rodeado de cristais de quartzo, numa matriz biotítica, bastante orientada. Bairro do Morro Podre, 500m a SE do Ribeirão Piúva. Nícois cruzados, 20X.

FOTO 17 - Estrutura dobrada em estromatito homogêneo. Nas bandas de neossoma encontram-se numerosos porfiroblastos de microclina. Bairro dos Freitas, a sul do Córrego do Bengala (022456/SJ)

FOTO 18 - Estrutura microdobrada no embrechito com sillimanita e granada, gerada por planos de crenulação muito próximos. Bairro dos Freitas, a sul do Córrego do Bengala (022456/SJ).

C.2. Granulitos

São rochas homogêneas, de aspecto maciço a foliado, com coloração cinza-escura. Encontram-se localmente migmatizadas mostrando então estruturas bandada e venulada.

A granulação é fina a média e os minerais essenciais são o quartzo, clinopiroxênio, hornblenda, plagioclásio (labradorita) e biotita (Foto 19). A titanita, ortopiroxênio, zircão, apatita, opaco e granada são acessórios e a clorita é secundária. Os fêmicos apresentam arranjo granoblástico, enquanto as micas e anfibólios encontram-se suborientados, dando uma textura gnáissica. Textura em moldura é restrita.

Evidências de retrometamorfismo foram obtidas: o piroxênio associa-se a anfibólio, em alguns cristais com seção de piroxênio. Noutros cristais, manchas de piroxênio restam no interior do anfibólio. Da mesma maneira, a biotita associa-se ao anfibólio.

Existem cordões de quartzo (quartzo discóide) sem a extinção ondulante que os caracteriza na matriz, além de deformação de cristais de plagioclásio por planos de cisalhamento.

O neossoma encontrado nestas rochas restringe-se a faixas claras facilmente perceptíveis macroscopicamente. O feldspato potássico, branco ou levemente esverdeado, quartzo e plagioclásio organizam-se em texturas porfiroblástica e gnáissica, com a orientação dada por bandas de quartzo e alguma biotita.

FOTO 19 - Fotomicrografia de granulito com textura poiquiloblástica nos cristais de clinopiroxênio que englobam grãos de quartzo e de plagioclásio. Bairro dos Freitas, estrada que leva ao córrego do Bengala. (024450/SJ).

3. Rochas Cataclásticas

Na área estudada vários falhamentos foram verificados no terreno, dentre os quais as zonas de falhamento transcorrente do Rio Jaguari e do Buquira constituem as mais expressivas faixas de milonitização.

A cataclase atingiu de modo relevante os migmatitos homogêneos e rochas quartzíticas, originando faixas onde a moagem foi mais intensa, intercaladas a outras, onde o esmagamento foi menos acentuado. Estas faixas têm espessuras centimétricas a métricas, somando-se em larguras de centenas de metros até quase 2 km.

As rochas originadas pelo processo dinâmico de moagem têm sua mineralogia e estrutura diretamente relacionada à composição mineral da rocha primária e ao grau de destruição sofrido pelos constituintes.

Os termos petrográficos foram classificados de acordo com a intensidade de milonitização em brechas tectônicas, protomilonitos, milonitos, ultramilonitos e blastomilonitos (Higgins, 1969), dos quais os protomilonitos e milonitos são os termos mais abundantes.

As brechas tectônicas (Foto 20) representam o início do processo de cataclase, caracterizado pelos cristais fraturados, atravessados por planos de cisalhamento e com bordos granulados. Nos protomilonitos, a textura em moldura aparece ao redor de antigos porfiroblastos e é alongada segundo as faixas compostas da farinha resultante do esmagamento de zonas menos resistentes. Nos protomilonitos derivados de rochas migmatíticas, as micas e o quartzo são os primeiros minerais a serem destruídos.

Nos protomilonitos ocelares da região do

-43-

FOTO 20 - Brecha tectônica desenvolvida em rocha quartzítica com bandas feldspáticas (microclina) e moscovíticas subordinadas. A presença de quartzo recristalizado é acentuada. Rodovia SP-50, região do Bairro da Água Soca (077496/SJ).

FOTO 21 - Detalhe de protomilonito ocelar que mostra os porfiroclastos emoldurados por quartzo moído, branco. Os pontos negros são porfiroclastos de hornblenda. Região da Fazenda Santa Luzia (997395/SJ), estrada Bairro do Caeté-Barragem do Rio Jaguari.

Bairro dos Freitas e da região da Fazenda Santa Luzia, os minerais presentes são o quartzo, plagioclásio (albita a oligoclásio), biotita e hornblenda, com os acessórios titanita, apatita, allanita e opaco. A rocha é melanocrática, cinzenta, com foliação conspícua dada por faixas de minerais moídos intercalados com zonas de quartzo recristalizado. Próxima aos porfiroclastos de plagioclásio e hornblenda, a foliação sofre ondulações, contornando-os. A biotita é dividida em minúsculas palhetas que tendem a se orientar segundo a foliação (Foto 21).

Os porfiroclastos exibem extinção ondulante, assim como os cristais de quartzo moído. Não apresentando tal característica, o quartzo em cordões forma lâminas milimétricas em espessura, enquanto que os porfiroclastos de forma arredondada ou elipsoidal chegam a ultrapassar três centímetros de diâmetro.

Os protomilonitos ocelares acima descritos são profundamente semelhantes em composição mineralógica e estrutura, aos migmatitos homogêneos embrechíticos da região da barragem do Rio Jaguari, situados no Bloco São José dos Campos, o que sugere uma origem a partir destas rochas. O domínio destes protomilonitos na Falha do Buquira é a SW do bairro Ponte do Costinha.

Nas faixas onde é menor a quantidade de ocelos de feldspato, as zonas menos afetadas são constituídas de quartzo e feldspato estirados, formando lamelas concordantes com a foliação e com os cordões de quartzo.

Os milonitos (Foto 22) são rochas onde o processo de moagem reduziu a uma farinha mais de 50% dos componentes da rocha, criando uma massa de foliação pronunciada onde se intercalam grãos e cordões de quartzo recristalizado e fenoclastos de feldspatos (microclina e plagioclásio) que tendem a sofrer diminuição de tamanho. Os dimi

FOTO 22 - Milonito com foliação cataclástica pronunciada. A face superior da amostra é paralela à foliação e contém numerosas lineações. Bairro do Caetê, 500 m a NW do Córrego do Pau-de-Saia (020420/SJ).

FOTO 23 - Porfiroblastos desorientados de moscovita poiquiloblástica (mo) em milonito parcialmente decomposto. O cordão de quartzo não tem extinção ondulante e é paralelo à foliação da rocha. Rodovia SP-50, a 1 km da ponte sobre o Rio Taquari no bairro homônimo. Nícois cruzados, 25X.

nutos cristais de biotita estão muitas vezes cloritizados e os cristais de titanita, opaco e apatita tendem a manter seu pequeno tamanho. Os blastomilonitos são restritos na área, e sua distinção para com os milonitos se faz pela maior intensidade de recristalização do quartzo.

Moscovita porfiroblástica e poiquiloblástica é encontrada englobando cristais de quartzo, dentro da poeira microscópica que constitui os milonitos (Foto 23).

Ultramilonitos que se assemelham a quartzoxistos de granulação muito fina foram registrados em alguns pontos da área estudada. Meso e macroscopicamente, os milonitos e ultramilonitos possuem conspícuas lineações indicativas da movimentação.

Granada e sillimanita não foram encontradas nas zonas de falhamento, à exceção de um afloramento, situado na estrada que leva do Córrego Pau-de-Saia à represa do Rio Jaguari (005409/SJ), onde o quartzo e plagioclásio da matriz do milonito estão intensamente fragmentados e recristalizados, aparecendo em lamelas, com pequenos cristais alongados e de bordas muito intimamente interlobadas. Os porfiroclastos são de feldspato e granada, enquanto as sillimanitas são idioblásticas a subidioblásticas. Os agregados de sillimanita, fibrosos, dão uma lineação nas zonas cinzentas da rocha bandada.

No interior das zonas de falhamento foram observados blocos e megablocos de quartzito que ao microscópio não se revelam afetados pela milonitização em grau significativo. São ocasionais os planos de cisalhamento cortando estas rochas, constituídas de quartzo branco a cinza claro, onde ocasionalmente se vêem porfiroblastos de microclina (Foto 24).

Nos afloramentos, os quartzitos acham-se

FOTO 24 - Ápice de dobra em quartzitos do interior do Falhamento do Buquira. Os porfiroblastos de microclina são dispersos e afetam a estratificação reliquiar. Fazenda Santa Maria, 1 km a sul da SP-50 (081478/SJ).

configurando ápices de dobras, centimétricas a decamétricas, que parecem ter sido preservados como zonas mais resistentes à cataclase (Foto 24).

4. Rochas Intrusivas Básicas

Rochas intrusivas aparecem em pontos restritos que na presente escala de mapeamento foram apenas indicados no mapa. Foram encontrados 5 corpos concordantes com a foliação dos metamorfitos encaixantes e que se situam próximos à zona de falha do Rio Jaguari (2 corpos) ou no interior da zona de falha do Buquira (3 corpos), Foto 25.

A granulação é média a fina, em tipos melanocráticos, de cor negra, com pontos brancos de plagioclásio espalhados no interior da rocha. A textura é a ofítica, construída por augita, plagioclásio (andesina), olivina e hornblenda. Os acessórios são biotita e mineral opaco enquanto a clorita é secundária. Os cristais de piroxênio e mineral opaco são euhédricos, menores que os de olivina, também euhedral a subhedral. Os cristais de plagioclásio são subhedrais e por vezes apresentam-se zonados.

5. Sedimentos Terciários

A cobertura sedimentar que assoreou a bacia de Taubaté é composta de duas sequências detríticas (Almeida 1955): a inferior é predominantemente pelítica, destacadamente incluindo camadas de folhelhos pirobetuminosos fossilíferos e de cor geralmente esverdeada, entre camadas maciças de argilas bentoníticas. A formação superior constitui-se de uma associação de conglomerados, arenitos, arcóssios, siltitos e argilitos em camadas descontínuas, lenticulares e interrompidas na vertical (Suguio, 1969).

FOTO 25 - "Sill" de diabásio em milonitos do Falhamento do Buquira. Região da Fazenda Santa Luzia, (995393/SJ) estrada Bairro do Caeté-Barragem do Rio Jaguari.

Na folha de São José dos Campos não foram re conhecidos sedimentos referíveis à formação inferior, que parece ser subsuperficial, pelo exame de dados de sondagens. A maior parte dos autores admite uma discordância plano paralela separando esta unidade da superior (Almeida, op. cit.). No corte do km 333 da Estrada de Ferro da RFF, entre Taubaté e Pindamonhangaba, a literatura faz referência a seixos de sedimentos argilosos da formação basal, no pacote superior.

A formação superior está representada na qua drícula (vide Mapa Geológico) por camadas de sedimentos are no-argilosos de cores pálidas, bege a amareladas, que se al ternam com leitos de argilas de cores também pálidas e va riadas: brancas, amarelas, vermelhas, roxas e verdes. Na maior parte dos afloramentos a argila é avermelhada. Os se dimentos arenosos contêm pequenos seixos de quartzo e quart zito, bolas de argila branca a cinza e cristais de feldspa- tos agora intemperizados. A matriz é de areia média a fina, e os seixos têm em média 1 a 2 cm, localmente excedendo 5 cm de diâmetro.

A alternância que se verifica entre as cam das, as cores distintas e a resposta diferencial à er osão emprestam aos afloramentos um aspecto bandado, relativamen- te uniforme e repetitivo (Foto 26). Ocorrências localizadas de níveis lateríticos irregulares foram encontradas.

Nas bordas setentrionais da Bacia, a sedimen tação se deu em condições mais enérgicas, desenvolvendo con glomerados grosseiros, com seixos, blocos e até matações de quartzitos, quartzo de veios e rochas granitóides, de um me- tro de diâmetro ou maiores. Os afloramentos onde tais con glomerados estão presentes situam-se no bairro Alto da Pon- te e em alguns cortes da estrada que segue a margem norte do Rio Jaguari.

FOTO 26 - Camadas sedimentares da Bacia de Taubaté no Compartimento Parateí. A atuação de processos erosivos sobre o corte de estrada acentua as diferenças litológicas. Estrada de acesso à Barragem do Rio Jaguari, a 4 km da Rodovia Presidente Dutra.

6. Sedimentos Modernos

Os sedimentos quaternários estão ligados à rede de drenagem atual, particularmente aos vales dos rios Paraíba do Sul, Buquira e Jaguari (vide Mapa Geológico). Situam-se em níveis de até 60 metros abaixo dos afloramentos mais elevados dos sedimentos terciários (Freitas, 1956).

São depósitos inconsolidados silto-argilosos de cores pálidas, bege a amarelados. Incluem localmente blocos de rocha pouco arredondados que se expõem às épocas de chuvas torrenciais pela lavagem e remoção dos finos (Queiroz L.P.de, informação verbal). Distribuem-se em terraços fluviais e de pedimentação (Ab'Saber e Bernardes, 1956).

A região de São José dos Campos acha-se situada na primeira das três regiões sedimentares definidas por Verdade et al. (1961), ao longo do vale do atual Paraíba do Sul. Nessa região os sedimentos são mais finos e aparecem com frequência solos ricos em matéria orgânica, localmente formando turfeiras (Verdade e Hungria, 1966).

CAPÍTULO V

ESTRATIGRAFIA

As sequências metamórficas que constituem o arcabouço geológico da região Leste do Estado de São Paulo têm sido relacionadas aos Grupos Açungui e São Roque (Pré - Cambriano Superior) e ao Complexo Cristalino ou Complexo Gnáissico-Migmatítico.

O Grupo Açungui não mais tem sido considerado como de natureza essencialmente ectinítica. Rochas migmatíticas foram incluídas no Grupo Açungui (Hasui, 1973) com base em semelhanças estruturais, metamórficas e de magmatismo entre rochas daquele grupo e do Complexo Cristalino. Esta inclusão permitiu separar dois conjuntos litológicos: o Complexo Ectinítico Pilar e o Complexo Migmatítico Embu (Hasui, 1975a e 1975b). A concepção parte da premissa de que o "front" de migmatização não tem significado estratigráfico, representando a passagem para condições mais enérgicas de metamorfismo e feldspatização. Por outro lado, os Grupos Açungui e São Roque apresentam diferenças estruturais que, a despeito das semelhanças litológicas e do sincronismo, não permitem a reunião de ambos em uma só unidade estratigráfica (Hasui, 1975a; Hasui et al., 1975).

O Grupo São Roque restringe-se, por conseguinte, ao conjunto de blocos São Roque e o Grupo Açungui ao Conjunto Paranapiacaba (Hasui e Sadowski, 1976), na região a oeste da Capital.

As unidades anteriores ao Ciclo Brasileiro constituíram um embasamento ainda mal conhecido na região entre São Paulo e Rio de Janeiro. As rochas do bloco Jundiá e do Conjunto Costeiro seriam, pelo menos em grande.

parte, pré-brasilianas, presumivelmente pertencentes ao Grupo Paraíba (Almeida et al., 1973). No domínio do Grupo Açungui, núcleos pré-brasilianos esparsos têm sido reconhecidos (Hasui e Sadowski, 1976; Melfi et al., 1976).

As datações radiométricas vêm dar apoio às considerações acima, uma vez que no domínio dos conjuntos São Roque e Paranapiacaba as idades pertencem ao intervalo do Ciclo Brasileiro (450-700 m.a.). Na extensão para o Vale do Paraíba, embora faltem estudos específicos que caracterizem a continuidade dos conjuntos acima, existem datações também pertencentes ao Ciclo Brasileiro (Vandoros e Oliveira, 1969; Minioli, 1971; Wernick et al., 1976). As rochas do Bloco Jundiaí e do Conjunto Costeiro são mais antigas (Hasui e Hama, 1972; Wernick et al., op.cit.).

Na folha de São José dos Campos são encontradas rochas referíveis ao Grupo Açungui e rochas mais antigas. A distribuição dessas rochas é condicionada pelo padrão de blocos justapostos descrito em capítulo anterior.

Nos blocos Terra Boa, Monteiro Lobato, São José dos Campos e Serra do Jambeiro as rochas ectiníticas e migmatíticas pertencem ao Grupo Açungui. Evidências de evolução polifásica serão apresentadas adiante.

As rochas mais antigas têm seu domínio no bloco Bengala onde foram mapeados granulitos afetados por migmatização e retrometamorfismo que parecem relacionar-se ao Grupo Paraíba. A inexistência de datações radiométricas na folha de São José dos Campos impede a confirmação de tal hipótese.

No bloco Monteiro Lobato as rochas ectiníticas encontram-se no interior de grandes estruturas sinformais, passando gradualmente para migmatitos cada vez mais evoluídos em direção ao núcleo das feições culminantes. O

bloco São José dos Campos exhibe um padrão semelhante, com variações litológicas mais rápidas, onde as exposições de ectinitos não são mapeáveis na presente escala de trabalho.

Na região do Bairro do Morro Podre e em alguns pontos do Falhamento Transcorrente do Buquira foram encontrados "sills" de diabásio onde o plagioclásio presente é a andesina.

Na região do Litoral Norte do Estado, Freitas (1976, p.103) agrupa estas rochas básicas, que ali ocorrem sob forma de diques, num ciclo magmático compreendido entre 104 e 130 m.a., com base em datações fornecidas por Amaral et al (1966), Vandomos (1966), Melfi (1967) e Minioli et al (1971).

Os sedimentos que preenchem a Bacia de Taubaté são separados em termos de depósitos antigos e modernos. Os depósitos antigos são englobados sob a denominação Grupo Taubaté (Mezzalana, 1962), subdividido em duas formações (Almeida, 1957): a basal é a Formação Tremembé, separada por discordância da Formação Superior. Esta última foi cognominada por Moraes Rego (1933b) de Formação São Paulo, numa extrapolação baseada na litologia e no pressuposto de que as bacias de São Paulo e Taubaté estivessem unidas no passado.

A evolução das duas bacias foi independente, embora em sincronismo, conforme demonstram Ab'Saber (1957b) e Hasui et al (1976), por critérios geomorfológicos e estruturais, respectivamente. Por conseguinte, o nome formação São Paulo não é adequado.

Em 1969, Ab'Saber, considerando uma discordância plano-paralela encontrada nos espigões entre os rios Jaguari e Paraíba do Sul, subdividiu a Formação Superior em duas outras formações: a Formação São José dos Campos e a

Formação Parateí-do-Meio, juntando-as à Formação Tremembé, para compor o Grupo Paraíba do Sul (Ab'Saber, 1969 a).

Carneiro et al (1976) preferem manter a denominação Grupo Taubaté "*por prioridade e para evitar confusão do nome Paraíba do Sul com o da unidade pré-Cambriana (Ebert, 1957)*". Considerando que a discordância mencionada por Ab'Saber não havia sido reconhecida nem em áreas próximas (Titarelli, 1975), estes autores preferiram manter a Formação Superior indivisa, adotando o nome Formação Caçapava. A formação é bem exposta nos cortes ao longo da Via Dutra.

Os níveis de terraceamento e de sedimentação em várzeas atuais desenvolveram-se após o assoreamento da Bacia, de tal modo que não são englobados na denominação Grupo Taubaté. São denominados genericamente de depósitos quaternários.

CAPÍTULO VI

MAGMATISMO

A atividade ígnea está representada na área por:

1. Rochas básicas, metamorfizadas em anfibolitos e metabasitos, em corpos restritos (Fig.3).
2. Rochas granitóides de natureza sintectônica:

Estas rochas apresentam-se intimamente associadas a migmatitos evoluídos no núcleo de estruturas culminantes e são principalmente granitos orientados, aos quais se subordinam tipos porfiroblásticos e sem orientação.

No maciço do Roncador, maior corpo granitóide da área, a natureza sintectônica das rochas é denunciada pela foliação, pela forma alongada do corpo e por uma feição de contatos parcialmente transicionais, conforme a classificação de Marmo (1971). A existência de contatos abruptos e de tipos litológicos porfiroblásticos de foliação incipiente ou até inexistente vem favorecer a idéia de que se trata de corpo sintectônico para-autóctone no conceito de Read (1957), possuindo contatos parcialmente intrusivos mas sem efeitos de metamorfismo de contato.

3. Pequenos "sills" de diabásio, na região do Bairro do Morro Podre, na região da Falha do Buquira (Foto 24) e da região da Fazenda São Sebastião.

A evolução do Ciclo Brasileiro estariam relacionadas as rochas metabásicas, afetadas por metamorfismo regional, e os corpos granitóides sintectônicos para-autóctones. Os "sills" de rochas básicas estão vinculados à Reativação Wealdeniana da Plataforma Sul-Americana (Almeida 1967).

Fig.3-LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS DE CORPOS MAGMÁTICOS
MAPEADOS NA QUADRÍCULA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

CAPÍTULO VII

METAMORFISMO

Nos blocos Monteiro Lobato e Terra Boa o metamorfismo regional deu-se no fácies xisto verde a anfibolito, originando, no bloco Monteiro Lobato, desde filitos até migmatitos cujo paleossoma tem associações minerais compatíveis ao fácies anfibolito.

No bloco São José dos Campos as assembléias minerais são referíveis ao fácies anfibolito, enquanto que no bloco Bengala desenvolveram-se paragêneses correspondentes ao fácies anfibolito e granulito. Paragêneses de desequilíbrio foram constatadas nas associações de biotita-clorita, hornblenda-biotita, piroxênio uralizado e plagioclásio saussuritizado.

O metamorfismo dinâmico que se desenvolveu após o início do metamorfismo regional está associado aos falhamentos transcorrentes que separam os blocos tectônicos.

Considerando o aumento progressivo da intensidade do processo, as brechas tectônicas representam um estádio inicial da sequência, em que se desenvolvem flexões de planos de clivagem e de lamelas de geminação, fraturas nos cristais, granulação em seus bordos e fragmentação dos cristais de micas. Uma etapa seguinte é a representada pelos protomilonitos, onde a fragmentação dos cristais de biotita e quartzo é acentuada, a textura em moldura é conspícua ao redor dos fenoclastos de feldspato e hornblenda e a foliação da rocha está claramente perceptível.

Nos milonitos, a massa moída representa uma parcela considerável da rocha, imersos na qual os fenoclas-

tos tendem a diminuir de tamanho e a desaparecerem. A foliação da rocha está bem desenvolvida e, por estiramento ou fricção de cristais, surgem lineações nos planos de foliação, paralelas entre si e à direção de movimento. Nos estágios finais, os ultramilonitos constituem-se em rochas finas, de granulação submicroscópica e foliação pronunciada. Os acessórios ainda relativamente intactos nos milonitos, titanita, apatita e epidoto, já passam a sofrer moagem. Recristalização de quartzo em grãos e cordões paralelos aos planos de foliação é efeito de temperaturas elevadas existentes nos últimos estágios do processo dinâmico.

A ocorrência de porfiroblastos poiquiloblásticos de moscovita é generalizada por toda a área, afetando inclusive os blastomilonitos. Esta blastese foi já reconhecida mais a Oeste por Coutinho (1972) e Rideg (1974), parecendo tratar-se de um fenômeno regional. Os porfiroblastos não apresentam orientação preferencial, talvez traduzindo cristalização sob condições estáticas.

CAPÍTULO VIII

ESTRUTURAS

O intervalo de tempo que separa as últimas manifestações do Ciclo Brasileiro dos fenômenos relacionados à Reativação Wealdeniana da Plataforma pode ser tomado como referência para se separar, com fins de abordagem, as estruturas presentes na região em duas categorias distintas no tempo: as estruturas próprias do embasamento e as estruturas relacionadas à Reativação da Plataforma.

1. Estruturas do Embasamento

A estratificação reliquiar é observável nos filitos do bloco Monteiro Lobato através da alternância de lâminas ou camadas milimétricas a centimétricas de constituição metapelítica com outras, de composição mais quartzosa. Nas rochas migmatíticas, camadas de quartzitos e quartzitos calcossilicáticos, em geral interrompidas, denunciam a estratificação reliquiar. Algumas bandas de composição, cores ou granulometria diferentes entre si podem ainda servir para caracterizá-la.

A xistosidade, no conceito de orientação planar de minerais placóides ou prismáticos e de agregados de grãos (Billings, 1954), é aqui entendida como correspondente às foliações plano-axial de Whitten (1966), à clivagem de fluxo e à clivagem ardosiana de outros autores (Hobbs et al, 1976).

Em rochas filíticas do bloco Monteiro Lobato e em alguns ápices isolados de dobras de quartzitos da região da zona de falhamento do Buquira, encontramos xistosida

de plano-axial atravessando a estratificação reliquiar no ápice das dobras. Nas demais unidades rochosas, esta feição é mais rara, já que as dobras são configuradas pela estratificação, pela xistosidade e pelo bandamento metamórfico, paralelos entre si. O bandamento metamórfico é aqui entendido como a intercalação de bandas de neossoma concordantes com a xistosidade nos migmatitos.

Esta feição de dobras deformando a xistosidade levou Hasui (1973) a considerar uma primeira fase de dobramento gerando dobras isoclinais recumbentes com xistosidade plano-axial e transposição intensa. Em uma segunda fase, a superposição criaria dobras de planos axiais subverticais.

O dobramento da segunda fase gerou dobras de dimensões centimétricas a métricas, visíveis nos afloramentos. São dobras cilíndricas, de planos axiais subverticais, com eixos subhorizontais. Regionalmente, os perfis destas dobras são fechados a isoclinais, caracterizando uma geometria da classe 3 de Ramsay (1967), onde os ápices são espessos e os flancos, adelgaçados. Os quartzitos (Foto 27) e migmatitos estromatíticos (Foto 28) ilustram bem esta situação. Localmente, as dobras apresentam perfis abertos, desenhando ondulações mais suaves. Tal é a situação encontrada nos migmatitos estromatíticos da parte NE da Serra do Palmital.

Boudinage de camadas quartzíticas e rochas calcossilicatadas é comum no interior de migmatitos de paleossoma xistoso. Ápices isolados de dobras destas rochas de natureza mais competente são mais raros. São ápices intrafoliais gerados na primeira fase do dobramento e isolados por um fenômeno de transposição.

Em âmbito regional, dobras maiores foram reconhecidas pelas gradações entre termos ectiníticos e migma

-62-

FOTO 27 - Dobra fechada anisôpaca em quartzito do Bloco Bengala exibindo espessamento de ápice. Notar a existência de intenso fraturamento transversal ao eixo da dobra. Bairro Ponte do Costinha, a 1 km da SP-50. (040468/SJ).

FOTO 28 - Pormenor da foto 17. Dobra cerrada anisôpaca em migmatito homogêneo do bloco Bengala. A banda de neossoma dobrada (centro da foto) sofreu estrição e boudinage. Bairro dos Freitas, a sul do Córrego do Bengala.

títicos. As feições antiformais apresentam um aumento da intensidade de migmatização das bordas para o núcleo, com transições desde rochas estromatíticas heterogêneas para migmatitos bandados homogêneos até atingir os migmatitos em brechíticos ou de estruturas mais complexas no núcleo. Nas faixas sinformais, a situação é inversa, com os migmatitos dando lugar, em direção ao núcleo das grandes estruturas, a rochas ectníticas.

No bloco Monteiro Lobato tal situação é mais clara, por encontrarmos três zonas sinformais separadas por duas, de estrutura antiformal. De sul para norte, temos o sinclinório do Morro Podre, a antiforma da Água Soca, o sinclinório do Rio Turvo, a antiforma do Roncador, e a sinforma do Rio do Peixe. Nesta última, não se observam os mergulhos para o núcleo em ambos os lados da estrutura sinclino-rial, talvez devido ao falhamento Monteiro Lobato, que trunca seu flanco noroeste.

No Sinclinório do Rio Turvo, dobras reversas fechadas nos estromatitos dos cortes da estrada Água Soca - Rio do Peixe (048525/SJ) têm planos axiais inclinados e subparalelos aos mergulhos do bandamento metamórfico que apontam para o centro da estrutura.

No bloco São José dos Campos, a principal feição antiformal reconhecida situa-se na região da Serra do Palmital. Dobras de plano axial inclinado para fora da estrutura foram observadas em alguns pontos dos flancos.

Estruturas de crenulação e transposição são visíveis nos ectinitos e migmatitos. Os planos de cisalhamento que se desenvolvem ondulam e deformam a xistosidade, chegando a transpô-la inteiramente, como é o caso de um sinclinal em xistos, na região do Bairro do Juarez (989519/SJ). Neste afloramento, em ambos os flancos da dobra, os mergulhos da xistosidade são convergentes e, aproximando-se

do núcleo da estrutura, surgem planos de crenulação chegando a desenvolver uma nova "xistosidade" no ápice do sinclinal.

Esta evolução não é tão completa nas demais áreas, onde se constata a presença de microlitos milimétricos separados por planos de cisalhamento nos quais a xistosidade é deformada em ondulações sigmoidais, indicativas do sentido da movimentação.

No tocante às estruturas disruptivas, as falhas transcorrentes são as feições mais expressivas da área estudada e o seu arranjo configura os blocos tectônicos descritos anteriormente. A intensidade do processo de moagem é variável no interior das zonas de cataclase, gerando muitas vezes uma foliação conspícua, em planos que mergulham geralmente para SE ou então são verticais.

Lineações nos planos de foliação, originadas pelo processo dinâmico, são paralelas à direção de movimentação e inclinam-se em geral para NE. Sua origem está ligada ao deslocamento relativo de alguns grãos minerais mais resistentes criando estrias nas superfícies formadas por material moído.

No falhamento transcorrente do Buquira, a foliação mergulha sistematicamente para SE, alcançando valores de até 45º de mergulho. (v. Foto 25). As lineações podem atingir até 20º de inclinação para NE (Foto 29).

O rejeito destas falhas e o sentido de movimentação não puderam ser observados no campo. Na falha do Buquira, contudo, um argumento favorável a um possível deslocamento dextral parece-nos ser a disposição dos protomilonitos oclares muito semelhantes em cor, granulação, composição mineralógica e estrutura, aos migmatitos embrechíticos que sustentam a barragem do rio Jaguari. Os embrechitos

foram mapeados até a região do bairro do Caetê e os protomilonitos ocelares são constatados para nordeste, até os afloramentos do bairro Ponte do Costinha, na luz da falha. Ainda não se dispõe de dados acerca da existência e localização de rochas embrechíticas equivalentes no bloco norte da falha do Buquira.

FOTO 29 - Lineações na zona de falhamento do Buquira, contidas em plano de foliação subvertical dos milonitos. O conjunto é cortado por pequenas juntas. Bairro da Água Soca, proximidades da ponte sobre o Rio Buquira. (076497/SJ).

O Mapa de Lineamentos Fotogeológicos (em anexo) foi construído segundo descrevemos na página 4, considerando exclusivamente aqueles lineamentos relacionados ao traçado de cursos d'água. O conceito de lineamento é contu-do, mais amplo, entendendo-se todas as feições retilíneas da superfície da Terra que aparecem nas fotos aéreas como linhas distinguíveis por sua tonalidade (Ricci e Petri, 1965). As causas destes lineamentos podem ou não estar rela-cionados aos caracteres estruturais do terreno.

Dois padrões gerais de lineamentos destacam-se na folha estudada: um deles desenvolve-se sobre os sedi-mentos da Bacia de Taubaté e o outro, sobre as rochas do em-basamento metamórfico. Neste segundo caso, as relações dos lineamentos para com as estruturas presentes foram objeto de análise estrutural em domínios homogêneos especificamen-te definidos com base na regularidade de orientação das li-nhas e nas condições de afloramento das rochas.

As áreas homogêneas foram escolhidas sobre os principais blocos tectônicos e falhas transcorrentes da área, conforme indicado na Fig.4, de modo a permitir a de-terminação dos padrões de orientação preferencial das jun-tas e da foliação das rochas e um exame adequado das rela-ções entre os sistemas de juntas e outras estruturas presen-tes.

Os diagramas obtidos são do tipo π , em este-reograma de SCHMIDT-LAMBERT, representando as projeções das normais aos planos no hemisfério inferior da esfera de refe-rência (Figuras de 5 a 10).

Os blocos unitários à direita dos diagramas foram construídos segundo o método descrito por Ruhland (1973), com base nos sistemas preferenciais de juntas, à exceção da área 1, onde consideramos também a foliação. As representações foram feitas em diagrama de SCHMIDT-LAMBERT,

Fig.4 -DOMÍNIOS HOMOGÊNEOS ESCOLHIDOS PARA ANÁLISE DO PADRÃO GEOMÉTRICO DE JUNTAS.

hemisfério inferior de referência, de tal modo que a forma dos blocos é determinada por:

1. interseções entre os sistemas de planos.
2. relação entre os espaçamentos médios de planos de um mesmo sistema.

Para facilidade de compreensão dos blocos unitários, deve-se lembrar que a projeção estereográfica em hemisfério inferior admite, por definição, o observador situado acima do diagrama, no polo norte da esfera. Os blocos unitários, por sua vez, são construídos com arestas e faces paralelas, rebatidas para o plano horizontal, o que implica necessariamente num observador situado acima do diagrama, no infinito. Esta dualidade de sistemas de projeção deve ser considerada para observação dos blocos.

Pela observação dos diagramas π das figuras 5 a 10 constatamos que nas áreas de 1 a 5 há dois ou três sistemas predominantes subverticais e um ou dois subhorizontais. Na área 6 há maior dispersão de polos porém o padrão ainda é mantido. A foliação é subvertical em todas as áreas, exceto na área 6, como se verifica no exame dos dados da tabela 1, onde são fornecidos também os valores médios obtidos para os sistemas preferenciais de juntas.

Na área 1, o fraturamento das rochas é mais intenso nos milonitos da Zona de Falhamento do Buquira, mas a orientação das fraturas é constante ao se passar para os migmatitos do Bloco São José dos Campos (Fig.5). Dos dois sistemas subtransversais à foliação, um é vertical e outro subhorizontal. Um terceiro conjunto é oblíquo.

Na área 2, o espaçamento entre as juntas é maior (Foto 30) e muda a orientação dos sistemas preferenciais (Fig.6), que englobam dois conjuntos oblíquos à foliação e um subhorizontal subtransversal. O sistema subtrans-

SISTEMAS PRINCIPAIS / ÁREA	1	2	3	4	5	6
FOLIAÇÃO	*N64E 76SE	N49E 78NW	N46E 72SE	N56E 70SE	N44E 78SE	N75E 25SE
JUNTAS:						
<u>Subverticais</u>						
- transversais à foliação	*N38W vert.	N48W 84NE	*N35W 73SW	*N41W 84NE	*N40W 80SW	*N24W vert.
- oblíquos à foliação	N58W 69SW	*N2W 80SW *N64W 56NE	*N20W 78SW	*N14W 80NE	*N12W 80SW	*N28E vert. N68E 85SE E-W 84N
- paralelos à foliação				N72E 70SE		
<u>Subhorizontais</u>						
- oblíquos à foliação	*N60W 24NE	*N12E 6NW	*N6E 15NW	*N68E 23NW N26E 25SE N38E 47SE	*N38E 3SE N54W 46NE	N34W 15NE
- paralelos à foliação						*N86E 24SE

* SISTEMAS CONSIDERADOS PARA A CONSTRUÇÃO DOS BLOCOS UNITÁRIOS

TABELA 1 - ATITUDES DOMINANTES DAS JUNTAS E SUAS RELAÇÕES PARA COM A FOLIAÇÃO

FIG. 5 - DIAGRAMA π DE JUNTAS E FOLIAÇÃO NA ÁREA 1. O BLOCO UNITÁRIO À DIREITA RESULTA DOS SISTEMAS PRINCIPAIS DE JUNTAS E FOLIAÇÃO. DIAGRAMA DE SCHMIDT-LAMBERT, HEMISFÉRIO INFERIOR DA ESFERA DE REFERÊNCIA.

FIG. 6 - DIAGRAMA π DE JUNTAS E FOLIAÇÃO NA ÁREA 2. O BLOCO UNITÁRIO À DIREITA RESULTA DOS SISTEMAS PRINCIPAIS DE JUNTAS. DIAGRAMA DE SCHMIDT-LAMBERT, HEMISFÉRIO INFERIOR DA ESFERA DE REFERÊNCIA.

-69-

FOTO 30 - Pedreira no estromatito homogêneo do Bloco Monteiro Lobato. Os planos do bandamento metamórfico são paralelos ao plano da foto e são cortados por juntas subhorizontais e subverticais quase perpendiculares entre si. Bairro do Bon-sucesso, margem direita do R.Turvo (979448/SJ)

FOTO 31 - Sistemas de juntas cortando uma antiforma em quartzitos. A incipiente xistosidade está em posição plano-axial. A dobra da foto 28 situa-se neste mesmo corte de estrada. Bairro Ponte do Costinha, a 1 km da SP-50 (040468/SJ).

versal subvertical teve frequência menor que 8%, de sorte que não se destaca no diagrama.

A área 3 é situada no interior da zona de falhamento transcorrente, e as medidas foram feitas em rochas quartzíticas cataclasadas. O fraturamento é bastante intenso e a orientação das fraturas obedece a um padrão mais complexo que nas demais áreas, com maior dispersão dos polos (Fig.7). Os sistemas preferenciais incluem: um subvertical e subtransversal à foliação, um sistema oblíquo subvertical e outro oblíquo subhorizontal. Os dois últimos acham-se associados a outros de menor expressão, responsáveis pela dispersão de polos constatada.

O afloramento estudado na área 4 compõe-se de uma sequência de ápices de dobra anisópaca em quartzitos, que apresentam notáveis sistemas de juntas (Foto 31). Dos três grupos subverticais, um é transversal à foliação, outro é oblíquo, e o terceiro é subparalelo (Fig.8). Os sistemas subhorizontais variam em orientação.

Na área 5, há dois sistemas oblíquos à foliação, dos quais um é subvertical; há um sistema horizontal; e um quarto sistema, subvertical e subtransversal à foliação (Fig.9).

A área 6 conta com um sistema vertical oblíquo à foliação, um vertical transversal e um sistema subhorizontal paralelo à mesma. Também verifica-se uma certa dispersão de polos (Fig.10).

Em todas as áreas, portanto, constatamos até três sistemas de juntas subverticais, um dos quais é subtransversal à foliação. A geometria dos sistemas sugere que este seria de partição e os outros dois conjuntos, oblíquos à foliação, de cisalhamento. Sadowski (1974, p.88) relaciona ainda um sistema subhorizontal a juntas de alívio e mostra um sistema paralelo aos planos axiais do último

FIG.7 -DIAGRAMA π DE JUNTAS E FOLIAÇÃO NA ÁREA 3. O BLOCO UNITÁRIO À DIREITA RESULTA DOS SISTEMAS PRINCIPAIS DE JUNTAS. DIAGRAMA DE SCHMIDT - LAMBERT, HEMISFÉRIO INFERIOR DA ESFERA DE REFERÊNCIA.

FIG.8 -DIAGRAMA π DE JUNTAS E FOLIAÇÃO NA ÁREA 4. O BLOCO UNITÁRIO À DIREITA RESULTA DOS SISTEMAS PRINCIPAIS DE JUNTAS. DIAGRAMA DE SCHMIDT - LAMBERT, HEMISFÉRIO INFERIOR DA ESFERA DE REFERÊNCIA.

FIG.9 -DIAGRAMA π DE JUNTAS E FOLIAÇÃO NA ÁREA 5. O BLOCO UNITÁRIO À DIREITA RESULTA DOS SISTEMAS PRINCIPAIS DE JUNTAS. DIAGRAMA DE SCHMIDT - LAMBERT, HEMISFÉRIO INFERIOR DA ESFERA DE REFERÊNCIA.

FIG.10 -DIAGRAMA π DE JUNTAS E FOLIAÇÃO NA ÁREA 6. O BLOCO UNITÁRIO À DIREITA RESULTA DOS SISTEMAS PRINCIPAIS DE JUNTAS. DIAGRAMA DE SCHMIDT - LAMBERT, HEMISFÉRIO INFERIOR DA ESFERA DE REFERÊNCIA.

dobramento ou da transposição. Atribui tal distribuição simples de juntas em uma área polideformada a um comportamento rígido dos maciços apenas nas fases finais de deformação.

Na extrapolação destes resultados para o Mapa de Lineamentos Fotogeológicos vemos que os sistemas de juntas subverticais e a foliação têm grande importância no traçado da rede de drenagem. Os longos coletores têm seu curso encaixado paralelamente às direções da foliação e dos eixos do dobramento, enquanto seus numerosos tributários refletem a orientação dos sistemas de juntas, particularmente o sistema de partição. Os pequenos cursos d'água que, sulcando as vertentes menores procuram aqueles tributários, acompanham novamente as direções de fraqueza dadas pela foliação e por "sets" menores de juntas e pequenas falhas longitudinais.

A comparação entre os blocos unitários revela que, à exceção da área 1, onde se considerou a foliação, todos têm uma forma que tende à prismática de base sublosangular, com variações na posição espacial e no tamanho, consequência das diferentes orientações e espaçamentos das juntas. Esta constância na forma dos blocos, seja em áreas afastadas dos falhamentos transcorrentes ou em áreas no seu interior, é indício de que as juntas não se formaram contemporaneamente aos fenômenos de milonitização.

Considerando as rochas regionais e as rochas afetadas pela cataclase, dentro de uma mesma área homogênea como na área 1, ou em áreas homogêneas próximas, como nas áreas 3 e 4, verificamos inexistirem fortes contrastes no padrão de orientação.

Estes fatos vêm dar apoio à idéia de que as juntas foram as últimas estruturas brasileiras a se formar na área, cortando indistintamente todas as unidades litológicas presentes, inclusive os produtos de milonitização.

2. Estruturas Relacionadas à Reativação da Plataforma

Os movimentos gerados pela Reativação Wealdeniana (Almeida, 1967) condicionaram o aparecimento de intrusões básicas, falhas de gravidade, reativações de falhas antigas e consequentes deslocamentos de blocos. O graben do Paraíba do Sul, que contém a Bacia de Taubaté, desenvolveu-se sob estas condições tectônicas.

As intrusões básicas não foram ainda datadas por meios radiométricos, mas parece-nos plausível a sua ligação aos episódios iniciais de movimentação e reativação de falhas antigas. Formam estruturas concordantes, "sills" tabulares e estreitos da ordem de decímetros a poucos metros. O diaclasamento é paralelo às paredes nas bordas e transversal a elas no núcleo. A ocorrência das manifestações é nas proximidades da Falha do Rio Jaguari e no interior da Zona de Falha do Buquira.

A reativação de falhas antigas foi verificada pela existência, nos planos de foliação dos milonitos, de estrias de atrito acompanhando o mergulho dos planos e seccionado as lineações subhorizontais anteriores. Isto caracteriza uma segunda fase de movimentação, normal ou inversa, afetando as falhas do Bom Retiro e do Buquira (Fig.11).

As falhas geradas durante o Estágio de Reativação não são do mesmo tipo. Correspondem a várias superfícies e planos de cisalhamento próximos, subparalelos e anastomosados, compondo zonas de disjunção a que chamaremos, para simplificar, de falhas.

São as falhas do Parateí, Palmital, São José e do Rio Comprido, descritas por Carneiro et al (1976).

O mapa da figura 11 abrange uma área da ba-

Fig.II-A BACIA DE TAUBATÉ (ENTRE JACAREÍ E CAÇAPAVA)

C.D.R.Carneiro-1976

BASE GEOGRÁFICA
Folhas - 1:50.000
I.B.G.E. - Taubaté
São José dos Campos
Jacareí
I.G.G. Igaratá
Santa Izabel

CONVENÇÕES

- Perfil da Fig.12
- ☒ Lavra em exploração ou abandonada
- 60+ Poço profundo (atingindo o embasamento)
- (60) Poço profundo (não atingindo o embasamento)
- 6A Sondagem elétrica

- Contato definido ou inferido
- Q Aluviões-Quaternário
- T Grupo Taubaté - Terciário
- PE Embasamento Pré-Cambriano
- ▨ Zona de Falhamento
- 60+ Falha normal com mergulho indicado
- Falha encoberta
- Falha Provável

cia maior que a da folha de São José dos Campos, de modo a permitir um exame mais adequado da estrutura da Bacia. Da sua comparação com o esquema de compartimentação tectônica apresentado, emerge que a bacia se instalou em um substrato constituído pelo bloco São José dos Campos e por uma parte marginal do bloco Serra do Jambeiro.

Os falhamentos transcorrentes, embora possam ter controlado parcialmente a movimentação de blocos, parecem exercer influência secundária na delimitação da Bacia. As falhas do Parateí e do Palmital limitam os sedimentos a norte, enquanto as do Rio Comprido e do Bom Retiro os limitam a sul. A falha de São José caracteriza uma segmentação na unidade sedimentar, de vez que isola e condiciona a evolução de dois compartimentos distintos do graben: os Compartimentos Parateí e Jacareí (Carneiro et al., 1976).

Nos perfis da figura 12 constatamos que o Compartimento Parateí tem seu embasamento adernado para NW, com maiores espessuras provavelmente para este lado, enquanto que a SE o embasamento se expõe em janelas junto à falha de São José.

O Compartimento Jacareí é segmentado por uma falha subsuperficial, que se estende por Jacareí e Caçapava, em dois subblocos, suavemente adernados para NW. As espessuras de sedimentos são maiores neste sentido.

Os dados de sondagens profundas assinalam uma subcompartimentação longitudinal da depressão, com zonas mais profundas situadas entre Jacareí e São José dos Campos e entre esta cidade e Caçapava (Fig.12). De fato, exposições do embasamento existem no interior da bacia, como o afloramento no Rio Putins e o do Bairro do Menino Jesus, em Caçapava.

FIG. 2 - PERFIS GEOLÓGICOS DA BACIA DE TAUBATÉ

Falhas nos sedimentos são verificadas em vários locais, como na região dos Bairros Pernambucano e Alto da Ponte (Foto 32), em São José dos Campos. As falhas são geralmente normais, às vezes com antitéticas ou conjugadas associadas. Podem ser localmente inversas, talvez representando falhas conjugadas associadas a outras, de caráter normal.

Falhas cortando pequenas manchas de sedimentos aparecem na rodovia SP-50 e na Zona de Falha do Buquira. Naquela, o corte de estrada expõe um trato sedimentar adernado para NW que tem, na sua extremidade setentrional, uma falha normal N30E subvertical (Foto 32). Na região da Fazenda Santa Luzia, sobre a Falha do Buquira, uma mancha de sedimentos terciários é profundamente cortada por planos de falha subverticais e muito próximos.

FOTO 32 - Camadas de sedimentos da Bacia adernadas para NW e embutidos por falha nos migmatitos do Bloco São José dos Campos. Rodovia SP-50, a 2,5 km da Ponte sobre o Rio Paraíba do Sul (071410/SJ).

CAPÍTULO IX

GEOMORFOLOGIA

No conjunto de fatores que determinam as formas atuais do relevo, é relevante a participação das litologias e das estruturas condicionando o modelado topográfico. O propósito destas breves notas é apresentar alguns dados sobre as formas predominantes do relevo na quadrícula e a influência do substrato rochoso em sua escultura.

Situada inteiramente na Província Geomórfica do Planalto Atlântico (Almeida, 1964), a folha estudada encontra-se no domínio das Zonas do Médio Vale do Paraíba e da Serra da Mantiqueira definidas por aquele autor. A primeira zona é desmembrada na subzona dos Morros Cristalinos e na subzona da Bacia de Taubaté, enquanto a segunda zona acha-se representada tão somente pela sua subzona Ocidental. A figura 13 delinea os limites entre estas zonas e subzonas, com base na descrição fornecida por Almeida (op.cit.), e em nossas observações.

A descrição destas zonas geomorfológicas encontra-se, detalhada, na obra de Almeida (1964). Destacamos aqui as observações de interesse para a quadrícula estudada, englobando os novos dados que coletamos na presente pesquisa.

1. Zona do Médio Vale do Paraíba

Ocupa cerca de 58% da folha estudada, e é representada pelas subzonas dos Morros Cristalinos e da Bacia de Taubaté.

Fig.13 -ESBOÇO DAS ZONAS FISIOGRAFICAS NA ÁREA ESTUDADA

A. SUBZONA DOS MORROS CRISTALINOS

Esta subzona, no sentido adotado originalmente, corresponde às paisagens de "mar de morros", profundamente esculpidas pela drenagem, que se instalou sob o controle das estruturas e da litologia.

Ao procurar os rios Jaguari, Buquira e Paraíba, os coletores d'água principais desenvolvem curvos traçados na maior parte de seus percursos, contrastando com o padrão retilíneo e paralelo com que se estendem seus tributários menores, refletindo particularmente o sistema de juntas subtransversais à foliação.

Os morros são de modesta altura, com desníveis em geral menores que 200 m sobre o fundo dos vales. Manchas irregulares de sedimentos terciários no topo ou nas encostas destas elevações são dispersas pela região a norte do Rio Paraíba (vide Mapa Geológico). As formas topográficas resultantes possuem um perfil suavizado, de topo levemente achatado onde se instalam, por vezes, pequenas depressões circulares. Este tipo de feição é mais comum nas chapadas da subzona da Bacia de Taubaté.

B. SUBZONA DA BACIA DE TAUBATÉ

A faixa sedimentar apresenta, na sua porção central, relevo de baixas e extensas chapadas, às quais se associam, nas partes marginais, amplas colinas de perfis pouco inclinadas e suave convexidade.

A chapada de São José dos Campos, que Almeida (1964) aponta ser a mais extensa da Bacia, é caracterizada por Medeiros e Ab'Saber (1969) como "*uma espécie de tabuleiro de planalto, embutido na grande depressão tectônica regional*". É atravessada por rios e córregos que buscam o

Paraíba a NW, orientação em que o próprio tabuleiro exibe um suave pendor, atribuível à inclinação das camadas que o sustentam Almeida (op.cit.) indica cotas de 600 m em São José dos Campos, que atingem 695 m rumo a SE. Na carta topográfica estudada, cotas de 585 m e 710 m são estabelecidas para pontos situados respectivamente nas porções NW e SE da chapada.

Os rios e córregos que cortam a chapada formam calhas aluviais longas e achatadas, em desníveis que em geral não excedem 100 m do topo dos morros. Os perfis são maduros e há uma tendência ao alargamento das cabeceiras por erosão remontante, que vai desfazendo as formas tabulares em colinas muito recortadas. Nestas porções as vertentes das chapadas são profundamente festonadas, com frequentes vestígios de antigas boçorocas.

Na borda SE da Bacia, Ab'Saber (1956) assinala a existência de uma depressão periférica, observada na estrada de São José dos Campos a Paraibuna.

A porção sedimentar, no compartimento Parateí, no prolongamento que da várzea do Rio Paraíba avança rumo à Serra do Palmital e em zonas mais restritas junto aos limites SE da Bacia, caracteriza-se por uma paisagem de amplas colinas de perfis suavizados que muitas vezes exibem topo convexo e vertentes suavemente côncavas, herdadas de antigas boçorocas. Localmente, a constituição repetitiva das camadas chega a emprestar ao relevo o aspecto de disfarçados degraus que se delineiam em traços aproximadamente horizontais nas encostas.

As várzeas atuais são amplas e sua largura atinge até 6,1 km na altura da Faz. Monte Alegre, excedendo de 4 vezes a largura de sua faixa de meandros. A continuidade das várzeas maiores é apenas quebrada na região do Bairro Santana, em São José dos Campos, onde a largura da faixa

aluvionar não supera 500 m.

Níveis de terraços em testemunhos isolados são apontados por Ab'Saber (1969a) dos quais os baixos terraços encontram-se em cotas de 3 a 8 m acima de nível da planície de inundação.

2. Zona da Serra da Mantiqueira

A. SUBZONA OCIDENTAL

De acordo com Almeida (1964), esta subzona corresponde, na zona da Serra da Mantiqueira, ao *"fronte e rodado do bloco de falha"*, incluindo *"grande área cujo relevo resulta da profunda escultura do planalto sul-mineiro, não só pelos rios da bacia do Paraíba como da do Tietê"*.

A importância da erosão diferencial no modelado do relevo é cuidadosamente descrita por aquele autor, que atribui às serras do Palmital e do Buquira o caráter de elevações testemunhas, *"que o recuo erosivo das grandes escarpas vem abandonando"*.

Aquela descrição cabe ressaltar mais uma vez o importante papel assumido pelas feições estruturais como juntas, falhas e planos de foliação, descritos em capítulo anterior e que conduzem ao aparecimento de um padrão de drenagem paralelo e subretangular.

Ao papel das estruturas soma-se o efeito condicionante das litologias, posto que as zonas mais baixas são sustentadas por rochas heterogêneas, xistosas, ao passo que as elevações são suportadas por rochas mais homogêneas. As maiores altitudes na folha estudada se encontram nesta subzona, sobre as serras do Palmital e do Ronca

dor e na região do Morro do Jacu. No alto da primeira, uma espécie de platô desfeito em morros situa-se acima dos 900 metros de altitude, enquanto nas duas últimas há vestígios de erosão do núcleo das antiformas, criando depressões em forma de anfiteatros, com vertentes bastante recortadas pela drenagem, num arranjo subdendrítico.

A drenagem encaixou-se de modo notável, alargando seus vales onde a resistência oferecida era menor, e formando depósitos aluvionares relacionados a níveis de base locais. Estes depósitos são autênticos patamares no percurso dos riachos e córregos, logo sucedidos de cachoeiras a jusante (Fotos 33 e 34). Na região da Serra do Palmital, 5 destes patamares foram reconhecidos, sucessivamente a cotas abaixo de 900, 740, 700, 660 e 580 m. Investigações geomorfológicas futuras poderão vir a explicar sua gênese.

Na região da Falha do Buquira, merece ser assinalada a distribuição não uniforme dos terraços aluvionares. Longos soalhos aluviais cortam a faixa cataclástica, e são deixados por tributários da margem esquerda do Rio Buquira. Em virtude da baixa resistência oferecida pelos milonitos, a inexistência de tais assoalhos na margem direita estaria explicada, mas não se pode descartar a hipótese de uma reativação moderna do falhamento, elevando o bloco a NW e possibilitando a intensificação da erosão. De fato, na região do bairro da Água Soca todos os tributários que de NW procuram o Buquira desenvolvem cachoeiras nos últimos 200 m de seus percursos.

FOTO 33 - Patamar a meia encosta, sucedido de corredeiras no curso d'água a juzante, instalada em migmatitos do Bloco Monteiro Lobato. Bairro do Juarez (994514/SJ), 1,5 km a SE das margens do Rio do Peixe.

FOTO 34 - Patamar no relevo instalado sobre rochas cataclásticas da falha do Buquira. Depósitos aluvionares formam-se a montante das pequenas cachoeiras. Região da Fazenda Santa Luzia, estrada Bairro do Caeté-Barragem do Rio Jaguari, 997395/SJ.

CAPÍTULO IX

RECURSOS MINERAIS

Não foram encontrados na literatura dados sobre ocorrências de minerais metálicos dentro dos limites da folha estudada. A extração de minerais não metálicos consiste principalmente em portos de areia e pedreiras, embora existam numerosas olarias em atividade e algumas pequenas lavras de caulim abandonadas.

Os portos de areia (Foto 35), encontram-se espalhados em ambas as margens do Rio Paraíba aumentando de número nas proximidades de São José dos Campos. A areia do fundo do canal do rio é retirada por meio de dragas e separada granulometricamente em silos ou peneiras inclinadas. O material obtido é considerado de boa qualidade, pelo baixo teor em argilas. É utilizado na indústria de construção civil, inclusive em estruturas de concreto. Dados sobre produção e reservas atualizados não são disponíveis.

As pedreiras são de pequeno porte e em sua maioria encontram-se abandonadas. Nas pedreiras em atividade o material extraído é utilizado para calçamento, e as principais são a situada a norte do bairro do Morro Podre e na região do bairro Ponte do Costinha. Na primeira, é explorada uma rocha embrechítica, bastante foliada, de granulação média e porfiroblastos róseos de microclina. A facilidade com que a rocha se parte em placas favorece o seu uso como material de calçamento (vide Foto 30). A segunda pedreira, recentemente instalada (1974), aproveita o quartzito de uma lente embutida nos milonitos da Falha do Buquira. A rocha é bastante fraturada, com sistemas de juntas bem pronunciados, que facilitam sua quebra em material de cascalho, usado como lastro para as estradas de terra da região.

FOTO 35 - Portos de areia na várzea do Rio Paraíba. As construções urbanas à direita da foto (ao fundo) fazem parte da cidade de Jacareí. Pela estrada de acesso à barragem do rio Jaguari, a 3 km da Via Dutra.

As maiores pedreiras abandonadas localizam-se nas encostas da Serra do Palmital, onde se extraiu brita dos migmatitos homogêneos, na Fazenda São Sebastião e na região do bairro do Pedregulho. Esta última foi explorada pela fábrica da Providro em Caçapava.

A extração de caulim foi feita em alguns pontos na quadrícula, onde se retirou o material de bolsões de neossoma mais possantes. A pequena lavra abandonada situada no bairro Alto da Ponte é a maior delas.

Finalmente, cumpre lembrar a existência de numerosas olarias explorando os sedimentos de aluviões modernos para a fabricação de tijolos. Situam-se todas nas várzeas associadas aos Rios Buquira e Jaguari e alguns de seus tributários. A estimativa de uma produção global é dificultada pelo grande número delas.

CAPÍTULO XI

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

A evolução geológica da área iniciou-se provavelmente com os episódios vinculados ao Ciclo Transamazônico, representados na quadrícula de modo ainda incerto, pelos granulitos do Bloco Bengala. A falta de datações radiométricas nestas rochas impede conclusões seguras a respeito.

Seguiram-se os fenômenos relacionados ao Ciclo Brasileiro e à Reativação Tectônica da Plataforma, que são aqui resumidos como segue:

1. Sedimentação geossinclinal: Os pacotes sedimentares que constituem os grupos São Roque e Açungui foram depositados provavelmente em sulcos geossinclinais distintos, conforme propuseram Hasui et al (1975), explicando que a situação atual é devida aos movimentos regmagênicos posteriores.
2. Magmatismo básico: A atividade magmática que se manifestou sofreu a ação do metamorfismo regional, de tal sorte que relaciona-se à fase de sedimentação geossinclinal, contemporaneamente ou logo após seus estágios finais.
3. Metamorfismo regional: Ocorreu em fácies anfibolito nos blocos São José dos Campos e Bengala e em fácies xisto verde a anfibolito nos blocos Monteiro Lobato e Terra Boa. A sua ação foi contemporânea à primeira fase do dobramento principal, posto que a migmatização e o redobramento afetaram metamorfitos já desenvolvidos. A xistosidade do tipo plano-axial é ainda observada localmente.

4. Dobramento: Afetou as rochas da quadrícula estudada em duas fases que se distinguem em termos de seus efeitos, mas que provavelmente não se separaram de muito no tempo. O dobramento da primeira fase teria gerado dobras isoclinais ou cerradas, recumbentes e intensamente transpostas, que estão representadas nos afloramentos pelas dobras intrafoliais portando xistosidade plano axial. A segunda fase é o dobramento principal, responsável pelas dobras da xistosidade e do bandamento dos migmatitos observadas nos afloramentos e pelas estruturas regionais culminantes e deprimidas. Tal feição de redobramento é comum em outras regiões, conforme assinaram Hobbs et al (1976).
5. Migmatização: Ocorreu durante ou logo após o metamorfismo regional e a primeira fase de dobramento e transposição acima citada. Como os migmatitos estão frequentemente dobrados, este episódio deu-se antes da segunda fase do dobramento. A existência de migmatitos mais evoluídos no núcleo das estruturas antiformais é devida à situação estrutural criada pela segunda fase de dobramento.
6. Magmatismo sintectônico: Rochas de natureza granitóide com caráter sintectônico se associam aos migmatitos mais evoluídos. Os dois corpos maiores têm contatos parcialmente discordantes, dando uma feição de granitos para-autóctones.
7. Crenulação e transposição: A diminuição da intensidade dos fenômenos termo-tectônicos deu ensejo aos eventos de crenulação e transposição de estruturas, que afetaram as sequências ectiníticas e migmatíticas, criando localmente, dobras de cisalhamento. Estas dobras representam uma terceira geração na evolução dos dobramentos.

8. Retrometamorfismo: Fenômenos de retrometamorfismo afetaram as rochas da área, particularmente as rochas granulíticas do bloco Bengala. A cronologia relativa aos demais eventos não foi estabelecida.
9. Falhamentos transcorrentes e metamorfismo dinâmico: A ação dos movimentos regmagênicos parece ter se iniciado de modo precoce na evolução da faixa dobrada, interessando ao intervalo de tempo que se estende do final do dobramento principal até os últimos movimentos havidos no Ciclo Brasileiro. As deformações deram-se de modo espasmódico, afetando litologias diversas e produzindo rochas típicas do metamorfismo dinâmico, submetidas a fenômenos de recristalização até mesmo posteriores ao movimento.
10. Sistemas de juntas: Os sistemas de juntas desenvolveram-se no encerramento dos movimentos regmagênicos e afetaram todas as rochas constituídas até então, de modo generalizado. Representam as últimas estruturas formadas no Ciclo, sucedidas pela fase ortoplateformar.
11. Intrusões básicas: Após a consolidação da Plataforma Sul Americana, ao final do Ciclo Brasileiro, a Reativação Tectônica que se iniciou no Mesozóico afetou a área, formando pequenos corpos intrusivos concordantes de rochas básicas, nas cicatrizes deixadas pelos falhamentos transcorrentes ou proximidades.
12. Falhamentos de gravidade e formação do Graben: Falhas de gravidade instalaram-se em tempos oligocênicos a pliocênicos, originando deslocamentos de blocos. Estas movimentações criaram as feições que compõem o Sistema de Rifts da Serra do Mar (Almeida, 1976).

Na região estudada, parte da Bacia de Taubaté acha-se representada, condicionada por diversos falhamentos de gravidade que mostram evidências de uma evolução epi-

sódica, acompanhando a sedimentação terciária e prosseguindo após seu término. Falhas transcorrentes foram reativadas e os últimos deslocamentos ocorridos são responsáveis por um basculamento de blocos e pelo aparecimento de deformações nos pacotes sedimentares.

13. Sedimentação recente: Os fenômenos mais recentes registrados na área são os relacionados ao aparecimento das formas de relevo atuais e à sedimentação aluvionar moderna, que ocupou os fundos de vales dos rios Paraíba, Jaguari e Buquira, bem como de alguns de seus tributários. Fases nesta evolução têm sido reconhecidas, através dos níveis de terraços deixados pela drenagem.

CAPÍTULO XII

SUMÁRIO DAS CONCLUSÕES

A folha de São José dos Campos encerra litologias representativas de pelo menos dois importantes episódios da evolução geológica da porção Sudeste da Plataforma Sul-Americana: o Ciclo Brasileiro e a Reativação Wealdeniana. A existência de um núcleo pré-brasileiro foi admitida, o que depende de estudos futuros para comprovação.

Tendo em vista a exposição de resultados precedente, podemos resumir as principais conclusões:

1. As falhas transcorrentes que cortam a folha permitem uma abordagem em termos de blocos tectônicos que apresentam aspectos contrastantes entre si. São eles os blocos Terra Boa, Monteiro Lobato, Bengala, São José dos Campos e Serra do Jambeiro.
2. As rochas ectiníticas e migmatíticas presentes nos blocos exibem gradações entre si e vinculam-se ao Grupo Açungui, correspondendo às litologias englobadas pelo Complexo Ectinítico Pilar e pelo Complexo Migmatítico Embu (Hasui e Sadowski, 1976), respectivamente.
3. As rochas granulíticas foram tentativamente correlacionadas ao Grupo Paraíba, e sua distribuição é restrita ao bloco Bengala. As rochas migmatíticas deste bloco mostram algumas características de metamorfismo de alto grau.
4. As gradações entre os tipos litológicos, suas relações estruturais e os critérios de intensidade de migmatiza-ção evidenciam a existência de grandes estruturas sinfor

mais e antiformais. Esta disposição é mais clara no bloco Monteiro Lobato.

5. Os corpos granitóides sintectônicos alojam-se no interior de feições antiformais e são classificados como para-autóctones, no conceito de Read (1957), abrangendo uma diversidade de tipos petrográficos e exibindo associação íntima com migmatitos evoluídos.
6. O metamorfismo regional deu-se em fácies xisto verde a anfibolito, à exceção do bloco Bengala, onde atingiu o fácies granulito.
7. A evolução geológica regional é semelhante à descrita por Hasui e Sadowski (1976) para o Conjunto de Blocos Paranaíacaba, na região a oeste da cidade de São Paulo.

Do quadro evolutivo a que chegamos, ressaltam os seguintes fatos:

- a) A segunda fase de deformação foi a principal e gerou as dobras do bandamento dos migmatitos, a maioria das dobras observadas nos afloramentos e as feições antiformais e sinformais reconhecidas. As dobras mesoscópicas apresentam geralmente espessamento de ápices e baixo ângulo inter-flancos, refletindo condições de Nível Estrutural Inferior (Mattauer, 1973).
- b) As falhas transcorrentes apresentam tipos litológicos que refletem, pelo grau de moagem e recristalização, a intensidade variável da milonitização no interior das faixas. Não são falhas de rejeito puramente direcional, posto que contêm ineações indicativas de uma significativa componente vertical.
- c) As juntas relacionam-se aos eventos finais da evolução da faixa dobrada e parecem ter-se formado ao final dos movimentos regmagênicos e após as movimentações

ções de massas granitóides.

8. As manifestações mesozóicas e terciárias associam-se ao efeito tracional da Reativação Wealdeniana da Plataforma, quando foram gerados falhamentos de gravidade e reativadas falhas antigas.
9. A Bacia de Taubaté é constituída pelos compartimentos Parateí e Jacareí; neste último, as espessuras encontradas são maiores.
10. Das duas formações sedimentares que constituem o Grupo Taubaté, apenas a formação Caçapava está exposta na região de São José dos Campos. Os sedimentos foram afetados por tectonismo, mesmo após a sedimentação.
11. A evolução da rede de drenagem atual e do relevo está fortemente condicionada pelas litologias e, particularmente na porção Pré-cambriana da folha, pelas estruturas presentes.

RESUMO

O mapa geológico da folha de São José dos Campos (SF-23-Y-D-II-1) foi elaborado em escala 1:50.000 e é apresentado neste trabalho, onde se descreve a geologia da folha e se reconstitui sua evolução geológica, com particular interesse ao Pré-Cambriano.

A folha abrange áreas de sedimentos pertencentes à Bacia de Taubaté e de rochas de seu embasamento. Este último é caracteristicamente cortado por zonas de falhamento transcorrente que separam as litologias em blocos tectônicos distintos. As rochas regionais são filitos, xistos, quartzitos, migmatitos de tipos diversos e rochas granitóides, bem como granulitos expostos em um núcleo restrito. Pela inexistência de datações radiométricas, estes granulitos foram correlacionados tentativamente ao Grupo Paraíba, enquanto as demais rochas pertencem ao Grupo Açungui (Ciclo Brasileiro).

Algumas litologias exibem passagem gradual e estão dispostas em grandes feições antiformais e sinformais, reconhecidas através de variação de intensidade de migmatização e de estruturas menores associadas. O dobramento regional, em escala mesoscópica, afetou a xistosidade das rochas e o bandamento dos migmatitos, criando dobras de ápices espessados. Os movimentos regmagênicos geraram rochas cataclásticas de tipos variados, desde protomilonitos até milonitos, ultramilonitos e blastomilonitos. As litologias são indistintamente cortadas por sistemas de juntas que foram objeto de análise visando determinar os padrões geométricos e suas relações para com as demais estruturas.

A reativação Meso-cenozóica da Plataforma conduziu ao aparecimento de "sills" de diabásio, de falhas de gravidade e reativações de falhas antigas. Os sedimentos da Bacia de Taubaté depositaram-se em depressão tafrogênica relacionada ao Sistema de Rifts da Serra do Mar, reconhecendo-se na folha de São José dos Campos dois compartimentos da mesma separados por falha. Os sedimentos foram afetados por tectonismo ainda após a sua formação. A geomorfologia atual está intimamente relacionada às litologias e estruturas reconhecidas. Os recursos minerais em exploração consistem de materiais para construção, basicamente pedreiras e portos de areia.

AGRADECIMENTOS

A diversas pessoas e Instituições queremos expressar a nossa mais profunda gratidão, por terem contribuído para a realização do presente estudo.

O Professor Doutor Yociteru Hasui foi o dedicado orientador, efetiva e sistematicamente, de todas as etapas do trabalho.

O CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico concedeu-nos Auxílio de Pesquisa para as atividades de campo e Bolsa de Pesquisa para a fase final de elaboração.

O Professor Doutor José Moacyr Vianna Coutinho, o Professor Doutor Vicente A.V.Girardi e o Professor Doutor Jacques Delhal nos auxiliaram em estudos ao microscópio petrográfico.

O Professor Doutor Georg R.Sadowski, durante a elaboração do trabalho e a preparação do texto final, manteve conosco proveitosas discussões.

Ao Professor Doutor Evaristo Ribeiro Filho devemos o cuidadoso preparo das fotomicrografias.

O então aluno do 3º ano do Curso de Geologia do IG, Sr. Geraldo Luiz Nunes Gusso e o colega geólogo Ginaldo A.Cruz Campanha acompanharam-nos durante os trabalhos de campo.

O IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, do Estado de São Paulo S.A., através do chefe do Agrupamento de Geologia Geral, Geólogo Waldir Lopes Ponçano, deu-nos

inestimável apoio. À desenhista, Srta. Mirna Mongini Ferracini e aos técnicos Sr. Otávio Martins e Waldomiro de Oliveira, devemos a qualidade artística do Mapa Geológico final.

A Administração do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo ofereceu o suporte material e os meios para a realização da presente pesquisa. Ao pessoal técnico-administrativo do IG devemos grande contribuição, particularmente às seguintes pessoas: Sra. Melany T. Isauk e Claudio Hopp, pela confecção das seções delgadas; Sr. Pedro Gennari Filho, pelo desenho dos gráficos e ilustrações; Sra. Claudete Salinas Franzosi, pela cuidadosa dactilografia dos originais; Sr. Jaime de Souza Marcos, pela confecção das fotografias; Sr. Jaime Alves Silva e a equipe do Setor Gráfico, pela impressão e montagem final do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. - 1955/56 - Superfícies fósseis em processo de exumação no Estado de São Paulo - Rev.Univ.Campinas, ano III, dez.1955 e mar 1956, (8-9): 79-92, Campinas.
- AB'SABER, A.N. - 1956 - A terra paulista. Bol. Paul. Geogr. (23): 5-38. São Paulo.
- AB'SABER, A.N. - 1957a - A geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. Bol.Fac.Filos. Ciên.Letr. USP, (219), Geogr. (12), 343 p., São Paulo.
- AB'SABER, A.N. - 1957b - O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê. Bol. Paul. Geogr., (26):38-49, jul.,1957. São Paulo.
- AB'SABER, A.N. - 1969a - O Quaternário na Bacia de Taubaté : Estado atual de conhecimentos. Inst.Geogr. USP, Rev.Geo-morfol. (7):23 p. São Paulo.
- AB'SABER, A.N. - 1969b - Ritmo da epirogênese pós cretácica e setores das superfícies neogênicas em S.Paulo. Inst.Geog. USP - Rev. Geomorfologia-(13): 20p. São Paulo.
- AB'SABER, A.N. & BERNARDES, N. - 1956 - Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. Rev. Eng. Min. Met. - XXIV (143): 284-292 Rio de Janeiro.
- ALGARTE, J.P.; CUNHA, H.C.S.; DAITX, E.C.; CHIEREGATI, L.A. & CAVALCANTE, J.C. - 1974 - Geologia da folha de São Paulo (Parcial). Anais XXVIII Congr. Bras.Geol., 4: 339-357 . Porto Alegre.

- ALMEIDA, F.F.M.de - 1955 - As camadas de São Paulo e a Tectônica da Serra da Cantareira. Soc. Bras.Geol., Bol. 4 (2): 23-40.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1957 - Vale do Paraíba - in Relat.anual do Diretor, DGM-DNPM, pp.90-91, 1958 - Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1964 - Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. in Geologia do Estado de S.Paulo. Bol. IGG. (41): 167-263. São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e evolução da plataforma Brasileira. Div. Geol. Miner. DNPM, Bol. (241): 36 p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. XXIII Congr. Bras. Geol., Anais, 1: 29-46. Salvador.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1976 - The system of continental rifts bordering the Santos Basin. Intern. Symp. on Contin. Margins of Atlantic Type. An.Acad. Bras. Cienc., 48 (supl): 15-26, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de ; AMARAL, G.; CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. - 1973 - The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of the Amazon River. In the Ocean Basins and Margins (ed.Nairn, A.E. -Stehli, F.G.); Plenum Publ.Co., 1: 411-446 - New York - pg.96.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y. & BRITO NEVES, B.B. de - 1976 The Upper Precambrian of South America. Bol. IG., Inst. Geoc. USP, 7: 45-80, São Paulo.
- ALVES, F.R. - 1975 - Contribuição à geologia da Região de Salesópolis - Guararema, S.Paulo. Inst. Geoc. USP - Tese (inédita), 136p.

- AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J.H. - 1966 - Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geoch. et Cosm. Acta*, 30 (2):159-189 Oxford.
- BEURLIN, K. - 1950 - Alguns restos de crustáceos decápodes de água doce fósseis no Brasil. *An. Acad. Bras. Ciên.*, XXI (4): 453-456, Rio de Janeiro.
- BILLINGS, M.P. - 1954 - Structural Geology - 2a. ed., Prentice Hall Inc., 514 p., New York.
- BJORNBERG, A.J.S.; GANDOLFI, N. & PARAGUASSU, A.B. - 1965 - Novas observações sobre a tectônica moderna do leste de São Paulo. *Rev. Eng. Min. Met.* - XLI (244):137-140 Abril-1965, Rio de Janeiro.
- BRANNER, J.C. - 1918 - Geologic Map of Brazil. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 29. Versão portuguesa pelo Autor, 1918 (B.S.G).
- CARNEIRO, C.D.R. - 1974 - O precambriano na região do Vale do Paraíba. *Semin., Curso de Pós-Graduação, Inst.Geoc. USP*, 21p. (inédito).
- CARNEIRO, C.D.R.; HASUI, Y. & GIANCURSI, F.D. - 1976 - Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. *XXIX Congr. Bras. Geol., Res. Trab.*, pp. 221-223. Belo Horizonte. Idem, *Anais* (no prelo).
- CASTER, K. & MENDES, J.C. - 1952 - *in* Du Toit, A.L. (1952) Comparação geológica entre a América do Sul e a África do Sul. *Div. Geol. Miner., DNPM*, 179 p., Rio de Janeiro.

CAVALCANTE, J.C. & KAEFER, L-Q. - 1974 - Geologia da folha de Santos (parcial). Anais XXVIII Congr. Bras. Geol., 4: 227-245, Porto Alegre.

COLTRINARI, L. - 1975 - Contribuição à geomorfologia da região de Guaratinguetã-Aparecida. Série teses e Monog. Inst.Geogr., USP. (17): 156p. São Paulo.

CORDANI, U.G.; DELHAL, J. & LEDENT, D. - 1973 - Orogeneses Superposées dans le Précambrien du Brésil Sud- Oriental (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). Rev. Bras. Geoc., 3 (1): 1-22, São Paulo.

CORDANI, U.G.; COIMBRA, A.M.; BOTTURA, J.A. & RODRIGUES, E.D.M. - 1974 - Geologia da região de Cruzeiro e Cachoeira Paulista e sua importância na interpretação da evolução tectônica do Vale do Paraíba. Rev. Geol ; Cien. Tecn., CEPEGE, (6): 9-30. São Paulo.

→ COUTINHO, J.M.V. - 1972 - Petrologia do Pré-Cambriano em São Paulo e arredores. Bol.IG., Inst.Geoc.USP. 3:5-99, São Paulo.

DELHAL, J.; LEDENT, D. & CORDANI, U.G. - 1969 - Ages Pb/U, Sr/Rb et Ar/K de formations métamorphiques et granitiques du sud-est du Brésil (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). Ann.Soc.Geol. Belgique, 92: 271-283.

DERBY, O.A. - 1895 - A denominação Serra da Mantiqueira, Rev. Inst. Hist. e Geogr. S.Paulo, (1):3-15, São Paulo.

EBERT, H. - 1957 - Beitrag zur Gliederung des Präkambriums in Minas Gerais - Geol. Rundschau, 45 (3): 471-521.

EBERT, H. - 1967 - A estrutura Pré-Cambriana do Sudeste de Minas Gerais e áreas adjacentes- Bol.Paran.Geoc.(26): 42-45 - Curitiba.

- EBERT, H. - 1968 - Ocorrências da fácies granulítica no Sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da Estrutura Orogênica: Hipóteses sobre sua Origem. An. Acad. Bras. Ciênc., 40 (supl.): 215-229, Rio de Janeiro.
- FLORENCE, G. & PACHECO, J. - 1907 - Notas geológicas sobre o Rio Tietê - Exploração do Rio Tietê. Com. Geogr. Geol. S. Paulo, Fôlio p. 9-15, São Paulo.
- FLORENCE, G. & PACHECO, J. - 1929 - Carta geológica do Estado de São Paulo. Com. Geogr. e Geol. (SP), 1:2.000.000 São Paulo.
- FRANCO, R.R. & VANDOROS, P. - 1966 - Determinações de idades de granitos da Região de Mogi das Cruzes, São Paulo, pelos métodos Potássio/Argônio e Rubídio/Estrôncio. An. Acad. Bras. Ciênc., 38 (2): 289-292, Rio de Janeiro.
- FRANGIPANI, A. - 1963 - Idéias sobre a gênese do Vale do Paraíba. O IGG., Rev., São Paulo, 16: 31-39.
- FRANGIPANI, A. & PANNUTI, E.L. - 1965 - Estudos hidrogeológicos na Bacia de Taubaté, entre Jacareí e Quiririm. Bol. Inst. Geogr. Geol., (42): 126p., São Paulo.
- FREITAS, R.O. de - 1951 - Relevos policíclicos na Tectônica do Escudo Brasileiro. Bol. Paul. Geogr. (7): 3-19, São Paulo.
- FREITAS, R.O. de - 1956 - Considerações sobre a Tectônica e a Geologia do Vale do Paraíba. Rev. Eng. Min. Met. XXIV (143): 276-283. Rio de Janeiro.
- FREITAS, R.O. de - 1957 - Tectônica e Geologia do Vale do Paraíba. Esc. Eng. S. Carlos, Publ. 11, (Geol. 4): 40p.

FREITAS, R.O. de - 1976 - Definição Estrutural, Petroológica e Geotectônica das Cintas Orogênicas antigas do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Bol., Inst. Geol.Est. S.Paulo, (1): 1-176, São Paulo.

HASUI, Y.; PENALVA, F. & HENNIES, W.T. - 1969 - Geologia do Grupo São Roque. Anais XXIII Congr. Bras. Geol., p.101-134, Salvador.

HASUI, Y. - 1973 - Tectônica da área das folhas de São Roque e Pilar do Sul. Tese Livre Doc., Inst. Geoc. USP- (inédita), 190p., São Paulo.

→ HASUI, Y. - 1975a - Evolução Polifásica do Precambriano a oeste de São Paulo. Bol.IG., Inst. Geoc.USP - 6:95-108

HASUI, Y. - 1975b - Geologia da Folha de São Roque. Bol.IG. Inst. Geoc. USP, 6: 157-183, São Paulo.

HASUI, Y. & HAMA, M. - 1972 - Geocronologia do Grupo São Roque pelo método do Potássio-Argônio. Rev. Bras.Geoc. 2 (1): 18-24, São Paulo.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R. & COIMBRA, A.M. - 1975 - The Ribeira Folded Belt. Rev. Bras. Geoc.; 5 (4): 257-266. São Paulo.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; GIANCURSI, F.D. & GUSSO, G.L.N. 1976 - Condicionamento tectônico da Bacia de São Paulo. XXIX Congr. Bras. Geol., Res.Trab., pp. 224-225, Belo Horizonte. Idem, Anais (no prelo).

HASUI, Y. & SADOWSKI, G.R. - 1976 - Evolução Geológica do Pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. Rev. Bras. Geoc., 6 (3): 182-200 -São Paulo.

HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R.; CARNEIRO, C.D.R. & FUCK, G.F. -
inédito - Geologia das Folhas de Itapeçerica da Serra
e Embu-Guaçu (em preparação).

HIGGINS, M.W. - 1969 - Cataclastic Rocks. U.S. Geol. Survey
Prof. paper (687): 97p., Washington.

HOBBS, B.E.; MENS, W.D. & WILLIAMS, P.F. - 1976 - An outli-
ne of structural geology. ed. John Wiley.

JUNG, J. & ROQUES, M. - 1952 - Introduction à l'étude zôneo
graphique des formations cristallophylliènes. Bull.
Serv. Carte Geol. France, (235): 1-62.

KNECHT, T. - 1964 - Pré-Cambriano Inferior. in Geologia do
Estado de São Paulo. Bol. Inst. Geogr. Geol. S. Paulo ,
(41): 14-36, São Paulo.

LAMEGO, A.R. - 1949 - Análise Tectônica e morfológica do
Sistema da Mantiqueira. in II Congr. Pan-Amer. Eng. de
Minas e Geol., 1946, Petrópolis; III (2a. comissão) :
247-326, Rio de Janeiro, 1949.

MARMO, V. - 1971 - Granite petrology and the granite pro-
blem. Elsevier, 244p. Amsterdam.

MATTAUER, M. - 1973 - Les déformations des matériaux de l'
écorce terrestre. Hermann ed., 493 p., Paris.

MAULL, O. - 1930 - Vom Itatiaia zum Paraguay - Karl. W. Hie-
semann, 366 p., Leipzig.

MEDEIROS, A.M.S. & AB'SABER, A.N. - 1969 - Introdução à
Geomorfologia da área de São José dos Campos (S.P.)
Cad. Cien. da Terra, Inst. Geogr. USP, (12): 1-5, São
Paulo.

MEHNERT, K.R. - 1968 - Migmatites and the Origin of Granitic Rocks. Elsevier, 393 p., Amsterdam.

MELFI, A.J. - 1967 - Idades de basaltos da Bacia do Paraná in Freitas, R.O. (1976) - Definição petrológica, Estrutural e Geotectônica das Cintas Orogênicas antigas do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Bol. Inst. Geol. Est. S.Paulo, (1): 1-176, São Paulo.

MELFI, A.J.; CORDANI, U.G.; CARVALHO, A.; MINIOLI, B.; PENALVA, F.; BASEI, M.A.S. & COUTINHO, J.M.V. - 1976 - Projeto Paraíba, Geologia das folhas de Lorena e Cruzeiro. Relat. Conv. DNPM/IGUSP, 74p. (inédito).

MENDES, J.C. & PETRI, S. - 1971 - Geologia do Brasil. Inst. Nac. Livro, Bibliot. Univ. Rio de Janeiro, Geociências, 9: 207p.

MEZZALIRA, S. - 1962 - Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozóicos no Estado de São Paulo. Revista O IGG XV (nº único): 73-89- São Paulo.

MINIOLI, B. - 1971 - Determinações Potássio - Argônio em rochas localizadas no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Acad. Bras. Ci., Anais, 43 (2): 443-448, Rio de Janeiro.

MORAES REGO, L.F.de-1933a - Contribuição ao estudo das formações predevonianas de São Paulo. Publ. Inst. Astron. Geogr. São Paulo, 43p.

MORAES REGO, L.F.de-1933b - As formações cenozóicas de São Paulo. Anuário Esc. Politécnica SP., II: 231-267. São Paulo.

PAOLIELLO, P.C. - 1964 - Pré-Cambriano Superior. in Geologia do Estado de São Paulo. Bol. Inst. Geog. Geol. S. Paulo, (41): 37-44, São Paulo.

PAULA COUTO, C.de - 1956 - Une chauve-souris fossile des argilles feuilletées pléistocènes de Tremembé, état de São Paulo, Brésil. Actes IV Congrès Intern. Quatern., Rome-Pisa, 1953, 1: 343-347, Roma.

PAULA COUTO, C.de - 1958 - Idade Geológica das bacias cenozóicas do Vale do Paraíba e de Itaboraí. Bol. Museu Nac., N.S., Geol. (25): 17p.

PAULA COUTO, C.de & MEZZALIRA, S. - 1971 - Nova conceituação geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. An. Acad. Bras. Cienc. 43 (supl.): 473-488, Rio de Janeiro.

PISSIS, A. - 1842 - Memoire sur la position geologique des terraires de la parte australe du Brasil, et sur les soulevements qui a divers epoques, on change de relief de cette contres. Acad. Sci. Paris, Comptes Rendus. 14-1044-1046, Memoirs Acad.Sci. Paris 10: 353-413, 1848 - Paris.

RAMSAY, J.G. - 1967 - Folding and fracturing of rocks. McGraw-Hill Book Co., 568 p. New York.

READ, H.H. - 1957 - The granite controversy. Thomas Murby - Co., 430 p., London.

RIBEIRO FQ., R. - 1948 - Caracteres físicos e geológicos da Bacia do Paraíba. DNPM/DGM, Rio de Janeiro, Bol.,(127) 55p.

RICCI, M. & PETRI, S. - 1965 - Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica. Ed. Nacional, 226 p., São Paulo.

RIDEG, P. - 1974 - Geology and structure of a portion of the Serra do Mar in Eastern São Paulo, Brazil. Ph. D. Thesis, State University of New York at Binghamton (inédito). 145p.

- ROQUES, M. & POLKANOV, A.A. - 1968 - Nomenclature of migmatites, in Mehnert, K.R. (1968) Migmatites and the Origin of Granitic Rocks. Elsevier, 405p., Amsterdam.
- ROSIER, G.F. - 1965 - Pesquisas geológicas na parte oriental do Estado do Rio de Janeiro e na parte vizinha do Estado de Minas Gerais. DNPM/DGM, Bol. (222): 43p. Rio de Janeiro.
- RUHLAND, M. - 1973 - Méthode d'étude de la fracturation naturelle des roches associée a divers modèles structuraux. Sci. Geol., Bull., 26 (2-3): 91-113, Strasbourg.
- SADOWSKI, G.R. - 1974 - Tectônica da Serra de Cubatão, S.P. Tese de Doutorado, Inst. Geoc. USP (inédita), 159p.
- SADOWSKI, G.R. & CARNEIRO, C.D.R. - 1974 - O charnoquito de São Francisco Xavier, SP. Anais XXVIII Congr. Bras. Geol., 4: 207-211, Porto Alegre.
- SANTOS, R. da S. - 1950 - Vestígio de ave fóssil nos folhelhos betuminosos de Tremembé, An. Acad. Bras. Cien., 22 (4): 445-446, Rio de Janeiro.
- SANTOS, R. da S. - 1970 - Nova evidência paleontológica da idade pleistocênica dos estratos da Bacia do Paraíba. Eng. Miner. Metal., 51 (301): 10p. Rio de Janeiro.
- SANTOS, R. da S. & TRAVASSOS, H. - 1955 - Caracídeos fósseis da Bacia do Paraíba. An. Acad. Bras. Cien., XXVII (3): 297-321., Rio de Janeiro.
- SEDERHOLM, J.J. - 1907 - in Sederholm, J.J. (1967); Selected works - Granites and Migmatites, ed. Oliver and Boyd, Ltd., 608 p., Edinburgh:

SUGUIO, K. - 1969 - Contribuição à Geologia da Bacia de Taubaté. Bol. Esp. F.F.C.L.-USP, 106p., São Paulo.

TITARELLI, A.H.V. - 1975 - O Vale do Parateí: estudo geomorfológico. Série teses e Monogr., Inst. Geogr. USP, (13): 186 p., São Paulo.

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

TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. - 1960 - Igneous and metamorphic petrology. 2a. ed., McGraw Hill Book Co., 64p. New York.

TURNER, F.J. & WEISS, L.E. - 1963 - Structural analysis of metamorphic tectonites. McGraw Hill Book Co., 545p.

VANDOROS, P. - 1966 - Idades de basaltos da Bacia do Paraná in Freitas, R.O. (1976) - Definição petrológica, Estrutural e Geotectônica das Cintas Orogênicas antigas do Litoral Norte do Estado de São Paulo. Bol. Inst. Geol. Est. S. Paulo, (1): 1-176, São Paulo.

VANDOROS, P. & OLIVEIRA, M.A.F. - 1969 - Geologia e petrografia da região de Taiapuê e arredores, SP. An. Acad. Bras. Cien., 41 (2): 181-194, Rio de Janeiro.

VERDADE, F.da C. et al - 1961 - Solos da Bacia de Taubaté, (Vale do Paraíba): Levantamento e reconhecimento, séries monotípicas, suas propriedades genético-morfológicas, físicas e químicas. Bragantia, 20 (4): 43-322, Campinas.

VERDADE, F.da C. & HUNGRIA, L.S. - 1966 - Estudo genético da Bacia Orgânica do Vale do Paraíba. Bragantia, 25 (16): 189-202, Campinas.

VIALON, P.; RUHLAND, M. & GROLIER, J. - 1976 - Elements de Tectonique Analytique. 1a. ed., Ed. Masson, 118p., Paris.

WASHBURNE, C. - 1930 - Petroleum Geology of the São Paulo State, Brazil - Comm. Geogr. Geol. do Est. S.Paulo , bol. (22): 282p., São Paulo.

WEGMANN, E. - 1935 - Zur Deutung der Migmatite - Geol. Rundschau, (XXVI): 305-350.

WERNICK, E.; OLIVEIRA, M.A.F.; KAWASHITA, K.; CORDANI, U.G. & DELHAL, J.O. - 1976 - Estudo geocronológico pelo mêtodo Rb/Sr em rochas do Bloco Jundiaí e regiões adja-centes. Rev. Bras. Geoc., 6 (2): 125-135, São Paulo.

WHITTEN, E.H.T. - 1966 - Structural Geology of folded Rocks. Rand McNally and Co., 663p.

SF-23-Y-D-II-1
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

LEGENDA

- Q**
Sedimentos aluvionares inconsolidados. Cascalhos, areias, argilas.
- T**
Sedimentos flúvio-lacustres. Arenitos, argilitos, conglomerados e arcósios.
- β**
Intrusivos básicos. Diabásio.
- PCO**
Rochas catolíticas. Protomilonitos, milonitos, ultramilonitos e blastomilonitos. Megablocos de quartzitos (q).
- PCY**
Rochas granitóides, em corpos parcialmente discordantes (para autóctones). Contém enclaves restritos de migmatitos e anfibolitos (α).

PCf **PCx** **PCMe** **PCMm** **PCMg** **PCMp**

Rochas ecníticas: **PCf** - Filitos sericiticos e grafíticos, muitas vezes com alternâncias. **PCx** - Moscovita xistos e moscovita-biotita xistos. Subordinadamente quartz xistos e quartzitos. Intercalações de anfibolitos (α).

Rochas migmatíticas: **PCMe** - Migmatitos heterogêneos estromatíticos. **PCMm** - Migmatitos homogêneos estromatíticos e embrechíticos, de composição granítica a adamellitica. **PCMg** - Migmatitos homogêneos embrechíticos, nebulíticos e anateixíticos. Composição granítica a adamellitica. **PCMp** - Migmatitos homogêneos estromatíticos e embrechíticos, de composição tonalítica. A cada tipo de migmatito se associam, local e subordinadamente, os outros tipos. Intercalações de "resisters" de quartzitos (q), rochas calcossilicáticas (c) e anfibolitos (α).

PCG

Granulitos, localmente migmatizados.

SÍMBOLOS

- Contato definido, aproximado ou transicional
- Falha indiscriminada ou encoberta
- Falha transcorrente com movimento indicado
- Zona de falha transcorrente
- Falha normal com mergulho indicado (A - subiu; B - desceu)
- Atitude de foliação inclinada, vertical ou horizontal
- Atitude de estratificação inclinada ou vertical
- Atitude de plano de falha com lineação inclinada
- Atitude de lineação inclinada
- Mina em atividade ou abandonada
- Lineamentos fotogeológicos correspondentes aos traços de
- Prováveis falhas
- Foliação: orientação de minerais, bandamento dos migmatitos e estratificação reliquia
- Fraturas
- Eixo de sinclínio com caimento onde indicado
- Eixo de antifórma
- Eixo de sinfora
- Eixo de antifórma reversa
- Caimento de eixo de dobra
- Estrada de ferro
- Auto-estrada
- Estrada pavimentada ou sem pavimentação
- Área urbanizada
- Drenagem
- Curva de nível
- Cota máxima

BASE TOPOGRÁFICA:

- FOLHA 1:50.000 - IBGE (São José dos Campos) MODIFICADA
- FOTOS AÉREAS FAB/USAF/65 Escala 1:60.000

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO

MAPA GEOLÓGICO

ESCALA 1:50.000

1977

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SF-23-Y-8-DE-4	SF-23-Y-8-V-3	SF-23-Y-8-V-4
SF-23-Y-0-I-2	SF-23-Y-0-II-1	SF-23-Y-0-II-2
SF-23-Y-0-I-4	SF-23-Y-0-II-3	SF-23-Y-0-II-4

Realizado por:
CELSON DAL RÉ CARNEIRO

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA GERAL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1977
(A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCE 8' ANUALMENTE)

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS (SP)

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
T609
U.E.P.

MAPA DE LINEAMENTOS FOTOGEOLÓGICOS