

CONVENIO

**DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
E
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

PROJETO PARAIBA

Geologia das Folhas de Lorena e Cruzeiro



INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

1976

CONVÊNIO
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
E
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROJETO PARAÍBA
Geologia das folhas de Lorena e Cruzeiro

- Execução: Docentes do Instituto de Geociências

coordenação: Adolpho J. Melfi
Umberto G. Cordani

colaboração: Adilson Carvalho
Bruno Minioli
Faustino Penalva
Miguel A. Basei

Participação especial: José M.V.Coutinho

- Participação nos trabalhos de campo:

Alunos do 3º ano do Curso de Geologia-IG-USP

Instituto de Geociências

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

INTRODUÇÃO	2
METODOLOGIA DO TRABALHO	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA ÁREA	12
1 - Compartimentação Topográfica	12
Médio Vale Paraíba	13
Planalto da Bocaina	16
Serra da Mantiqueira	17
2 - Setorização Regional	18
GEOLOGIA	20
1 - Considerações Preliminares	20
2 - Rochas Metamórficas do Embasamento	26
Gnaisses Porfiroblásticos	26
Quartzo-biotita xisto	32
Micaxistos Feldspáticos	33
Biotita Gnaisses	36
Quartzitos	38
Anfibolitos	39
Litologias Associadas não Mapeáveis	40

3 - Migmatitos	43
4 - Maciços Graníticos Intrusivos	48
Granito Mendanha	48
Granito Rio Bravo	49
Granito Bocaina	50
Granito Silveiras	50
Corpos Graníticos Menores	51
5 - Rochas Ígneas Básicas Mesozóicas	52
6 - Rochas Sedimentares Cenozóicas	53
Sedimentos Terciários da Bacia de Taubate	54
Sedimentos Quaternários	57
 ESTRUTURAS	 60
 EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	 64
 RECURSOS MINERAIS	 65
 BIBLIOGRAFIA	 69

APRESENTAÇÃO

Tem sido de fundamental importância o apoio que o Departamento Nacional da Produção Mineral vem prestando ao treinamento de alunos dos Cursos de Geologia, através de convênios mantidos com as principais Universidades do país, com vistas ao seu aprimoramento profissional em um dos setores considerados básicos para o desenvolvimento da economia mineral- a cartografia geológica.

Nos últimos anos, intensificaram-se os trabalhos geológicos no pré-Cambriano paulista. Vários projetos foram ou estão sendo realizados, merecendo citação os desenvolvidos por determinação do DNPM, que visam assentar as bases geológicas fundamentais, necessárias para o desenvolvimento econômico e científico regional. Outros também, estes levados a efeito por docentes do Instituto de Geociências da USP no sudeste paulista, e em especial no vale do Paraíba, por ser esta uma região chave no estudo da reativação recente da Plataforma brasileira, e para a compreensão da evolução geral do pré-Cambriano no leste do País.

Dentro deste contexto um convênio foi firmado entre o DNPM e a USP, para a realização do Projeto Paraíba, cujo objetivo precípuo foi o mapeamento geológico das folhas de Lorena e Cruzeiro.

Este relatório apresenta os resultados obtidos - na elaboração das duas citadas folhas geológicas, em escala 1:50.000. Compreende, além da caracterização regional estratigráfica, litológica estrutural e geomorfológica, uma análise dos principais eventos metamórficos e magmáticos com o objetivo de reconstituir sua evolução geológica. Um de seus capítulos foi consagrado à descrição dos recursos minerais da região, que apesar de pouco representarem na economia local, são dignos de registro.

GEOLOGIA DAS FOLHAS DE LORENA E CRUZEIRO

INTRODUÇÃO

Desde o século passado, a região do vale do Paraíba vem sendo objeto de pesquisas geológicas, a maior parte delas de natureza geomorfológica, restringindo-se ao estudo da gênese e evolução da Bacia sedimentar de Taubaté. Pouca atenção foi dada, até o presente, aos complexos problemas - da evolução petrogenética e tectônica das rochas ígneas e metamórficas regionais, de forma que no estado atual do conhecimento é praticamente desconhecido o quadro geológico - do embasamento cristalino da Bacia de Taubaté.

Com a finalidade de treinar os estudantes de Geologia em técnicas de cartografia geológica, na execução - de mapas litológicos, estruturais e tectônicos, e levando - em conta o interesse científico que a região apresenta como chave na análise da evolução geral do pré-Cambriano do leste do Brasil, foi realizado o Projeto Paraíba. Seu objetivo fundamental foi a elaboração de duas folhas geológicas - Lorena e Cruzeiro - cobrindo uma área de aproximadamente - 1.500 km^2 (Fig.1).

A folha de Lorena (IBGE SF-23-Y-B-VI-2) é balizada pelos paralelos $22^{\circ}30'$ e $22^{\circ}45'S$ e pelos meridianos - $45^{\circ}00'$ e $45^{\circ}15'W$. Inclui as cidades de Piquete, Lorena e Cachoeira Paulista, sendo atravessada por importante rede rodoviária, a qual facilita o acesso em praticamente toda a folha. Sua porção sudeste é cortada pela rodovia Presidente Dutra (BR-116) e pela Estrada de Ferro Central do Brasil, enquanto que sua parte central é atravessada pelas estradas - que ligam Lorena-Piquete-Itajubá e Piquete-Cachoeira Paulista.

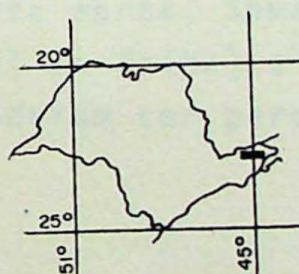
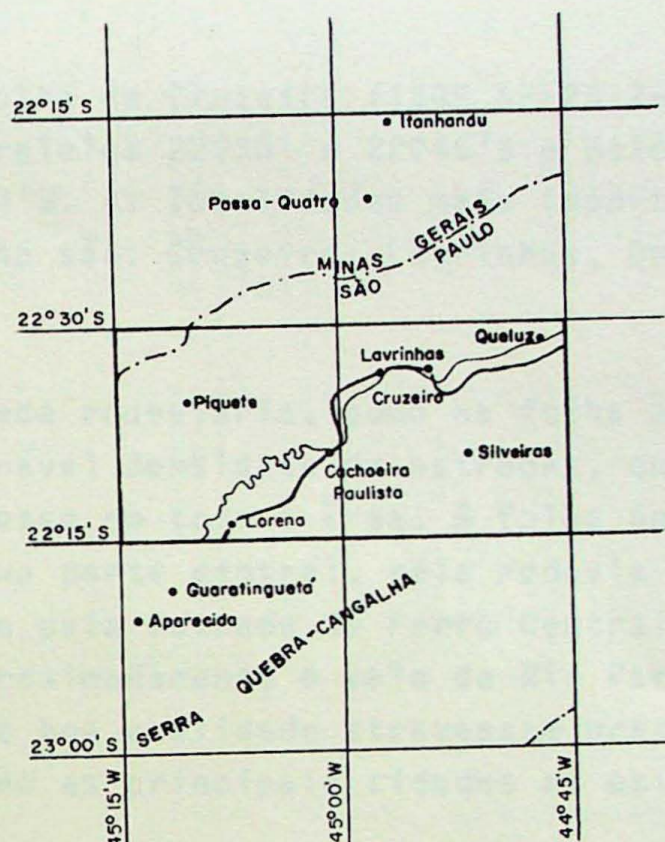


Figura 1 - Planta de localização da área estudada

A região de acesso mais difícil corresponde a parte norte da folha, onde a serra da Mantiqueira apresenta suas maiores altitudes, a cobertura vegetal, tipo floresta é densa e a rede de estradas é de baixa densidade. Caminhos e trilhas para pedestres existem em quase toda a área.

A folha de Cruzeiro (IBGE SF-23-Z-A-IV-1) é balizada pelos paralelos 22º30' e 22º45'S e pelos meridianos - 44º45' e 45º00'W. As localidades mais importantes encontradas nesta folha são: Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz e Silveiras.

A rede rodoviária, como na folha anterior, apresenta uma razoável densidade de estradas, que facilitou bastante o acesso em toda a área. A folha de Cruzeiro é cortada, em sua parte central, pela rodovia Presidente Dutra (BR-116) e pela Estrada de Ferro Central do Brasil, que acompanham aproximadamente o vale do Rio Paraíba. Estradas secundárias de boa qualidade atravessam praticamente toda a área, ligando as principais cidades aí existentes.

A densa vegetação de floresta somente prejudicou as observações geológicas no sul da folha e em pequenas áreas localizadas na parte norte. Somente alguns setores da Serra da Bocaina (ao sul da folha) e pequena porção ao norte de Silveiras, não puderam ser percorridos por falta de vias de penetração.

METODOLOGIA DO TRABALHO

As folhas geológicas de Lorena e Cruzeiro foram preparadas com base em observações de terreno colhidas ao longo de praticamente todas as estradas e caminhos existentes na região. Diversas vezes, com a finalidade de se

obter uma densidade de observações compatível com a escala utilizada, recorreu-se a caminhamentos ao longo dos vales dos rios.

Em vista da possibilidade de caracterização de variações significativas dentro de uma mesma unidade litológica, os trabalhos de campo foram conduzidos mediante a realização de mapas parciais (realizados por equipes de 2 alunos) na escala de 1:25.000. Como base para os levantamentos foram utilizadas fotografias aéreas, de mesma escala, que compõem a cobertura aerofotogramétrica do Estado, realizada pela VASP em 1973.

Posteriormente, as observações geológicas foram transferidas para bases topográficas obtidas a partir das folhas topográficas SF-23-Y-B-VI-2 e SF-23-Z-A-IV-1 na escala de 1:50.000, de 1971, do Instituto Brasileiro de Geografia do Estado de São Paulo. Estes documentos constituem os mapas de afloramentos da região e são apresentados nos anexos 1 e 2.

A partir destes mapas, com o auxílio das cartas geológicas preliminares, e estudo adicional de fotografias aéreas e fotomosaicos, foram realizados os mapas geológicos finais, apresentados nos anexos 3 e 4, onde as extrapolações verificadas apresentam grau de segurança adequado, na escala 1:50.000 em virtude da grande quantidade de pontos de controle.

Globalmente, foram descritas e coletadas cerca de 800 amostras, representando os afloramentos principais da área (pedreiras, cortes de estrada, cachoeiras, etc.). Outros 2500 afloramentos de menor valor como controle para o mapeamento (pequenos corpos rochosos, rochas alteradas, matacões e blocos soltos, solos, formações superficiais diversas, cascalheiras, restos de terraços fluviais, aluviões, coluviões, etc) foram visitados, assinalados e levados

em conta nas interpretações geológicas.

Cerca de 100 amostras de rochas pré-Cambrianas - foram estudadas em secções delgadas, segundo as técnicas - petrográficas convencionais, de forma a permitir melhor ca racterização da litologia e observação dos aspectos textu- rais e estruturais.

A distribuição dos afloramentos visitados não é uniforme, havendo uma maior concentração nas áreas pré-Cam- brianas, e nas regiões de contato entre o embasamento e a Bacia de Taubaté. As rochas sedimentares terciárias do Va- le do Paraíba não foram objeto de investigação pormenoriza- da, por já terem sido estudadas exaustivamente por diver- sos autores, e em particular Suguio (1969), cujo trabalho se encontra amplamente referido neste texto. As formações quaternárias associadas à sedimentação recente dos rios fo- ram assinaladas somente quando apresentara expressão areo- lar compatível com a escala e objetivo do mapeamento. Não foram registradas nos mapas as coberturas superficiais pou- co espessas que capeiam indistintamente as rochas do emba- samento e as formações terciárias.

Para simplificação, os contatos litológicos apa- recem nas folhas geológicas sob um único símbolo (traço , dois pontos, traço). Na realidade, ocorrem dois tipos dis- tintos de contatos: um, que pode ser considerado como cer- to, quando visto no campo ou extrapolado por fotointerpre- tação, mas com alto grau de certeza (por exemplo, o conta- to entre coluvião e rochas pré-Cambrianas) e outro, consi- derado como provável, que apesar de existir, não pode ter sua localização precisa (por exemplo, os contatos entre os biotita gnaisses e os quartzo biotita xistos).

Os símbolos relativos a medidas de elementos es- truturais que aparecem no mapa procuram apenas indicar as

atitudes gerais na área e em seus arredores. Foi evitado o lançamento de todas as medidas efetuadas (muitas centenas), pois além de sobrecarregarem o mapa, não melhorariam a apresentação estrutural, a qual obedece a padrões complexos. Por outro lado, foram apresentadas algumas lineações gerais que evidenciam a tendência estrutural regional, nitidamente observada sobre as fotos aéreas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde o século passado, a região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, vem sendo objeto de numerosas - investigações geológicas, realizadas com as mais diversas - finalidades.

Pissis (1842) foi quem pela primeira vez fez referência à área, ao descrever a bacia de compartimento do planalto do Brasil de sudeste (Bacia de Taubaté). Posteriormente, em 1885, Derby localizou-a em sua carta geológica da - parte oriental de São Paulo.

Em 1898, Woodward realizou os primeiros estudos - paleontológicos na área, caracterizando fósseis da Bacia de Taubaté. No início deste século, Dunsen (1905) em seu trabalho contendo informações sobre a flora do Itatiaia, apresenta um breve resumo sobre a geologia de parte da região. Em 1925, Oliveira menciona pela primeira vez a ocorrência das rochas sieníticas do Itatiaia, relacionando-as ao diastrofismo Herciniano.

O conhecimento mais aprofundado da área iniciou - se com os trabalhos que objetivaram organizar a "Carta Geológica do Estado de São Paulo", em que Florence e Pacheco - (1929) caracterizaram com grande precisão a Bacia de Taubaté, representando-a no mapa como hoje a conhecemos.

O problema regional que maior número de contro -
vêrsias tem levantado, e que sempre despertou o interesse
dos pesquisadores no campo da geologia é o que se relacio -
na com a origem da extensa depressão entre a Serra do Mar
e a da Mantiqueira. A Bacia de Taubaté, percorrida pelo -
curso médio superior do Rio Paraíba, constitui a principal
área sedimentar em meio aos terrenos cristalinos do Planal -
to Atlântico, apresentando-se, sob o ponto de vista topo -
gráfico, como um compartimento deprimido entre os terrenos
mais elevados. As hipóteses mais modernas, que demonstram
a origem tectônica da bacia, nada mais representam que con -
firmações às excelentes observações feitas por Washburne -
(1930) e Maull (1930), que apesar de terem realizado um -
trabalho de cunho geral, referiram-se à bacia como ocupan -
do uma depressão tectônica (graben). A partir desta época,
quase todos os autores aderiram à interpretação dada por
Washburne e Maull, com exceção de Moraes Rego (1932), que
em sua obra sobre a geomorfologia do Estado de São Paulo ,
aventou a possibilidade da existência de uma faixa gnáissi -
ca intermontana, que por erosão diferencial teria origina -
do a depressão.

Em 1936, Lamego descreve a geologia e petrogra -
fia do Maciço alcalino do Itatiaia, fazendo inúmeras consi -
derações a respeito de sua gênese. Posteriormente, Pinto -
(1938) cita as ocorrências de bauxita relacionadas a este
tipo de rocha.

Em 1948, Ribeiro Filho reforçava a idéia de Wash -
burne e Maull, confirmando a existência de uma longa escar -
pa de falha no lado NW do vale, de aproximadamente 150 km
de comprimento, de orientação N55°E. Neste trabalho, Ribeir -
o Filho sugere a idéia da existência de um tectonismo -
diastrófico ao assinalar que "o paralelismo e as feições -
das grandes linhas sugerem que o fenômeno tectônico se te -
nha produzido em toda a região costeira": o vale e a serra
do Mar teriam surgido simultaneamente, pelo efeito de uma

mesma ação geodinâmica nesse compartimento da crosta terrestre.

Ruellan, em 1947, faz referência à origem tectônica da bacia e salienta que a fossa do Paraíba corresponderia a uma depressão orientada segundo a "direção Brasileira", posteriormente compartimentada por soleiras relacionadas a falhamentos mais modernos, perpendiculares àquela direção, e que obedeceriam a "direção Caribe" (paralela ao litoral norte da América do Sul), reforçando dessa maneira as idéias defendidas por Deffontaines (1939).

Lamego em 1949 discute a extensão do sistema da Serra da Mantiqueira, relacionando sua origem a movimentos de caráter epirogenéticos. Esta idéia foi discutida em um trabalho anterior de Freitas (1944). O próprio Freitas (1951), em seu trabalho sobre "Relevos Policíclicos na Tectônica do Escudo Brasileiro", sugere três etapas para o processo epirogênico de caráter positivo, a partir do Cretáceo, com eventos morfológicos notáveis na segunda etapa, dando origem a muralhas, fossas e vales de subsidência por falhamentos.

Em 1955, Almeida sugere origem tectônica para a bacia de São Paulo, e relaciona a deposição dos sedimentos à movimentação por falhamentos na Serra da Cantareira. Neste trabalho aponta a existência de duas formações na Bacia de Taubaté.

Durante os trabalhos desenvolvidos no Brasil, Rich (1951) levantou a hipótese de que a sedimentação da Bacia de Taubaté teria ocorrido antes dos movimentos tectônicos. Para ele, este fato se baseava na inexistência de clásticos grosseiros intercalados na sedimentação cenozônica. Freitas em 1956 contestou tal hipótese, julgando indiscutível a origem tectônica da Mantiqueira e da Serra do Mar, afirmando que a existência de materiais predominan

temente finos estava relacionada ao clima dominante na época em que os detritos se originaram.

Freitas (1957) descreve a origem da bacia como um "rift valley", semelhante aos africanos. Estudos geomorfológicos desta época foram realizados por Ab'Saber e Bernardes (1958), Ab'Saber (1957a e 1957b) Tricart e Silva (1958 e 1959) e Almeida (1958).

Os trabalhos mais recentes publicados sobre a região ainda evidenciam a preocupação dos autores sobre a evolução genética da área. Almeida (1964), na sua síntese sobre os "Fundamentos geológicos do Relevo Paulista", sugere que o vale do Paraíba faria parte de uma anteclise - (da Mantiqueira), com o graben traçado ao longo de seu eixo. Frangipani e Pannuti (1965), através de levantamentos geofísicos realizados na região para a pesquisa de água, evidenciaram a existência de falhamentos, tanto no lado - NW, como no SE da Bacia de Taubaté.

No estudo das rochas prē-Cambrianas, Ebert, em 1967, com base em trabalhos anteriores realizados nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, apresenta uma subdivisão para a faixa orogênica regional: os Paraíbides, dobramentos que se prolongam através do Estado de São Paulo; e os Araxaides, que contornam a Bacia do São Francisco, dobrando para noroeste e em Goiás para o norte.

Em 1969, Delhal et al., apresentam a idéia de dois ciclos orogênicos superpostos, o mais antigo com idades de 2.000 m.a., e o mais recente com idade entre 450 e 620 m.a. Nessa subdivisão, o primeiro ciclo seria o responsável pela formação da Série Paraíba, enquanto que os gnaisses da Serra dos Órgãos teriam sido formados no ciclo mais recente.

Penalva (1967) e Ribeiro Filho (1967) estudaram

pormenorizadamente o maciço alcalino de Itatiaia, fazendo menção sobre a origem da Serra do Mar e da Mantiqueira como consequência de falhamentos escalonados ao longo de fraturas de tensão, que teriam obedecido certas linhas tectônicas preferenciais. Com respeito à intrusão alcalina, os autores concluíram que a mesma se verificou através do deslocamento do teto para cima, ao longo de falhas verticais, e que a estrutura regional do embasamento parece ter condicionados os fenômenos geológicos modernos.

Com relação aos sedimentos terciários do vale, o estudo mais significativo e atual é aquele apresentado por Suguio (1969), onde o autor analisa do ponto de vista textural e estrutural as Formações São Paulo e Tremembé, e caracteriza as condições de deposição dos sedimentos da ba-cia.

Almeida et al (1973) completam as idéias expostas por Almeida em 1964, concluindo que toda a região do vale do Paraíba estaria incluída na faixa de dobramentos Ribeira, ativa durante o ciclo Brasileiro, que se estende ao longo da costa oriental da América do Sul, desde o estado da Bahia até o Uruguai.

Por fim, o trabalho mais recente sobre a área - foi apresentado por Cordani et al (1973) e inclui uma in-terpretação da evolução tectônica do vale. Os autores, após realizarem estudos geológicos na região de Cruzeiro e Cachoeira Paulista, confirmaram a formação do graben do Paraíba durante o episódio da reativação tectônica neomesozônica e terciária. Além disso, mostraram que os movimentos tectônicos foram concomitantes à sedimentação, e que o controle tectônico sobre a drenagem permanece agindo até o presente.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA ÁREA

1- Compartimentação topográfica

Na divisão do Planalto Atlântico, proposta por Almeida (1964) verifica-se que a área compreendida nas folhas de Lorena e Cruzeiro se encontra distribuída em 3 zonas maiores:

- Planalto da Bocaina
- Médio Vale do Paraíba
- Serra da Mantiqueira

O Planalto da Bocaina localiza-se na parte SE da folha de Cruzeiro, tendo pequena expressão areolar; o - Médio Vale Paraíba é a zona de maior representação em ambas as folhas, e a Serra da Mantiqueira domina todo o setor NW da folha de Lorena (Figura 2).

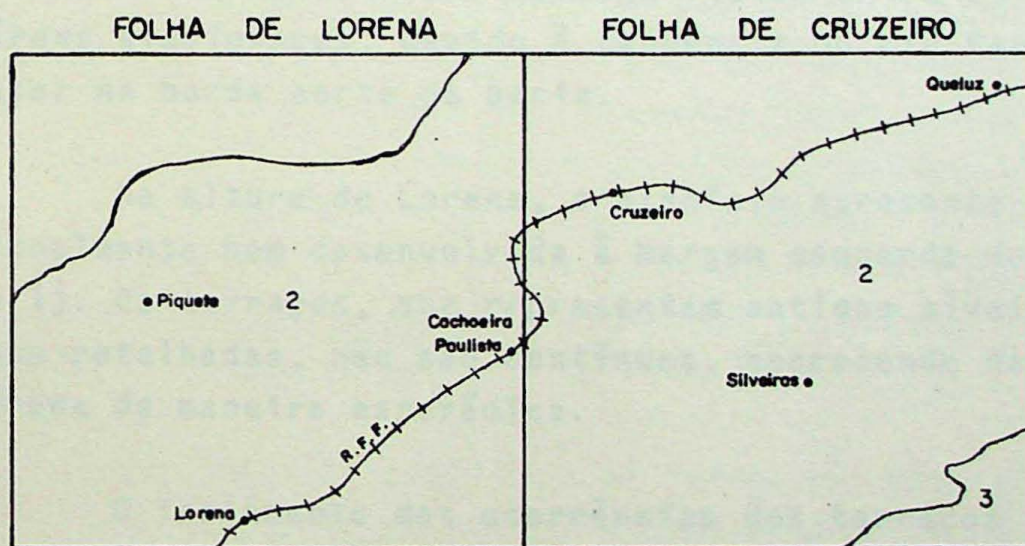


Figura 2 - Zonas fisiográficas da região estudada
1. Serra da Mantiqueira; 2. Médio Vale do Paraíba; 3. Planalto da Bocaina.

Médio Vale do Paraíba

Almeida (1964) subdivide a "zona do Médio Vale do Paraíba" nas subzonas denominadas "dos morros cristalinos" e "Bacia de Taubaté". Esta última abrange as áreas sedimentares cenozóicas que ocorrem ao longo do rio Paraíba, e que correspondem à planície de inundação e aos baixos terraços, formados durante o Quaternário, e às colinas terciárias. Os morros cristalinos aparecem em níveis mais elevados e constituem um degrau intermediário entre as áreas sedimentares, mais baixas, e as cristas mais elevadas da Mantiqueira a NW e da Bocaina a SE.

A planície de inundação é percorrida pelo rio Paraíba, com sua meandração característica, apresentando em alguns setores terrenos parcialmente alagadiços, em especial nas áreas não atingidas pelas obras de retificação executadas conjuntamente pela Divisão de Obras e Projetos do D.A.E.E. e o D.N.O.S. A largura da planície não é constante, como também não existe continuidade física entre as diversas áreas aluvionares, devido à tendência do rio Paraíba se encostar na borda norte da bacia.

Na altura de Lorena, a planície apresenta-se excepcionalmente bem desenvolvida à margem esquerda do rio (Foto 1). Os terraços, que representam antigos níveis de várzeas retalhadas, não são contínuos, aparecendo na folha de Lorena de maneira esporádica.

O isolamento das ocorrências dos terraços remanescentes parece confirmar a hipótese de uma meandração do Paraíba mais ampla e ativa em épocas anteriores, possivelmente ligada a vazões mais elevadas que a atual, durante o período de retalhamento da antiga várzea.

As colinas sedimentares apresentam-se melhor pre-

servadas à margem direita do Paraíba, especialmente entre Guaratinguetã e Cachoeira Paulista. De maneira excepcional, na folha de Lorena, um patamar sedimentar aparece à margem esquerda do Paraíba, desdobrado em vários níveis topográficos.

Os topos achatados, bem como as vertentes convexas e de declividade pouco acentuada, contrastam com as formas modeladas nos terrenos cristalinos. A rede de drenagem apresenta um arranjo subparalelo, quando se analisa em uma carta de pequena escala. A densidade de drenagem é baixa e a textura observada na análise das fotos aéreas é de grossa a média. A característica textural talvez possa ser atribuída à maior infiltração produzida através do manto de colúvios que recobrem as colinas, e que permitiria a percolação das precipitações até o lençol subsuperficial, que alimenta os rios de fluxo lento, típicos das áreas colinosas da bacia.

As áreas cristalinas, de vertentes convexas e de declividade pronunciada, quando observadas em cartas de pequena escala, são caracterizadas por uma rede de drenagem de textura fina, apresentando um arranjo que combina o padrão retangular, subordinado às direções estruturais regionais, com dendritificação dos ramos menores. Tal multiplicação das cabeceiras parece corresponder à maior sensibilidade das rochas profundamente alteradas perante a erosão regressiva, favorecendo assim o entalhe linear.

Na parte setentrional da folha de Lorena, rochas de mais alta resistência, como intrusões graníticas, xistos, migmatitos e gnaisses ricos em quartzo, bem como quartzitos, sustentam as formas onde melhor se acham preservados os remanescentes de antigas superfícies e aplainamentos que afetaram esta região (Foto 2). Enquanto nos gnaisses e xistos a mamelonização apagou praticamente todas as feições herdadas de períodos climáticos mais rigorosos, as rochas mais

resistentes conservaram, em sucessivos patamares, testemunhos das fases climáticas anteriores mais agressivas.

Cabe aqui esclarecer que a sequência de níveis topográficos que ocorrem na Bacia de Taubaté tem sido interpretada como uma decorrência da alternância, ao longo do Quaternário, de fases climáticas bem diferenciadas. Entre os autores que fizeram menção às oscilações climáticas estão Maack (1947) Cailleux e Tricart (1957) e Tricart (1958). Este último estabeleceu que as flutuações mais contrastantes nos climas do Quaternário teriam sido as registradas no Brasil de Sudeste, mencionando como testemunhos das fases mais agressivas os depósitos grosseiros de areia e seixos que ficaram como níveis de terraço hoje localizados a diferentes altitudes ao longo dos rios principais, neste caso o Paraíba. Eles funcionariam como indicadores de sucessivas flutuações climáticas ao longo do Quaternário em direção ao clima semi-árido. Tais alternâncias aparecem também traduzidas através de feições de encosta, posteriormente modificadas durante as fases úmidas (cicatrizes de deslizamento, sulcos, bacias de recepção), e os depósitos de vertente característicos (colúvios, stone-lines, paleossolos truncados, etc).

Trabalhos mais recentes (Tricart, Raynal e Besançon, 1972) vêm apoiar as hipóteses antes mencionadas. Os autores supra, ao se referir às condições necessárias à formação dos pedimentos ou glacis, sugerem a ocorrência de períodos de clima relativamente seco, com chuvas violentas e forte gradiente térmico. Durante tais períodos, o escoamento difuso (descontínuo em tempo e espaço) teria eficácia suficiente para deslocar os materiais intemperizados durante os estágios úmidos precedentes. Portanto, nas regiões tropicais úmidas, a formação de superfícies aplainadas restritas teria resultado da alternância de fases úmidas e secas.

Mais recentemente, Ab'Saber (1971) endossa esta -

interpretação, identificando as fases semi-áridas, de aplainamento lateral, como etapas de pedimentação, enquanto as fases úmidas, com florestas densas e alteração profunda das rochas, seriam as fases de mamelonização. Durante estas últimas, houve o reafeiçoamento dos relevos por causa da intensidade dos processos de intemperismo químico sobre rochas altamente fraturadas e diaclasadas.

Planalto da Bocaina

Ocorrendo no extremo sul da folha de Cruzeiro, este elevado planalto separa o compartimento do Médio Vale do Paraíba da Serra do Mar. É um verdadeiro planalto elevado, com sua área mais representativa situada acima de 1.500 m de altitude.

É um planalto de rochas gnaissicas, com direções estruturais predominantemente NE-SW, com fortes mergulhos para sul. A drenagem é regida pelos rios Mambucaba e Bocaina e apresenta uma configuração em treliça, com coletores subsequentes orientados NE, buscando o mar ou o rio Paraíba. Os vales são sempre embutidos no planalto, para se lançarem em fundas gargantas às suas bordas serranas.

O relêvo do planalto reflete uma intensa ação modeladora atual, que ocasionou profundo ravinamento. Segundo Almeida (1964) é pouco provável que neste tipo de paisagem, uma sucessão de campos ondulados possam ser reconhecidos com segurança indícios de superfícies aplainadas, do mesmo tipo daquelas reconhecidas na Serra da Mantiqueira. Ainda, segundo o mesmo autor (op.cit.) a situação e configuração do Planalto da Bocaina lembram um horst intensamente erodido. Existem fortes evidências da existência de escarpas de falha de ambos os lados, isto é, do Vale do Paraíba e do oceano, porém não restam dúvidas sobre a atuação intensa da erosão fluvial, aliada aos processos de evolução

lução de vertentes na esculturação deste relevo.

Serra da Mantiqueira

Na folha de Lorena a Serra da Mantiqueira serve parcialmente de divisa entre os estados de São Paulo e Minas. Corresponde a um conjunto de elevadas escarpas, situadas entre as mais altas do estado de São Paulo. Suas altitudes estão por volta de 2.000 metros na região ao norte de Piquete, erguendo-se gradualmente para NE até atingir 2.580 m do pico da Serra Fina que é o ponto culminante do Estado (situado pouco além do limite da folha). Os desníveis de 1.500 a 2.000 metros existentes entre a crista da Mantiqueira e o Vale do Paraíba tornam este relevo um dos mais notáveis de todo o lado oriental do País (Foto 3).

A paisagem encontra-se esculpida especialmente em rochas gnaissicas e migmatíticas, que apresentam lineamentos predominantemente N50ºE. Os mergulhos das estruturas planares são quase sempre para sul, com ângulos fortes, superiores a 45º.

No modelado da Serra da Mantiqueira, a erosão diferencial assume um papel de grande importância. Enquanto que xistos e gnaisses, oferecendo menor resistência, formam comumente as partes mais baixas, os primeiros contrafortes e as fraldas da Serra, as rochas graníticas, migmatíticas, alcalinas e quartzíticas sustentam as formas mais proeminentes do conjunto. Os quartzitos são responsáveis pela formação dos picos dos Marins e Focinho de Cão, situados a nordeste e oeste de Piquete respectivamente. Os granitos sustentam o pico do Mendanha, situado fora da folha estudada, mas cujas fraldas aparecem na parte mais setentrional da área. Às eruptivas alcalinas cabe a responsabilidade de suportarem o imponente Maciço de Passa Quatro, já fora da região, mas cujas rochas são encontradas

na folha de Cruzeiro, devido a processos de coluvionamento quaternário (Foto 4). Esses colúvios apresentam certo interesse econômico, pois o intemperismo químico relacionado - ao clima atual, agindo sobre o material transportado e depositado, deu origem a pequenos depósitos de bauxita, economicamente exploráveis (Foto 5).

A Mantiqueira é caracterizada, na região estudada, por uma escarpa de falha muito festonada, onde os rios se encaixam profundamente, formando gargantas onde são comuns cachoeiras e corredeiras (Foto 6). Em sua maior parte, os rios que descem as escarpas tem traçados que independem dos lineamentos estruturais, podendo entretanto a eles estarem adaptados.

Fenômenos de captura fluvial são frequentes na área, e podem ser observados nos rios que se localizam no setor norte da folha de Lorena, próximo à cidade de Piquete. Tais capturas se caracterizam pela brusca inflexão dos rios que descem a serra para leste, ao se avizinharem da Bacia de Taubaté.

Admitindo-se a origem por falhamento deste bloco da Mantiqueira, tendo em vista o enorme conjunto de evidências que possuímos, hoje em dia, é necessário reconhecer-se que a topografia ali exposta, caracterizada por notáveis desnivelamentos, é fruto essencialmente dos fenômenos erosivos atuais.

2- Setorização Regional

Entre os compartimentos geomorfológicos que compõem a área abrangida pelas folhas de Lorena e Cruzeiro, o mais importante é sem dúvida o do Médio Vale do Paraíba, que impõe suas feições morfológicas a toda a região.

Examinando o arranjo estrutural e morfológico apresentado pelas faixas de terrenos sedimentares e cristalinos que acabam de ser analisados, aparecem tres setores que apresentam características morfológicas bem definidas: o primeiro, que ocorre subordinadamente na parte sudoeste da folha de Lorena, e que apresenta sua área de maior desenvolvimento e representação entre Aparecida e Guaratinguetã; o segundo que caracteriza a região entre Lorena e Cruzeiro; e finalmente o terceiro que corresponde a porção leste da folha de Cruzeiro.

A setorização regional de todo o curso médio superior do Paraíba foi estudada por Coltrinari (1971). Neste estudo a autora definiu pelo menos 5 setores bem diferenciados, dos quais dois deles aparecem nas folhas estudadas. O terceiro, situado a leste da cidade de Cruzeiro não foi analisado por Coltrinari (op.cit.) por se encontrar fora de sua área de interesse.

- O primeiro aparece a partir de Pindamonhangaba, onde o alargamento relativo da várzea e a proximidade do cristalino determinam o progressivo estreitamento dos terrenos terciários, até provocar seu estrangulamento no local onde se atinge o setor melhor diferenciado dentro da bacia, na área localizada entre Aparecida e Guaratinguetã. Aqui, a sequência geológica geral SE-NW desenvolvida de maneira mais ou menos contínua ao longo do rio (Pré-Cambriano-Terciário-Quaternário-Terciário-Pré-Cambriano) altera-se fundamentalmente, passando o cristalino a ocupar a área localizada do lado direito do Paraíba provocando, frente a Guaratinguetã, o estrangulamento da planície de inundação, enquanto o terciário alcança, à margem esquerda, extensão comparável àquela das áreas vizinhas a Caçapava ou São José dos Campos sobre a margem oposta.

- O segundo setor predomina na região estudada, entre Lorena e Cruzeiro. Reaparece neste setor um arranjo

topográfico semelhante ao observado a montante de Apareci - da, isto é, entre as várzeas e os morros cristalinos ocorre uma faixa de colinas suaves. À medida que o rio se aproxima de Cachoeira Paulista observa-se, sobre uma e outra margem, o gradual estreitamento dos relevos sedimentares, que terminam à margem direita, nas proximidades do Ribeirão do Ale - gre. Concomitantemente, os relevos cristalinos se aproximam do eixo da bacia na direção de Cruzeiro, onde o Paraíba a - bandona a Bacia de Taubaté.

- O terceiro setor, também importante na área es - tudada, se caracteriza pela ocorrência somente de terrenos pré-Cambrianos, formados por rochas predominantemente meta - mórficas muito decompostas. Sob o ponto de vista geomorfolô - gico corresponde a área core do domínio morfoclimático dos morros antigamente florestados do Brasil de sudeste (Foto - 7). Este domínio morfoclimático constitui-se em acidente - tectônico de importância fundamental, a soleira de Cachoei - ra Paulista, com altitudes médias de 650-750 m, separando - as bacias de Taubaté e de Rezende.

GEOLOGIA

1- Considerações Preliminares

De início, o contexto geológico das folhas de Lo - rena e Cruzeiro pode ser subdividido em dois grandes con - juntos: os sedimentos cenozóicos que representam a parte - terminal nordeste da Bacia de Taubaté, e as rochas ígneas e metamórficas pré-Cambrianas que constituem o seu embasa - mento. As rochas sedimentares ocupam toda a parte meridio - nal da folha de Lorena, aparecendo apenas ligeiramente na região oeste da folha de Cruzeiro. As rochas pré-Cambria - nas ocupam o restante da folha de Lorena, e praticamente - toda a de Cruzeiro.

Desta forma, uma secção completa da estrutura em graben do Vale do Paraíba aparece na área cartografada, incluindo os contrafortes da Serra da Mantiqueira, a noroeste, e os da Serra da Bocaina, a sudeste. Além disso, na folha de Cruzeiro pode ser investigada a parte ocidental do acidente tectônico que separa as bacias sedimentares de Taubaté e Rezende, e que tem sido denominada de "soleira de Cachoeira Paulista".

Com relação às rochas sedimentares, não houve maiores problemas para a delimitação da Bacia de Taubaté, e de alguns restos não erodidos de sedimentos sobre a "soleira de Cachoeira Paulista", visto que o controle de campo foi adequado. Com relação às subdivisões internas (sedimentos finos, intermediários e grosseiros) verificou-se a litologia predominante descrita nos afloramentos, que serviu de controle para os contatos traçados no mapa. Controle de campo foi utilizado para delimitar também as áreas maiores dos depósitos de coluvião e talus existentes nos contrafortes da Mantiqueira, com o auxílio de fotointerpretação cuidadosa, e também por fotointerpretação foram delimitados os aluviões e os terraços fluviais recentes do rio Paraíba e de seus afluentes.

As maiores dificuldades apareceram por ocasião do estabelecimento das unidades mapeáveis relativas as rochas pré-Cambrianas, em virtude da heterogeneidade litológica inerente aos complexos ígneos e metamórficos regionais. Variações litológicas existem em qualquer escala, nos afloramentos, nas amostras coletadas no campo e até em lâminas delgadas. Nas folhas de Lorena e de Cruzeiro, unidades litológicas homogêneas, com extensões adequadas para representação na escala 1:50.000 restringiram-se a poucos corpos de quartzitos e ao anfibolito do norte de Piquete. Os maciços graníticos do Mendanha, da Bocaina, do Rio Bravo, de Silveiras, bem como alguns corpos graníticos menores, também apresentaram caracteres petrográficos e fotogeológicos

suficientemente homogêneos, de modo a permitir a sua delimitação relativamente fácil no mapa geológico.

Entretanto, para a delimitação das outras unidades mapeáveis indicadas, e denominadas segundo os tipos litológicos predominantes (quartzo-biotita-xistos, micaxistos feldspáticos, biotita gnaisses, gnaisses porfiroblásticos e migmatitos) tiveram que ser estabelecidos alguns critérios genéricos, com base em informações macroscópicas, microscópicas e evidências fotogeológicas. As litologias principais das cinco unidades acima mencionadas apresentam a mesma mineralogia essencial, característica de ambiente metamórfico de fácies anfibolito: quartzo, biotita, plagioclásio sódico e feldspato potássico (quase sempre microclínio). Outros minerais aparecem subsidiariamente, ou em variedades litológicas associadas, mas de um modo geral as variações verificadas nas mencionadas unidades metamórficas prendem-se a mudanças nas quantidades relativas dos quatro minerais em questão, ou ao aparecimento de texturas e/ou estruturas características.

Foram constatadas mudanças graduais entre algumas das unidades, por variações mineralógicas e/ou texturais progressivas, de modo a dificultar o posicionamento efetivo dos contatos entre elas. Além disso, a intensa atividade tectônica regional produziu enorme quantidade de descontinuidades, de modo a tornar ainda mais complexa a reconstrução do posicionamento relativo das unidades maiores. É por isto que em grande parte, linhas de falhamento principais foram aproveitadas como expressão de contatos no mapa geológico, entre unidades contíguas em virtude da ação tectônica.

Além do critério usual, de identidade mineralógica e textural de seus afloramentos para caracterizar cada uma das unidades escolhidas, em critério adicional foi utilizado no caso particular dos gnaisses porfiroblásticos, que parecem apresentar uma evolução geológica diferente das de-

mais unidades descritas. Em vários afloramentos pertencentes a esta unidade, foram encontradas evidências de tratar-se de material policíclico, que sofreu pelo menos duas fases formadoras de minerais. Tal característica, que não foi encontrada nas rochas xistosas e gnaissicas das outras unidades metamórficas, permitiu a delimitação das áreas de ocorrência dos "gnaisses porfiroblásticos", denominação que em verdade engloba uma variedade muito grande de litologias associadas, as quais serão descritas no capítulo apropriado.

Não há dados geocronológicos disponíveis na região das folhas de Lorena e de Cruzeiro. Segundo Almeida et al (1973), em sua síntese sobre a evolução geológica da margem continental brasileira, a região do Vale do Paraíba está incluída na faixa de dobramentos Ribeira, ativa durante o Ciclo orogênico Brasileiro, no fim do pré-Cambriano e início do Paleozóico. Com efeito, as determinações K-Ar entre 450 e 500 m.a. obtidas por Minioli (1971) no litoral Norte do Estado de São Paulo, atestam o aquecimento regional sofrido durante o Ciclo Brasileiro. Dados radiométricos de valor interpretativo mais elevado são disponíveis para a região da Serra dos Órgãos, no Estado do Rio de Janeiro, que está situada na continuação das estruturas do Vale do Paraíba. Na Serra dos Órgãos, o Ciclo Brasileiro encontra-se presente, sob forma de gnaisses, granitos e migmatitos diversos, reunidos sob a denominação de Formação Serra dos Órgãos. Na mesma região aparecem também as rochas metamórficas claramente policíclicas da Formação Paraíba do Sul. Determinações K-Ar, Rb-Sr e U-Pb (Cordani et al., 1973) demonstraram que a Formação Paraíba do Sul é pelo menos transamazônica (2.000 m.a.), rejuvenescida no Ciclo Brasileiro, e a Formação Serra dos Órgãos foi formada durante este último ciclo (650-450 m.a.).

A nosso ver, é viável a correlação entre os gnaisses porfiroblásticos da região de Lorena e Cruzeiro com as

rochas da Formação Paraíba do Sul, e a correlação das demais unidades metamórficas de pelo menos parte delas, com a Formação Serra dos Órgãos. Além disso, os maciços graníticos existentes nas duas regiões também podem ser plenamente correlacionados. Os presentes autores pensaram inclusive em utilizar, no mapa geológico, denominações estratigráficas formais para as unidades mapeáveis, atribuindo-lhes idades relativas aos Ciclos Transamazônico e Brasília, com base nas correlações possíveis com a região da Serra dos Órgãos. Entretanto, tendo em vista que a continuidade física entre as unidades correlacionáveis está longe de ser demonstrada, e que não existem dados geocronológicos em rochas das folhas de Lorena e Cruzeiro, deu-se preferência a uma denominação das unidades puramente litológica e descritiva, pelo menos por enquanto. Com o mapeamento das áreas contíguas acarretando uma visão global em escala maior, e com a obtenção de dados geocronológicos, deverá ser possível a comprovação (e/ou a modificação) da hipótese de trabalho acima formulada, e o estabelecimento de uma coluna estratigráfica para o conjunto de rochas ígneas e metamórficas da região de Lorena e Cruzeiro.

A seguir, no presente capítulo, serão caracterizadas as unidades geológicas constantes dos mapas, segundo sua idade relativa estimada, em conformidade com o parágrafo anterior.

O quadro 1 representa a opinião dos autores sobre a estratigrafia regional. Neste quadro, além da posição estratigráfica, estão assinalados os principais tipos litológicos e é feito um comentário resumido sobre a evolução geológica de cada uma das unidades.

IDADE GEOLÓGICA ESTIMADA	UNIDADE LITOLÓGICA MAPEADA	VARIÇÕES LITOLÓGICAS OBSERVADAS	COMENTÁRIOS SOBRE A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA INFERIDA
CENOZÓICO	Sedimentos Quaternários	Areias, argilas e cascalho	Depósitos de varzeas, terraços antigos e colúvios
	Sedimentos da Bacia de Taubaté	Arenitos, argilitos e conglomerados	Sedimentação fluvial em bacia de origem tectônica
MESOZÓICO	Diques básicos e alcalinos	Diabásios e lamprófiros	Magmatismo associado a reativação tectônica Mesaleniana
PRE-CAMBRIANO SUPERIOR (650-540 m.a.)	Maciços graníticos: Granito Silveira, Granito Rio Bravo, Granito Mendanha, Granito Bocaina e corpos graníticos menores	Granitos, adamellititos, granodioritos e variedades associadas	Ciclo orogênico Brasileiro. Intrusões associadas à fase sintectônica principal e, em parte, a fases pós-tectônicas subsequentes
PRE-CAMBRIANO SUPERIOR (cerca de 650 m.a.)	Migmatitos	Paleossoma: qualquer das litologias anteriores Neossoma: graníticos	Ciclo orogênico Brasileiro. Unidades correlacionáveis com a Formação Serra dos Órgãos. Os biotitas gnaisses e migmatitos do alto da Serra da Mantiqueira, com estruturas anômalas em relação às direções regionais, podem ser anteriores
	Biotita-gnaisses (setentrionais)	Biotita-xistos, anfíbolitos, quartzitos, rochas cálcio-silicatadas	
	Quartzo-biotita xistos	Quartzitos, anfíbolitos, paragneissos, rochas cálcio silicatadas, xistos magnesianos	
	Biotita-gnaisses (meridionais)	Xistos, quartzitos, anfíbolitos, rochas cálcio-silicatadas, leptinitos, núcleos granulíticos	Ciclo orogênico Brasileiro (?) Estas unidades podem ser tentativamente correlacionadas com a de quartzo-biotita xistos, sem evidências conclusivas.
PRE-CAMBRIANO MÉDIO (cerca de 2000 m.a.)	Gnaisses porfiroblásticos	Biotita-gnaisses, quartzitos, anfíbolitos, rochas cálcio-silicatadas	Podem ser anteriores, pelo menos parcialmente, e/ou incluir núcleos antigos importantes
	Gnaisses porfiroblásticos s.s., kinzigitos, rochas graníticas, anfíbolitos, quartzitos, rochas cálcio-silicatadas, migmatitos nebulíticos e tipos associadas		Ciclo orogênico Transamazônico Unidade correlacionável com a Formação Paraíba do Sul

QUADRO I - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA REGIÃO

2. Rochas Metamórficas do Embasamento

Gnaisses Porfiroblásticos

Toda a porção central da região estudada, correspondendo aproximadamente às cotas regionais mais baixas do Médio Vale do Paraíba, é ocupada por esta unidade, denominada pelo tipo litológico predominante. Constitui o embasamento da Bacia sedimentar de Taubaté, e estende-se para - nordeste, onde constitui a soleira de Cachoeira Paulista - pelo menos entre esta cidade e Queluz.

Inclui variedades litológicas diversas, por vezes intimamente associadas, mas não cartografáveis na escala - do mapa. O conjunto, que pode ser tentativamente correlacionado com a Formação Paraíba do Sul, caracterizada no Estado do Rio de Janeiro, apresenta-se metamorfizado em fácies anfibolito alto, com algumas de suas variedades indicando condições metamórficas próximas da fácies granulito.

Os gnaisses porfiroblásticos (s.s) apresentam apenas contatos tectônicos com as demais unidades metamórficas, não tendo sido possível caracterizar passagens graduais, ou evidências de discordância angular. De qualquer maneira, parece haver uma distinção quanto às condições do metamorfismo dos gnaisses porfiroblásticos em relação às demais unidades, estas formadas em condições menos energéticas de P e T.

A variedade petrográfica dominante na unidade apresenta quartzo, plagioclásio (oligoclásio-andesina), microclínio e biotita como minerais essenciais, aparecendo e eventualmente muscovita, hornblenda ou granada (Tabela 1) . As rochas são maciças, com xistosidade pronunciada, porém sem bandejamento evidente. Apresentam nítida textura porfiroblástica, com cristais de microclínio ou de plagioclásio salientando-se em matriz granoblástica homogênea. -

TABELA 1 - ANÁLISES MODAIS DE GNAISSES PORFIROBLÁSTICOS

MINERAIS	L-216	L-1587	L-781	C-36	C-768	C-1010	C-1012	C-1017	C-1017A	C-1050	C-1107	C-1112	C-994	C-996	C-862	C-1264	C-1569	C-1574	C-1581	C-394	C-351	C-465	C-691
Quartzo	20	25	25	25	33	35	30	45	15	50	20	35	25	25	35	30	30	35	20	70	30	30	30
Plagioclásio	30	40	25	40	35	47	20	15	45	43	25	40	20	25	50	20	30	40	20	15	40	40	40
Microclínio	37	10	35	5	10	-	45	35	10	-	50	10	35	45	-	42	35	20	55	-	20	30	10
Biotita	13	15	10	22	2	5	5	5	25	5	5	15	20	3	15	8	5	5	5	10	10	10	12
Hornblenda	-	10	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Muscovita	p	-	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-	2	-	p	-	-	-	2	-	-	-
Clorita	-	-	-	-	20	-	-	-	-	p	-	-	-	p	-	-	p	-	-	-	-	-	-
Granada	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Apatita	p	p	p	p	p	p	-	p	p	p	-	-	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
Zircão	p	-	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p
Opacos	p	-	p	-	p	-	-	-	-	-	p	-	-	p	-	p	-	-	p	p	-	-	-
Allanita	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	p	p	-	-	-	-	p
Titanita	-	-	p	-	p	-	p	-	-	-	-	p	p	-	p	-	-	p	-	-	-	-	p
Carbonato	p	-	-	-	p	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-
Epidoto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teor de An ^{no} Plagioclásio	30	27	25	30	20	30	25	30	32	25	25	35	23	22	35	22	25	25	25	30	25	22	25

Os porfiroblastos apresentam dimensões entre 2 e 20 mm, ficando normalmente com tamanhos entre 5 e 7 mm. Por vezes aparecem cristais maiores, facóides, alinhados segundo a direção de xistosidade. Certos exemplares exibem evidências de crescimento porfiroblástico em uma segunda fase metamórfica, onde microclínio envolve agregados do mesmo mineral, em grãos previamente quebrados e deslocados. Evidências de abrasão tectônica sobre os porfiroblastos, provocada por esforços deformacionais e movimentos interfoliares, são comuns.

A matriz apresenta diversos graus de granularidade, em função do espaçamento das zonas de movimentação nas rochas. Aqui também aparecem evidências, em muitos casos, de duas gerações de microclínio, a última delas relativas a crescimento intersticial postectônico.

As melhores exposições dos gnaisses porfiroblásticos (s.s.) aparecem na região da cidade de Silveiras (por exemplo ao longo da rodovia para Areias, ou na Serra da Fazenda da Estiva), no canto SW da folha de Cruzeiro, a SE de Cachoeira Paulista (por exemplo na Pedreira da Laje), e na região ao S de Piquete, ao longo da rodovia Piquete-Lorena.

Variedades aqui denominadas genericamente de kinzigitos foram assinaladas em várias áreas, associadas aos gnaisses porfiroblásticos regionais. Os melhores afloramentos ocorrem ao longo do rio Paraíba, entre Lavrinhas e Queluz, nas proximidades da estação Vila Queimada da EFCB. Porém, ocorrências menos notáveis também são encontradas em outras áreas, por exemplo nos vales dos rios Palmital (a SW de Silveiras), Paiol (entre Queluz e Silveiras), e na rodovia entre Piquete e Lorena.

Sua mineralogia essencial é semelhante à dos gnaisses porfiroblásticos, entretanto ortoclásio aparece em lu -

gar de microclínio. Ao mesmo tempo, o teor de anortita do plagioclásio é genericamente maior, e ocorrem também, em certas amostras, algumas associações minerais características, com cordierita, sillimanita, e cianita. Análises modais das rochas kinzigíticas são encontradas na tabela 2.

A textura dos kinzigitos varia entre granoblástica porfiroblástica (sendo de feldspatos ou de granada os porfiroblastos), até blastomilonítica, em rochas altamente deformadas.

As condições de recristalização metamórfica evidenciada pela paragênese destas rochas são elevadas, próximas do fácies granulito, o que pode ser deduzido pela própria presença de minerais índices (cordierita, sillimanita), ou por outros pormenores mineralógicos, tais como:

- ortoclásio micro ou criptopertítico como única fase de feldspato potássico.
- plagioclásio andesina frequentemente antipertítico.
- biotita titanífera vermelha
- ausência de titanita, e sua eventual substituição por rutilo.

Ao longo das zonas de fraturamento principais, os gnaisses porfiroblásticos (s.s)(e/ou os kinzigitos) foram transformados pelos esforços deformacionais em rochas xistosas, miloníticas, tal como ocorre, por exemplo, ao longo do falhamento de Cachoeira Paulista, ou de Queluz. Estas rochas apresentam composição mineralógica semelhante (tabela 2) com aparente aumento de biotita em relação aos tipos normais. É digno de nota o fato observado no afloramento C-609, em que a rocha biotítica xistosa e altamente deformada pelos esforços tectônicos foi afetada pelo crescimento de porfiroblastos centimétricos de microclínio, em con-

TABELA 2 - ANÁLISES MODAIS - ROCHAS ASSOCIADAS AOS GNAISSES PORFIROBLÁSTICOS

MINERAIS	Xistos e gnaisses kinzigíticos										Rochas xistosas, miloníticas					Rochas migmatíticas nebulíticas		
	L-268	C-520	C-521	C-662	C-530	C-562	C-1253	C-1299	L-576A	C-609	C-614	C-615	C-673	C-346	C-476	L-1677	L-1581	
Quartzo	30	32	35	25	35	30	35	40	30	28	30	30	30	25	30	25	45	
Plagioclásio	25	35	32	45	38	35	25	30	40	20	55	40	50	40	30	30	30	
Ortoclásio	35	20	-	20	15	20	-	-	20	-	-	10	-	-	-	-	-	
Microclínio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	10	20	5	5	
Biotita	7	5	23	9	12	10	25	25	7	10	15	20	20	23	20	22	20	
Muscovita	-	5	2	-	p	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Granada	-	p	-	1	p	-	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hornblenda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	8	-	
Cordierita	p	p	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sillimanita	3	3	p	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cianita	-	p	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Clorita	-	-	-	-	-	-	10	5	-	-	-	-	-	-	p	-	-	
Zircão	p	p	p	p	p	p	p	p	p	-	p	p	p	p	p	p	p	
Apatita	-	p	p	p	-	2	-	-	-	2	p	p	p	p	p	p	p	
Opacos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	p	p	p	p	
Rutilo	-	p	-	p	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	
Carbonato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-	
Allanita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	p	p	
Teor de An no Plagioclásio	30	25	25	40	25	27	45	45-70	30	30	30	27	22	38	25	20	20	

dições pós-deformacionais. Tal fato indica que os falhamentos são antigos, e que em época posterior ocorreram condições de temperatura regional suficientemente elevada para permitir a formação de microclínio.

Na região a S de Queluz, entre os grandes falhamentos de Queluz e de Silveiras, aparecem rochas bandadas, com mineralogia semelhante à dos gnaisses kinzigíticos. Apresentam faixas alternadas claras e escuras, lembrando migmatitos, mas mostrando claramente que o conjunto sofreu o mesmo tipo de metamorfismo regional. As faixas claras, isorientadas com as escuras, apresentam certos minerais metamórficos (como granada), que as tornam inconfundíveis com as faixas de neossoma das rochas migmatíticas, que serão descritas adiante. No campo, estas rochas foram denominadas "gnaiesses fitados", para evitar confusão com os migmatitos, que ocorrem por vezes na mesma região.

Outras variedades litológicas também aparecem associadas à unidade de gnaisses porfiroblásticos, porém sem expressão cartográfica, a não ser alguns corpos de quartzito, que puderam ser individualizados na região entre Piquete e Quilombo, na localidade de Pinheiros e pouco a sul de Queluz. Camadas quartzíticas, bem como rochas anfibolíticas e cálcio-silicatadas, constituem intercalações por vezes constituídos de um único afloramento, e serão descritas nos itens referentes às respectivas litologias.

Aparecem ainda, em regiões restritas e/ou afloramentos isolados na área de ocorrência da unidade, rochas gnáissicas e migmatíticas sem textura porfiroblástica. É o caso dos migmatitos de tipo nebulítico que ocorrem na pedreira do DNER, (Fazenda N.S.Carmo) a NW de Lorena (Foto 8 e 9). Tais rochas, aqui consideradas como variações texturais e/ou estruturais dos gnaisses porfiroblásticos normais, assemelham-se aos biotita gnaisses e a certos tipos de migmatitos das demais unidades regionais. No entanto, foram in

cluídos na unidade considerada mais antiga, por estarem intimamente associados às suas rochas, com as quais acredita-se mantenham vínculos genéticos. Por este motivo, as análises modais de duas rochas migmatíticas nebulíticas são incluídas na Tabela 2, juntamente com outras variedades associadas aos gnaisses porfiroblásticos.

Quartzo-biotita xistos

Em toda a parte N da folha de Lorena, e no canto NE da folha de Cruzeiro, aparece uma unidade litológica rica em quartzo, com estruturas planares muito regulares, de direção NE-SW e mergulhos moderados constantes para SE. Sua estrutura ordenada faz com que na topografia apareçam inúmeras cristas alongadas, e perfeitos hogbacks, sustentados pelas intercalações mais quartzíticas. Os melhores afloramentos da unidade aparecem na subida da serra da Mantiqueira, ao longo da rodovia que liga Piquete a Itajubá (Foto 10). Afloramentos excelentes podem ser encontrados também ao longo dos ribeirões que descem a serra, tais como Benfica, da Boa Vista, Passa Quatro, e Embaú-Mirim, na folha de Lorena, e Transval e da Saudade na folha de Cruzeiro (Foto 11).

As rochas apresentam alternâncias de leitos biotíticos com leitos quartzíticos e/ou quartzo-feldspáticos, desde milimétricos até decimétricos. As intercalações de quartzitos puros são frequentes, ocorrendo também zonas onde predominam feldspatos. O caráter metassedimentar da unidade é evidente, correspondendo a estrutura verificada ao acamamento original da sequência sedimentar. Em todos os afloramentos visitados, a xistosidade mostrou-se perfeitamente paralela ao acamamento assim evidenciado.

Mineralogicamente predominam quartzo e biotita, podendo aparecer em quantidades consideráveis plagioclásio, microclínio e muscovita. Hornblenda, granada e clorita também

foram observados esporadicamente, e como acessórios foram registrados zircão, apatita, allanita, titanita e opacos (Tabela 3). A textura da rocha é geralmente fina, com cristais entre 0,3 e 1 mm.

Quartzo e feldspato interrelacionam-se entre si, dando origem a uma textura em mosaico poligonal, de padrão pavimentoso, onde se espalham, isorientadas, as lâminas de mica. Quartzo cristaliza-se límpido e isento de deformações evidentes. Por vezes segrega-se em fitas ou corpos alongados monominerálicos de textura em mosaico. Microclínio, e ocasionalmente plagioclásio (oligoclásio), exibem tendência a formar microporfiroblastos, com dimensões de até 2 mm. Biotita é do tipo pardo escuro (lepidomelana) e muscovita levemente esverdeada (fengítica).

Variedades xistosas, quartzíticas, ou paragneissicas, formam unidades facilmente caracterizáveis, nos afloramentos, mantendo habitualmente contatos graduais entre si, de difícil definição. Outras intercalações também podem aparecer, como por exemplo de anfibolitos, rochas cálcio-silicatadas (Foto 12), xistos magnesianos e talcoxistos, que serão caracterizadas posteriormente. Na escala do mapeamento tudo foi incluído na mesma unidade, denominada segundo o tipo litológico predominante.

Micaxistos feldspáticos

Rochas xistosas, quase sempre altamente decompostas, aparecem na parte meridional da folha de Cruzeiro, em várias faixas alongadas segundo a direção NE-SW, intercaladas com gnaisses biotíticos. Uma delas inicia-se no canto SW da folha de Cruzeiro, e estende-se até o córrego do Cantagalo, logo a sul da estrada entre Cachoeira Paulista e Silveiras. Outra inicia-se no córrego da Boa Vista, e ramifica-se para oeste, atingindo a Fazenda Santa Terezinha, no

TABELA 3 - ANÁLISES MODAIS - XISTOS, BIOTITA GNAISSES

MINERAIS	Quartzo		biotita		Biotita gnaisses seten				Biotita gnaisses meri-				Xisto granatífero		
	xistos				trionais			dionais							
Quartzo	L-1305	59	L-1319	L-1470	L-1780	C-716	C-806	C-812	C-791	C-374	C-1029	C-1441	C-1447	C-1530	L-1402
		42	40		30	31	30	15	25	33	50	30	56	30	55
Plagioclásio	20	-	20		30	42	30	35	25	20	34	18	40	35	-
Microclínio	-	-	29		35	-	20	45	45	40	-	50	-	25	-
Biotita	11	19	11		4	27	17	5	5	7	11	2	2	8	-
Muscovita	10	25	-		1	-	-	-	-	p	4	-	-	-	20
Granada	-	7	-		-	-	-	-	-	p	1	-	2	-	5
Clorita	-	7	-		-	-	-	p	-	-	-	p	-	-	20
Hornblenda	-	-	-		-	-	3	-	-	-	-	-	-	2	-
Zircão	p	p	p		p	p	p	-	p	p	-	p	-	-	-
Apatita	p	p	p		p	p	p	p	p	p	-	p	-	p	p
Opacos	p	p	p		p	-	p	-	p	-	-	-	-	-	p
Allanita	p	-	p		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbonatos	-	-	-		p	p	p	-	-	-	-	-	-	-	-
Titanita	p	-	-		p	-	-	-	-	-	-	p	-	p	-
Epidoto	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-
Teor de An no Plagioclásio	15	-	10-20		15	18	18	27	15	25	35-65	35	30	30	-

lado oriental da folha, e a Fazenda dos Botelhos, pouco a sul da estrada entre Silveiras e Areias. Uma terceira área importante de micaxistos ocorre nas vizinhanças de São Bom Jesus.

Nos afloramentos desta unidade, a característica predominante é a xistosidade marcante, visto que os minerais originais se encontram totalmente alterados em material argiloso, de colorações castanhas e avermelhadas. O aparecimento de pontos milimétricos esbranquiçados de caulim, disseminados mais ou menos regularmente, na grande maioria dos afloramentos, sugere a existência de microporfiroblastos de feldspato, entre os minerais das rochas xistosas. Em alguns dos lugares visitados aparecem também indícios de minerais adicionais formando porfiroblastos, como granadas e anfibólios, que não puderam ser seguramente identificados, devido ao estado de alteração do material.

Os poucos afloramentos que permitiram a obtenção de amostras razoáveis encontram-se na estrada entre Silveiras e Areias, no limite oriental da folha de Cruzeiro. Nestas amostras, que entretanto não permitiram laminação, observou-se quartzo, biotita e muscovita isorientadas, com granulação da ordem de 1 a 2 mm.

Os micaxistos feldspáticos apresentam intercalações de anfibolitos, de rochas cálcio-silicatadas e também de rochas granulíticas, variedades que formam afloramentos isolados, e que serão caracterizadas mais adiante. Apresentam ainda intercalações frequentes de rochas gnaissicas, em geral fitadas, com aspecto migmatítico. São comuns também faixas xistosas intercaladas nos biotita gnaisses que formam a unidade adjacente, descrita a seguir, e com a qual parecem apresentar transição completa.

Os micaxistos feldspáticos não possuem continua-

de física com os quartzo-biotita xistos que ocorrem na parte norte das folhas cartografadas. Por este motivo, e na falta de dados geocronológicos, qualquer correlação que possa ser aventada não passaria de mera especulação. De um modo geral, a mineralogia dos micaxistos feldspáticos parece sugerir condições metamórficas um pouco mais enérgicas daquelas que produziram os quartzo-biotita xistos setentrionais.

Biotita Gnaisses

Foram cartografadas como biotita gnaisses três regiões das folhas de Lorena e Cruzeiro, nas quais tais rochas representam os tipos litológicos predominantes: duas ocorrem na parte setentrional (uma delas no alto da Serra da Mantiqueira, no município de Delfim Moreira, e outra nos contrafortes, entre a Capela do Jacu e Entupido), e a terceira constitui várias faixas, na parte meridional da folha de Cruzeiro, intercaladas com os micaxistos feldspáticos e associadas aos granitos Rio Bravo e Bocaina.

Os gnaisses que ocorrem na parte N da folha de Cruzeiro apresentam mineralogia essencial simples (quartzo, plagioclásio, microclínio e biotita), e texturas variadas, com granulação fina a média (os maiores microporfiroblastos atingem 5 a 6 mm). Aparecem tipos homogêneos e fitados, mas sempre com orientações NE-SW, e mergulhos para SE. Estruturalmente, parecem representar a continuidade oriental dos quartzo-biotita xistos, com os quais apresentam transição. Com efeito, numerosas intercalações destas rochas aparecem nos biotita gnaisses típicos da unidade, do mesmo modo que paragneisses foram notados em associação frequente com os quartzo-biotita xistos.

Ao microscópio, os biotita gnaisses apresentam as mesmas feições mineralógicas e texturais dos quartzo-bioti-

ta xistos. A granulação geral continua fina (cristais entre 0,3 e 1 mm), mas os microporfiroblastos de feldspatos são maiores e mais frequentes. Algumas análises modais destes biotita gnaisses setentrionais aparecem na Tabela 3. Nota-se que a principal diferença entre quartzo-biotita xistos e biotita gnaisses reside na maior quantidade de feldspatos - neste últimos.

Na maioria das lâminas podem ser observadas faixas mais quartzo-feldspáticas, com textura em mosaico, separadas de outras mais enriquecidas em biotita. Em outros casos, os cristais de mica podem encontrar-se dispersos em fundo granular quartzo-feldspático, envolvendo microporfiroblastos. Tal como nos quartzo-biotita xistos, o plagioclásio é do tipo oligoclásio, e a biotita é lepidomelana escura. Para estas rochas só pode ser identificada uma única fase de crescimento metamórfico.

Variedades semelhantes às acima descritas aparecem também na folha de Lorena no alto da Mantiqueira, na Serra do Rosário. Para estas rochas é indicada uma origem similar, embora a sua transição para os quartzo-biotita xistos que ocorrem logo a sul não pudesse ter sido plenamente caracterizada, e sua estrutura geral NW-SE seja anômala.

A principal variação encontrada nos biotita gnaisses da Serra do Rosário, em relação aos da Capela do Jacu, é uma maior riqueza em quartzo. Muitos afloramentos visitados são na verdade de quartzitos feldspáticos, com percentagens de quartzo, estimadas mesmo sem a utilização de microscópio, da ordem de 70%. Esta característica torna ainda mais viável a hipótese de uma origem comum para estes gnaisses e os quartzo-biotita xistos.

Na parte meridional da folha de Cruzeiro foi também cartografada uma região sob a denominação genérica de

-38-

biotita gnaisses. Estes guardam com a unidade de micaxistos feldspáticos a mesma relação de transição completa que os biotita gnaisses setentrionais possuem com respeito aos quartzo-biotita xistos. A Tabela 3 relaciona algumas análises modais dos biotita gnaisses meridionais, e as principais diferenças encontradas em relação aos setentrionais são a menor quantidade de biotita e o tipo de plagioclásio mais cálcico, entre oligoclásio e andesina.

Variações texturais e estruturais também são similares, aparecendo os tipos homogêneos e os tipos fitados, de granulação fina a média. Aparecem com maior frequência, nos gnaisses do sul, tipos leucocráticos que podem ser denominados de leptinitos. É possível que estudos mais pormenorizados possam colocar em evidência os corpos de leptinito, como os do córrego Pedra Grande, ou os que ocorrem a sul de São Bom Jesus, na subida para o alto da Serra da Bocaina.

Quartzitos

Intercalações de quartzitos ocorrem em todas as unidades até aqui descritas, em dimensões variando, desde leitões milimétricos até corpos alongados com largura de várias dezenas de metros.

O corpo quartzítico que possui a maior expressão areolar é o que ocorre logo a sul de Piquete e aparece em vários afloramentos ao longo da rodovia Piquete-Cruzeiro, até a localidade de Quilombo (Fotos 13 e 14). Apresenta direção ENE-WSW, com mergulhos fracos para Sul. Aparentemente encontra-se intercalado a gnaisses porfiroblásticos, e tanto, seus contatos são tectônicos, visto ser o corpo atravessado pelo falhamento do Quilombo. Mineralogicamente é formado por quartzo (mais de 90%) e muscovita, com evidências de intensa deformação.

Outros corpos quartzíticos, com expressão areolar que justificam ser assinalados no mapa geológico, são os que ocorrem na localidade de Pinheiros e a sul de Queluz, intercalados na unidade de gnaisses porfiroblásticos. Merece citação ainda o de Areia Branca, cuja peculiaridade interessante é a de apresentar estrutura nitidamente discordante da orientação regional NE-SW (Foto 15).

Nos quartzo-biotita xistos, e às vezes também associados aos biotita gnaisses setentrionais, aparecem numerosos afloramentos em que quartzo atinge proporções de 60 a 70%, e que poderiam ser denominados de quartzitos. Como as variações mineralógicas são graduais, e a sempre significativa quantidade de mica presente confere às rochas aspectos fortemente xistosos, foi preferido manter a denominação da unidade como "quartzo-biotita xisto", e incluir em tal contexto as variedades mais quartzosas. Quartzitos maciços ocorrem frequentemente, mas sem extensões mapeáveis na escala do mapa.

As áreas de quartzitos assinaladas no extremo SE da folha de Cruzeiro (já no topo da Serra da Bocaina) e no norte da folha de Lorena (Pico dos Marins) não foram visitadas, por impossibilidade de acesso, e foram cartografadas apenas devido aos critérios fotogeológicos de topografia íngreme e ausência de vegetação.

Anfibolitos

Afloramentos de rochas anfibolíticas foram assinalados em toda a região estudada. Em geral trata-se de pequenos corpos, formando intercalações, enclaves, ou núcleos, no interior das unidades regionais. De um modo geral, podem ser considerados metabasitos, isto é antigas rochas básicas metamorfizadas no mínimo em fácies anfibolito.

O único corpo de extensão mapeável é o que aparece no canto NW da folha de Lorena. Trata-se de uma rocha "sui-generis" contendo essencialmente anfibólio e granada em proporções variáveis, associados a quartzo, plagioclásio (labradorita) e acessórios. Uma análise modal desta rocha (L-1433) é encontrada na Tabela 4. É interessante a associação do corpo de anfibolito com os gnaisses e migmatitos que ocorre na região do Alto da Serra da Mantiqueira, que apresentam estrutura geral NW-SE.

Nenhum outro corpo das folhas de Lorena e Cruzeiro é mapeável, na escala de 1:50.000. Entretanto, as intercalações anfibolíticas são numerosas. É interessante ressaltar as diferenças mineralógicas existentes entre os anfibolitos associados aos quartzo-biotita xistos, tipicamente do fácies anfibolito, daqueles associados aos biotita gnaisses porfiroblásticos. Algumas análises modais destes últimos aparecem na Tabela 4 (rochas C-346 e C-887, da região ao sul de Queluz), mostrando certas características de granulitos básicos, como por exemplo o aparecimento de piroxênios. Em tais amostras existem evidências de duas fases metamórficas, como por exemplo as transformações em hornblenda verde a partir de minerais de grau mais alto (piroxênios, hornblenda parda). A grande maioria das rochas anfibolíticas exhibe textura granoblástica, com poucas exceções de rochas nematoblásticas.

Litologias Associadas Não Mapeáveis

Além de anfibolitos, outras variedades litológicas aparecem intercaladas nas unidades mapeáveis maiores (quartzo-biotita xistos, biotita gnaisses, gnaisses porfiroblásticos, micaxistos feldspáticos), ou constituem-se em paleossoma de migmatitos.

TABELA 4 - ANÁLISES MODAIS - ENCLAVES, NÚCLEOS, PALEOSSOMAS DAS ROCHAS REGIONAIS

MINERAIS	Anfibolitos						Rochas cálcio-silicatadas						Granulitos								
	L-1433	L-1386	L-1212	C-346	C-387	C-1232	L-31	L-320	L-1304	C-1606	C-662	C-735	C-416	C-623	C-542	C-714	C-1384	C-1492	C-1349	L-447	C-1203
Quartzo	30	18	-	p	1	52	13	5	15	29	20	45	31	41	18	40	75	35	5	-	-
Plagioclásio	10	42	-	30	38	28	50	50	30	30	45	5	24	29	60	31	20	20	50	-	17
Microclínio	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anfibólios	30	40	95	60	55	20	25	5	15	3	5	5	15	-	-	10	p	-	15	13	48
Diopsídio	-	-	-	-	-	-	10	40	30	31	20	20	4	30	20	12	5	-	-	-	-
Clinopiroxênio	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	20	85	35
Hiperstênio	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
Biotita	-	p	3	5	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granada	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	-	-	2	p	40	-	-	-
Epidoto	-	-	-	-	-	-	1	-	p	2	-	-	15	-	-	1	-	-	-	-	-
Apatita	-	-	-	-	p	p	-	p	p	-	p	p	p	-	p	p	-	-	-	2	p
Zircão	-	-	-	-	p	p	p	-	-	-	p	-	p	-	p	p	-	-	-	-	-
Opacos	p	-	-	p	1	p	-	-	-	-	p	-	p	-	p	1	p	3	-	p	-
Titanita	p	p	-	-	-	p	1	p	p	2	-	p	1	p	2	3	p	-	-	p	-
Allanita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	p	-	-	-	-
Carbonato	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-
Talco	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teor de An no Plagioclásio	55	75	-	37	80	75	92	80	75	40	80	10	40	80	72	75	40-70	75	80	-	80

As mais frequentes são as rochas cálcio-silicatadas, das quais diversos representantes aparecem na Tabela 4, com as respectivas análises modais. Rochas do fácies granulítico também foram assinaladas em alguns locais, e quatro das amostras estudadas foram incluídas na mesma Tabela 4. Da mesma forma, são dignas de registro as ocorrências de dolomito de Embau Mirim, e dos talco xistos e rochas magnesianas de Piquete.

As rochas cálcio-silicatadas, em todas as unidades regionais formam pequenas intercalações (centimétricas a decimétricas), enclaves ou núcleos arredondados (Foto 13). Algumas delas, muito ricas em quartzo, devem ter sido originalmente arenitos calcíferos. A maioria, entretanto, possui mineralogia compatível com uma composição inicial argilosa calcífera (margas e rochas afins).

Todas exibem textura granoblástica fina, afetada em maior ou menor grau por cataclase e milonitização. Bandamento, aqui interpretado como evidência do antigo acamamento, é visível em todas as lâminas estudadas. Os principais minerais (Tabela 4) são quartzo, plagioclásio (com teor de An muito variável), anfibólio (hornblenda ou actinolita), e diopsídio. Uma vez mais, as paragêneses encontradas em tais rochas cálcio-silicatadas, são indicativas do fácies anfibolito.

Algumas pequenas ocorrências de rochas metamórficas com paragênese característica de fácies granulito (piroxênios, granada e plagioclásios cálcicos) foram assinaladas, sem que sua significação tectônica pudesse ter sido claramente estabelecida. Suas análises modais aparecem na Tabela 4. Cabe frisar que em quase todas as amostras estudadas foram notados sinais de transformações mineralógicas retrometamórficas do fácies granulito para o fácies anfibolito.

Xistos magnesianos ocorrem formando uma importan-

te intercalação nos quartzo-biotita xistos, na estrada entre Piquete e Delfim Moreira (amostra L-1386). No local, ao lado de anfibólio xistos e clorita xistos, aparece um corpo lenticular de talco xistos praticamente puros, com es p^{ess}ura de ordem de alguns metros, que constitui ocorrência mineral ainda em exploração.

3. Migmatitos

Sob o nome genérico de migmatitos foram incluídas rochas exibindo claramente duas fases geradoras de minerais, uma mais antiga (paleossoma) e outra mais nova (neossoma), esta última de natureza granítica.

Cabe assinalar que variedades apresentando bandas alternadas claras e escuras foram observadas junto aos biotitas gnaisses e gnaisses porfiroblásticos. Nesta última u nidade, foram descritos como "gnaisse fitados". Tais variedades poderiam ter sido classificadas como rochas migmatíticas, (estromatitos), dependendo dos critérios de classificação adotados. Neste trabalho foram excluídos, tendo em vista a isorientação quase sempre apresentada pelas ban das claras e escuras, denotando terem sido sujeitas ao mesmo ambiente metamórfico.

Desta forma, rochas migmatíticas foram assinaladas apenas em três áreas principais: ao longo do eixo do rio Paraíba, na folha de Cruzeiro, e nos cantos NW e NE da folha de Lorena.

A maior área de ocorrência de rochas migmatíticas é a da folha de Cruzeiro, onde a migmatização afetou os gnaisses porfiroblásticos e suas variedades litológicas as sociadas, que constituem o paleossoma dos migmatitos. Nos muitos e bons afloramentos da região, por exemplo ao longo da Rodovia Pres. Dutra, nas proximidades de Queluz, pode ob

servar-se o processo de migmatização, que começa com pequenos e raros corpos graníticos, em geral de coloração rosada, cortando os gnaisses regionais.

Para delimitar a área dos migmatitos, foram considerados como tais, rochas em cujos afloramentos a quantidade de neossoma róseo atingisse pelo menos 15-20%, em relação ao paleossoma (Foto 16). Por outro lado, foram delimitados também alguns corpos graníticos na região, que correspondem petrograficamente aos neossomas dos migmatitos vizinhos.

Entre os dois extremos, de um lado afloramentos em que ocorrem apenas alguns veios graníticos (neossoma em quantidades de ordem de 15-20%) e do outro, verdadeiros corpos graníticos (100% de material neossomático), muitos tipos intermediários foram assinalados. Em geral, os migmatitos eram do tipo estromatítico, com bandas alternadas de paleossoma e neossoma, estas com larguras centimétricas a decimétricas. Exemplos típicos podem ser vistos em algumas pedreiras da região, nas vizinhanças de Lavrinhas.

Como paleossoma podem ser encontrados gnaisses - porfiroblásticos típicos, ou as litologias associadas como, xistos, gnaisses kinzigíticos, anfibolitos, ou os "гнаisses fitados". Neste último caso, se tais "гнаisses fitados" representarem em verdade antigos migmatitos, com suas faixas claras correspondendo ao neossoma de um processo de migmatização antigo, o fato de serem cortados por um novo neossoma róseo evidencia fenômenos de remigmatização. Alguns afloramentos indicativos de remigmatização ocorrem na própria cidade de Queluz e vizinhanças.

O neossoma dos migmatitos, cujos minerais apresentam-se isentos de orientação pronunciada, é caracterizado pela coloração rósea de seus cristais de feldspato potássico. Na Tabela 5, são encontradas diversas análises modais

TABELA 5 - ANÁLISES MODAIS - NEOSSOMA DE ROCHAS MIGMATÍTICAS E COMPLEXOS GRANÍTICOS

MINERAIS	Neossoma de Migmatitos										Granito Bocaina	Granito Silveiras	Granito Rio Bravo	Granito Mendanha		
	L-1790	C-628	C-639	C-641	C-664	C-683	C-672	C-576	C-358	C-1572	C-1517	C-869	C-933	C-1641	C-1615	L-508
Quartzo	25	20	30	20	20	35	30	30	25	20	40	20	20	35	32	26
Plagioclásio	30	20	35	20	25	30	40	30	40	30	40	45	40	22	25	35
Microclínio	40	50	30	55	35	20	20	35	15	40	15	30	35	40	40	35
Biotita	5	7	4	2	12	10	10	5	20	9	4	5	4	2	3	4
Muscovita	-	-	-	2	-	-	-	p	-	1	1	p	1	1	p	-
Hornblenda	-	2	-	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-
Carbonato	-	1	1	1	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zircão	p	p	p	p	p	p	p	-	p	p	p	p	p	-	p	p
Apatita	p	-	p	p	p	p	p	-	p	p	p	p	-	p	p	p
Opacos	p	p	p	p	p	p	p	-	p	p	-	-	-	-	-	-
Clorita	-	-	-	-	-	-	-	p	-	p	-	p	-	p	p	-
Allanita	-	-	-	-	p	1	p	-	p	-	-	-	-	-	p	-
Titanita	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-
Teor de An no Plagioclásio	17	25	25	25	25	25	22	25	25	10	22	25	23	23	22	25

de neossomas de migmatitos, em que verifica-se a ocorrência dos mesmos minerais essenciais: quartzo, microclínio, plagioclásio (oligoclásio) e biotita. Hornblenda e muscovita foram assinaladas em algumas amostras. A textura é geralmente equigranular milimétrica.

Ao longo dos falhamentos de Queluz e de Cachoeira Paulista, certas rochas migmatíticas apresentam-se deformadas por cataclase e milonitização. Nestes casos, tal como ocorre nos gnaisses porfiroblásticos vizinhos, observa-se - ao microscópio crescimento porfiroblástico de microclínio em matriz blastomilonítica contendo o mesmo mineral de uma geração anterior. Ao mesmo tempo, cristais límpidos de microclínio intersticial, evidenciam estarem associados à geração posterior, dos porfiroblastos.

No canto NE da folha de Lorena, em associação aparente com o maciço granítico do Mendanha, aparecem migmatitos de paleossoma constituído por representantes dos quartzo-biotita xistos, ou dos biotita gnaisses regionais (Foto 17). O neossomá ocorre sob forma de corpos graníticos concordantes, de espessura centimétrica, dando origem a estromatitos. Em alguns locais, migmatitos de estrutura agmatítica ou nebulítica também aparecem. Em outros, são facilmente observáveis estruturas tais como dobras ptigmáticas (Foto 16).

O neossoma destes migmatitos é formado por quartzo, feldspatos e biotita. Plagioclásio (oligoclásio) geralmente aparece em quantidades superiores ao microclínio, e a textura é equigranular milimétrica. O paleossoma, em geral fortemente xistoso e rico em biotita, pode incluir tipos anfibolíticos, ou tipos graníticos escuros, de composição - quartzo-diorítico.

Parece haver evidências suficientes da formação dos migmatitos do canto NE da folha de Lorena às expensas -

dos quartzo-biotita xistos, havendo sugestão de passagem gradual das rochas xistosas para os migmatitos, através do aumento da quantidade de bandas de material granítico(neossoma) de sul para norte, em direção ao Maciço granítico do Mendanha.

Os migmatitos delimitados no canto NW da folha de Lorena parecem ter caráter distinto. De início, sua estrutura com direção NW-SE é anômala, e pode corresponder a um elemento mais antigo, anterior aos quartzo-biotita xistos regionais. Em adição, seu paleossoma é predominantemente anfibolítico, incluindo tipos granatíferos em tudo similares ao corpo já descrito em parágrafos anteriores (Ver análise modal L-1433 na Tabela 4).

A região apresenta-se fortemente alterada, e o neossoma granítico é evidenciado quase sempre por faixas centimétricas paralelas ricas em caolim, sugerindo mais uma vez a ocorrência de estromatitos. Entretanto, não são claras as relações entre estes migmatitos e os quartzo-biotita xistos, bem como os biotita gnaisses adjacentes, parecendo ocorrer nos dois casos, contatos de natureza tectônica.

No mesmo elemento estrutural, com direção anômala NW-SE, ao longo da estrada para São Francisco dos Campos do Jordão, foi observada uma rocha xistosa granatífera que supõe-se pertença ao mesmo ciclo metamórfico que deu origem aos anfibolitos granatíferos e aos próprios migmatitos associados. Sua análise modal, que aparece na Tabela 3 (L-1402), denota a presença de muscovita (sericita) e clorita. Estes minerais apresentam-se em agregados parecendo substituir minerais primários (possivelmente feldspatos), o que pode ter ocorrido durante processos retrometamórficos.

4. Maciços Graníticos Intrusivos

Vários maciços graníticos intrusivos foram assinalados na região estudada. Na folha de Lorena aflora a parte meridional do Granito do Mendanha, que foi denominado a partir do acidente geográfico homônimo. Na folha de Cruzeiro ocorrem as extremidades setentrionais de dois grandes batólitos, o Granito Rio Bravo e o Granito Bocaina, cujos nomes foram derivados de rios que os atravessam. Além disso, vários corpos graníticos menores foram destacados no mapa geológico, associados a migmatitos na porção norte da folha, e constituindo o Granito Silveiras nas proximidades de cidade do mesmo nome. Algumas características geológicas e petrográficas das rochas graníticas mencionadas serão relacionadas a seguir.

Granito Mendanha

Intrusivo nos quartzo-biotita xistos da folha de Lorena foi cartografada a extremidade meridional deste batólito, cujas rochas sustentam alguns dos mais elevados morros da região, inclusive o Pico do Mendanha. Algumas amostras do maciço foram coletadas em seu contato NE, (L-508), nas proximidades do Falhamento do Mendanha, resultando variedades fortemente orientadas, com quartzo alongados e biotita com cristais paralelos imprimindo à rocha uma aparente xistosidade.

A parte interna do maciço granítico não foi amostrada, pela ausência de vias acesso. Entretanto, no colúvio do córrego Brejetuba (folha de Lorena), formado quase exclusivamente por grandes blocos provenientes do Granito Mendanha, as variedades ali existentes puderam ser examinadas. Em geral, apresentaram textura equigranular milimétrica, com feldspato róseo, biotita sem orientação visível, quartzo e plagioclásio. Alguns matacões com variedades porfiróides fo

ram observados, bem como blocos de variedades com textura e quigranular fina, sub-milimétrica.

A única amostra objeto de estudo microscópico (L-508) revelou composição adamellítica (Tabela 5), aparecendo plagioclásio (oligoclásio) e microclínio em quantidades com paráveis.

Granito Rio Bravo

O maciço granítico do Rio Bravo, na parte meridional da folha de Cruzeiro, também sustenta alguns dos maio - res relêvos regionais e estende-se para a folha vizinha de Campos de Cunha. Pelo contexto geológico regional, deve ser intrusivo nos biotita gnaisses e nos micaxistos feldspáti - cos, entretanto os seus contatos observados são de natureza tectônica. Também neste caso o interior do maciço revelou - se inacessível, e as únicas amostras disponíveis provêm do seu contato ocidental, que constitui extensão do Falhamento de Silveiras.

As melhores exposições das rochas graníticas do maciço foram assinaladas nas proximidades da Usina Hidroelê - trica da Bocaina. Duas variedades (C-1641 e C-1615) foram - objeto de estudo microscópico, (Tabela 5), e resultaram de composição granítica, com microclínio em quantidades supe - riores ao plagioclásio (oligoclásio). A textura, original - mente hipidiomórfica granular, encontra-se modificada para granoblástica por recristalização sob esforço. As amostras apresentam-se macroscopicamente fortemente orientadas, devi - do ao tectonismo sofrido. Não foram disponíveis, para este trabalho, exemplares não tectonizados que pudessem ter me - lhor representado as rochas graníticas do maciço.

Granito Bocaina

Na parte SE da folha de Cruzeiro, aparece o canto nordeste do outro batólito presumivelmente muito grande, intrusivo nos biotita gnaisses regionais, que se estende para a folha de Campos de Cunha. Mais uma vez, não foi possível coletar material da parte interna do batólito, que constitui as maiores elevações da região, e as amostras disponíveis para o estudo provêm dos limites norte e noroeste do corpo granítico, sempre das proximidades dos contatos, aqui também de natureza tectônica.

Da Tabela 5 consta a análise modal de uma única a mostra, coletada ao longo do Falhamento de Pedra Grande. Trata-se de uma variedade porfiróide de composição granodiorítica, com textura original hipidiomórfica e granulação entre 1 e 5 mm. Predominam feldspatos de contornos retangulares em fundo de quartzo em padrão pavimentoso. Observam-se efeitos de cisalhamento e microgranulação local. Plagioclásio (oligoclásio) predomina sobre microclínio.

Outras variedades equigranulares do maciço exibem sempre colorações claras, permanecendo a natureza granodiorítica das rochas.

Granito Silveiras

O granito Silveiras aparece formando um maciço alongado na direção NE-SW, logo a NW da cidade de Silveiras, com 5 km de comprimento, e cerca de 1.000 metros de largura. Na prolongação de seu limite SW, ocorre outro corpo menor, mais ou menos equidimensional, com diâmetro de cerca de 1,5 km em tudo semelhante ao corpo principal, e que será analisado conjuntamente.

Vários afloramentos grandes, pertencentes às duas massas graníticas, foram visitados. Os melhores aparecem - logo a norte da rodovia entre Cachoeira Paulista e Silveiras (ribeirão do Paiol) e ao longo do ribeirão do Alegre.

As estruturas das rochas graníticas mostram-se - sempre orientadas segundo as direções regionais NE-SW, ca racterizando intrusões de natureza sintectônica. A granula ção é média (1 a 3 mm), e a coloração geral variando entre tonalidades róseas e cinzentas.

Duas amostras foram estudadas ao microscópio e suas análises modais aparecem na Tabela 5. Também nestas a mostras existem evidências de uma textura original hipidio mórfica granular, modificada para granoblástica por recris talização sob esforços. Os feldspatos são arredondados, e o quartzo é granoblástico e apresenta textura em mosaico. Granada foi assinalada em uma das amostras estudadas.

Corpos Graníticos Menores

Na folha de Cruzeiro, em íntima associação com os migmatitos que ocorrem, ao longo do curso do rio Paraíba, entre Cruzeiro e Queluz, aparecem vários corpos graníticos, dos quais cinco foram considerados de expressão areolar su ficiente para que fossem cartografados. Os dois maiores, - com extensões da ordem de 2 km, aparecem bem no interior - da área mais importante de rochas migmatíticas, nas proximidades de Lavrinhas. Um terceiro corpo, de forma aproxima damente circular, com diâmetro da ordem de 1 km, ocorre ao longo do rio do Entupido, pouco a W de Queluz. Dois outros, de dimensões menores, foram assinalados nas proximidades - da Rodovia Presidente Dutra, alguns quilômetros a Sul de Lavrinhas.

Em todos os casos trata-se de variedades graníti - cas relativamente homogêneas, em parte orientadas segundo a

direção regional NE-SW, de textura equigranular milimétrica. Sua mineralogia é simples, em tudo análoga à do neossoma dos migmatitos regionais, cujas análises modais aparecem na Tabela 5. Quartzo, plagioclásio (oligoclásio) e microclínio constituem os minerais essenciais, ao lado de biotita. As proporções relativas entre estes minerais são variadas, mas em geral microclínio predomina sobre oligoclásio, emprestando às rochas caráter entre granítico e adamellítico.

Os contatos dos corpos assim delineados não são nítidos, visto que eles representam apenas porções mais homogêneas dos migmatitos regionais, em que o paleossoma não aparece, a não ser em enclaves e núcleos menores.

Na opinião dos presentes autores, não cabem dúvidas sobre a origem comum dos pequenos corpos graníticos e o neossoma dos migmatitos aflorantes ao longo do rio Paraíba, durante os processos de granitização sintectônica atribuíveis ao Ciclo Brasileiro.

5- Rochas Igneas Básicas Mesozóicas

Nas duas folhas estudadas aparecem alguns afloramentos de rochas intrusivas básicas, atribuíveis ao magmatismo associado à reativação tectônica Wealdeniana de Almeida (1967).

Em geral trata-se de afloramentos isolados, ou de blocos soltos, não sendo possível identificar as direções estruturais dos corpos intrusivos. Além disso, em algumas das ocorrências as rochas de dique apresentaram-se totalmente decompostas, não sendo possível sequer a identificação petrográfica. Tal é o caso dos pequenos corpos, com menos de 1 m de espessura, encontrados em três cortes da Rodovia Presidente Dutra, entre Cachoeira Paulista e Lavrinhas.

Os corpos que ocorrem no canto NE da folha de Lorena, bem como o que foi assinalado ao longo do rio da Boacaina, pouco a E de São Bom Jesus, correspondem a diabásios de granulação fina a muito fina. Algumas lâminas estudadas ao microscópio revelaram texturas intergranulares ou porfiríticas e mineralogia normal em tais rochas, constituída de plagioclásio (labradorita) e piroxênios (augita e pigeonita). Existem algumas evidências de alteração hidrotermal, mas não de metamorfismo.

Pelo menos uma das rochas estudadas revelou caracter lamprofírico. Trata-se do monchiquito encontrado cortando rochas migmatíticas no vale do córrego Brejetubinha, a norte de Embau-Mirim, na folha de Lorena. Ao microscópio, esta rocha apresenta textura panidiomórfica, sendo composta por minúsculos prismas de titanaugita, ripas de biotita vermelha e octaedros de magnetita desenvolvidos em matriz de calcita e analcita. Os pequenos diques encontrados ao longo da Rodovia Presidente Dutra podem eventualmente representar lamprófiros alterados, bem como a ocorrência assinalada nas proximidades da Capela de Santa Cabeça, na rodovia entre Cachoeira Paulista e Silveiras.

6- Rochas Sedimentares Cenozóicas

As rochas sedimentares cenozóicas ocorrem principalmente na parte sul da folha de Lorena, ocupando uma faixa de aproximadamente 15 km de largura, com direção NE-SW acompanhando grosseiramente o eixo do vale do Paraíba.

Afloramentos mais restritos são encontrados espalhados por toda a área estudada, sobretudo na porção norte das duas folhas, onde aparecem colúvios com importante expressão areolar.

Tais rochas foram subdivididas em dois conjuntos distintos:

- Sedimentos terciários da Bacia de Taubaté
- Sedimentos Quaternários

Sedimentos Terciários da Bacia de Taubaté

Os sedimentos terciários da Bacia de Taubaté ocorrem associados a uma série de colinas dispostas ao longo do vale do rio Paraíba. Esse relevo colinoso com formas amplas, tôpos achatados e encostas suavemente inclinadas, apresenta na área, altitudes que raramente ultrapassam a cota de 650 metros. São caracterizados na área, por uma superposição de termos clásticos de texturas diferentes, variando desde conglomerados até argilitos. Foi observada uma repetição de ciclos sedimentares, onde clásticos mais grosseiros são sucedidos pelos clásticos mais finos. Contudo não existe uma ordem perfeitamente definida e regular na disposição desses termos texturais. Numa sequência cíclica é comum a ausência de um ou mais termos litológicos.

O tamanho e a forma dos corpos que constituem os depósitos são bastante variáveis, predominando, contudo, a forma lenticular, com pequena extensão lateral, embora existam casos que atingem algumas centenas de metros. Essa forma lenticular parece ser mais comum nos corpos de arenito.

A estratificação se faz presente principalmente entre os sedimentos de textura mais fina, siltitos e argilitos, ocorrendo eventualmente nos arenitos. Ao longo de toda a borda foram observados conglomerados imaturos com matriz siltico-argilosa, às vezes espessos (Cruzeiro) e sem estrutura visível (maciços) (Foto 19). Estratificação cruzada ocorre raramente e com dimensões muito reduzidas e as camadas frontais (foreset) parecem ser plano-paralelas.

Outro tipo de estrutura observada, também raramente, foi o conglomerado intraformacional formado por seixos, em sua grande maioria constituídos de pelotas de argila trabalhadas (clay balls).

Os contatos entre os termos litológicos que constituem a sequência vertical são em geral transicionais ou gradacionais e muito raramente abruptos. Tais contatos transicionais são geralmente do tipo misto, onde dois termos litológicos gradam entre si. É o caso, por exemplo, de um arenito que passa a argilito através de um aumento progressivo de argila.

As relações laterais dos diferentes tipos litológicos não puderam ser devidamente avaliadas em função, tanto da forma lenticular dos corpos, como da pequena extensão exposta nos cortes visitados.

Foi observado ainda que a granulometria dos sedimentos varia dos bordos para o centro da bacia. A área próxima ao contato com as rochas do embasamento é caracterizada pela predominância de clásticos grosseiros, em geral conglomerados, tornando-se cada vez mais finos a medida que se caminha para o centro da bacia onde aparecem siltitos e argilitos.

Os sedimentos terciários foram subdivididos na área em 3 litofácies, conforme a proposição de Cordani et al (1974): clásticos grosseiros, clásticos intermediários e clásticos finos.

A delimitação desses litofácies no mapa geológico foi de certo modo bastante difícil, em face das características desses sedimentos, tais como: contatos laterais transicionais, variação granulométrica vertical e pequena extensão superficial dos litofácies grosseiros. Por outro lado

do, não apresentavam feições que permitissem sua diferenciação por fotointerpretação. Contudo, em virtude da grande densidade de observação no campo, foi possível a separação dos sedimentos terciários em áreas de predominância de um ou de outro litofácies.

Os clásticos grosseiros incluem predominantemente conglomerados imaturos de matriz silto-argilosa ou arenosa (Foto 19). Apresentam blocos e seixos, normalmente angulosos, em geral centimétricos, podendo atingir mais raramente, até 50 cm de diâmetro. Sua litologia é variada e constitui-se por quartzitos, xistos, gnaisses e quartzo de veio. As suas características sugerem um soterramento rápido. Os clásticos grosseiros ocupam área reduzida da Bacia e ocorrem ao longo do contato com o embasamento, principalmente daqueles que evidenciam origem tectônica.

Os clásticos intermediários incluem os arenitos de textura variando de média a grosseira e os arenitos conglomeráticos, com grânulos e seixos mais comumente entre 2 e 3 mm (Foto 20). A matriz é em geral silto-argilosa, com cores variegadas. A sua ocorrência também é reduzida, aparecendo em algumas áreas ao longo da borda da Bacia, associados ou não aos clásticos grosseiros.

Os clásticos finos, ocupam a maior parte da área de ocorrência dos sedimentos antigos e são constituídos essencialmente de arenitos muito finos, siltitos e argilitos, com pequenas lentes de arenitos e conglomerados com seixos de 2 a 3 cm de diâmetro (Fotos 21 e 22).

A cor desses sedimentos é em geral variegada, predominando as tonalidades amarelas, arroxeadas e avermelhadas. Em locais onde foi possível observar-se a rocha fresca, a coloração predominante é verde atribuída por Suguio (1969) à presença de argila do tipo montmorilonita (nontro

É notável nos sedimentos conglomeráticos e arenosos a abundância de feldspato entre os constituintes granulares (até 25%). Esse fato foi atribuído a rocha-mãe feldspática (gnaisse) e ao grande desnível que teria existido - entre a fonte fornecedora e a bacia de sedimentação (Suguio, 1969).

O contato dos sedimentos terciários com o pré-Cambriano é em geral discordante, com o sedimento transgredindo sobre o embasamento (Foto 23). Apesar de aparentemente serem normais, esses contatos, em grande parte tem origem tectônica, evidenciado pela ocorrência nas bordas da bacia de clásticos grosseiros e imaturos.

Sedimentos Quaternários

Os sedimentos quaternários incluem os aluviões recentes, os depósitos de terraços do Paraíba, os colúvios e talus e os depósitos neoceno-zoicos. No mapa geológico aparecem apenas os sedimentos aluvionares e os depósitos de colúvio e talus. Os depósitos de terraço, face sua ocorrência restrita na área, foram incluídos entre os sedimentos aluvionares. Os depósitos neoceno-zoicos, apesar da relativa extensão superficial, não foram delimitados no mapa em virtude de sua pequena espessura.

Os sedimentos aluvionares compreendem os materiais arenosos, argilosos e argilo-orgânicos depositados na planície de inundação do rio Paraíba e seus afluentes principais.

Dentro da subdivisão proposta por Verdade et al (1961) para a várzea do Paraíba, a área cartografada está

incluída na região balizada pelas cidades Guaratinguetã e Cruzeiro. Nessa região, os sedimentos aluvionares superficiais apresentam uma textura mais grosseira e aparentemente recobrem um importante nível de material arenoso. Esse nível parece ocorrer em profundidades variáveis entre 1 e 5 m.

Na folha de Lorena a várzea do Paraíba é relativamente larga (cerca de 5 km) atingindo o máximo na altura de Canas, fechando-se nas proximidades da cidade de Cachoeira Paulista.

Na folha de Cruzeiro, a exceção da pequena bacia aluvial onde se localiza a cidade de Cruzeiro, a várzea do Paraíba limita-se a uma estreita faixa próxima a calha do rio.

Alguns tributários do Paraíba na área estudada - formam também planícies aluvionares constituídas normalmente de sedimentos argilosos micáceos ou grosseiros, com predominância dos primeiros. Entretanto, nem todos os sedimentos argilosos apresentam mica que parece restrita aos aluviões situados próximo ao rio Paraíba. Essas várzeas são bastante estreitas e em geral não ultrapassam 50 m de largura.

Entre os afluentes do Paraíba que apresentam várzeas cartografáveis na escala adotada estão o rio Piquete, na folha de Lorena e os rios Bocaina, Itagaçaba, Jacu e o córrego do Jacuzinho, na folha de Cruzeiro.

Os depósitos de terraços ocorrem em níveis denominados baixos terraços (Ab'Saber 1969 e Coltrinari, 1975), localizados entre 3 e 8 m acima da planície de inundação atual do rio Paraíba (Foto 1).

Esses depósitos são constituídos essencialmente

de cascalho miúdo e areia média a grossa. Sua ocorrência na área estudada restringe-se a pequenos remanescentes, na altura das cidades de Lorena e Cachoeira Paulista.

Um outro nível situado a cerca de 12 a 15 m acima da várzea e referido por Ab'Saber (1969) como terraço médio inferior foi constatado durante os trabalhos de campo. Contudo esses níveis, profundamente atingidos pela erosão, não apresentam mais depósitos de cobertura e por essa razão foram cartografados juntamente com os sedimentos terciários.

Os depósitos de colúvio e talus são constituídos - de blocos de rocha com até 3 a 4 m de diâmetro parcialmente imersos em matriz mais fina que varia de argilosa a conglomerática (Fotos 5 e 24). Ocorrem nos flancos dos corpos - mais salientes na topografia e os principais são aqueles localizados junto ao maciço alcalino de Passa Quatro, na folha de Cruzeiro e maciço granítico do Mendanha, nas folhas de Lorena e Cruzeiro.

No colúvio junto ao maciço de Passa Quatro os blocos de rochas alcalinas estão profundamente alteradas, constituindo verdadeiros depósitos de bauxita, alguns já em exploração (Foto 28).

Os depósitos neoceno-zoicos recobrem os sedimentos terciários em quase toda sua extensão. Apresentam normalmente na base uma camada de seixos com espessura variando desde alguns centímetros até cerca de 2 m (Foto 25). Essas cascalheiras acompanham praticamente a topografia atual e são constituídas essencialmente de seixos de quartzo subarredondados, com diâmetros variando entre 2 a 5 cm.

Esses depósitos são caracterizados por um material areno-argiloso, apresentando por vezes, seixos de quartzo - miúdos e esparsos. Mostram-se bastante friáveis, sem estratificação aparente e com coloração bruno avermelhada. A sua

espessura é variável, sendo maior nos tôpos das colinas onde atingem 5 a 6 m, reduzindo-se progressivamente em direção aos flancos onde ficam em torno de 1 a 2 m.

ESTRUTURAS

Um fato marcante e que chama a atenção na simples observação das duas folhas geológicas é a constância das direções no quadrante nordeste (NE) de todos os parâmetros estruturais e geológicos. Desta forma, o alongamento do eixo da Bacia de Taubaté, mais ou menos retilíneo nesta direção, os contatos das unidades pré-Cambrianas, xistosidade, gnaissificação, linhas de cristas, falhamentos principais, etc., seguem predominantemente direções ENE-WSW. Fazem exceção as direções apresentadas pelas rochas aflorantes no extremo NW da folha de Lorena, cuja orientação preferencial é NW-SE.

A orientação das rochas metamórficas é portanto muito regular, quase sempre ENE-WSW. Tratando-se principalmente de rochas mesozonais, seu elemento estrutural mais conspícuo é a xistosidade, aqui caracterizada como sendo "de fluxo", e devida à orientação dos seus minerais plácoides e lineares.

Nos poucos lugares em que o acamamento pode ser inferido, por variações mineralógicas, apresentou completa concordância com a xistosidade. No caso da unidade de quartzo-biotita xistos, o acamamento pode ser facilmente caracterizado pela presença de leitos e/ou camadas quartzosas ou quartzíticas (Foto 10). Nas outras unidades, mais feldspáticas, a ocorrência de bandas alternadas de coloração diferente (devido às proporções existentes de minerais claros e escuros) foi também tomada como evidência de variações na composição inicial do material, e portanto do acamamento original.

Os valores dos ângulos de mergulho dos planos de xistosidade apresentam-se variáveis. Na folha de Lorena, são sempre para S, variando de 10 a 80°. Os mergulhos mais suaves são encontrados no centro da folha, perto do contato com as rochas sedimentares da Bacia de Taubaté, onde os quartzitos aflorantes na estrada Piquete-Lorena e na estrada Piquete-Cruzeiro chegam a exibir valores próximos de 10° (Foto 27). Os mergulhos vão sistematicamente aumentando para o norte, tornando-se fortes (60-80°) no alto da Serra da Mantiqueira.

Na porção norte da folha de Cruzeiro, os mergulhos apresentam valores variados, mas sempre voltados para SE, até o importante Falhamento de Silveiras. Ao sul deste acidente tectônico, grande parte dos planos de xistosidade inverte o mergulho, passando a cair para NW.

A configuração geral das atitudes da xistosidade sugere a existência de um suave sinclínório com eixo orientado ENE-WSW, que passaria ao norte para um anticlinório, da qual somente um flanco estaria representado na área mapeada. A Bacia de Taubaté, geneticamente ligada aos falhamentos modernos, estaria situada no centro desta estrutura maior. Dobramentos do tipo isoclinal explicariam a constância dos mergulhos nos flancos da estrutura, a qual estaria ulteriormente complicada por falhamentos direcionais, ou seja paralelos às direções das unidades.

Na folha de Lorena, em seu extremo NW, as rochas metamórficas apresentam atitudes de xistosidade totalmente discordantes, com padrão regional, com direção NW-SE e mergulhos preferenciais para SW. É possível que neste setor a ação de um tectonismo caracterizado por falhas NW tenha colocado lado a lado unidades litológicas e estruturais diversas. Esta hipótese poderá ser comprovada (ou desmentida) por ocasião do levantamento geológico da folha de Delfim Morei-

ra, onde a unidade com direções estruturais anômalas parece estender-se numa área muito mais importante.

Os lineamentos devidos à tectônica quebrável (falhas, fraturas e diaclases) desenvolveram-se segundo dois sistemas dominantes: um, de longe o mais importante, paralelo as estruturas regionais, com direção geral ENE-WSW e o segundo, quase perpendicular, com direção variando de NNW-SSE a WNW-ESE.

O primeiro é bastante visível nas fotografias aéreas. No campo, várias foram as evidências de que tais lineações correspondiam efetivamente a falhamentos principais, que por vezes atingem extensões superiores a 30 km. Convém mencionar os diversos afloramentos de faixas miloníticas e/ou de brechas tectônicas, em rochas do embasamento, associados a tais lineações. (Sul de Piquete, região entre Lavrinhas e Queluz, região a E de Cachoeira Paulista, E de Silveiras, etc.).

Tais falhamentos principais aparecem em toda a região estudada, concentrando-se entretanto em algumas zonas mais importantes. Para este trabalho, estas foram denominadas de zonas de Falhamentos do Mendanha, do Quilombo, de Cruzeiro, de N.S.da Conceição, de Queluz, de Cachoeira Paulista, de N.S. da Guia, de Silveiras, da Pedra Grande, de Piquete e de São Bom Jesus.

Todos falhamentos acima mencionados apresentam direções gerais NE-SW. Apenas dois dos que apresentam direção NW-SE foram julgados dignos de denominação especial: o de Piquete, na folha de Lorena, e o de São Bom Jesus, na folha de Cruzeiro. Neste sistema não foi constatada a presença de brechas tectônicas associadas.

Evidências adicionais de falhas, que foram assinaladas, incluem muitos planos de falha, com rejeitos variã-

veis, observadas tanto nas rochas do embasamento como nas sedimentares. Tais planos, orientados NE-SW, formam sistemas paralelos, en échelon. Sempre que a observação foi possível, verificou-se serem de caráter normal, sendo o bloco abaixado sistematicamente aquele mais próximo do eixo do vale do Paraíba. A foto 26 mostra um plano de falha sub vertical em rochas migmatíticas ao longo da rodovia - Cruzeiro-Passa Quatro, com dobras de arrasto que indicam o abaixamento do bloco sul, de acordo com o esquema proposto.

Devido à marcante concordância de orientação entre as estruturas das rochas metamórficas (xistosidade, gnaissificação, etc.) e as zonas de falhamentos principais, é muito provável que a origem das regiões de fraqueza seja antiga, e relacionada à própria formação das rochas metamórficas. Devem ser portanto eventos do Ciclo Brasileiro (pré-Cambriano superior e eo-Paleozóico) e ligados a esforços de compressão, produzindo falhamentos de caráter inverso e/ou transcorrentes.

Posteriormente, durante o Mesozóico e Cenozóico, tais falhamentos sofreram os efeitos de reativações tectônicas, durante o episódio da reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira. Apareceram então como falhas normais, e devidas aos esforços de tração reinantes, que produziram o graben do Vale do Paraíba. Existem evidências de que esta reativação, iniciada já no Mesozóico, foi efetiva no Terciário, época em que se depositou a maior parte dos sedimentos da Bacia de Taubaté, e continuou até mesmo durante o Quaternário, tendo afetado as aluviões do rio Paraíba.

O rio Piquete, afluente do Paraíba, e cuja confluência ocorre nas proximidades da soleira de Cachoeira Paulista, apresenta curso meandrante encaixado, com planícies de aluvião muito restritas. Este afluente corre so

bre pelo menos dois blocos do escalonamento, sugerindo que a escavação de seu leito deve-se à superimposição, contemporânea aos últimos movimentos tectônicos, que devem ser portanto muito recentes.

Além disso, adernamentos modernos devem ser os fatores responsáveis pelas mudanças locais dos regimes de drenagem. Por exemplo, o próprio rio Paraíba possui caráter meandrante nos blocos rebaixados (a montante de Cachoeira Paulista, ou na altura de Cruzeiro), e encaixa seu curso quando os adernamentos causam o aparecimento de obstáculos, como na região entre Cachoeira e Cruzeiro. Nesta ocasião, ocorre inclusive um desvio acentuado do curso, que migra em sentido NW de uma para outra zona de falhamentos.

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

A integração dos dados obtidos durante o mapeamento geológico das folhas de Lorena e de Cruzeiro, com as evidências estratigráficas e geocronológicas existentes, permitiu a elaboração do seguinte esquema para a evolução geológica regional, em grande parte já resumida no Quadro 1.

- No pré-Cambriano médio, durante o Ciclo Transamazônico, formaram-se as litologias associadas à unidade de gnaisses porfiroblásticos, as quais, em muitas de suas amostras, exibem caracteres policíclicos (remigmatização, feldspatos de duas gerações, desequilíbrios nas paragêneses minerais, etc.). As associações mineralógicas sugerem para a sua evolução metamórfica primária, condições de fácies anfibolito alto ou até mesmo granulito.

- No pré-Cambriano superior, durante o Ciclo Brasileiro, formaram-se as demais unidades metamórficas, em condições de metamorfismo de fácies anfibolito. Os episódios -

metamórficos foram associados a uma intensa migmatização e a formação de corpos graníticos de natureza sintectônica. Cabe ainda algumas dúvidas quanto à colocação dos micaxistos feldspáticos, de parte dos biotita gnaisses, e de parte das rochas migmatíticas como pertencentes ao Ciclo Brasileiro, havendo ainda a possibilidade de serem anteriores.

- Ainda durante o Ciclo Brasileiro, foram ativos os grandes falhamentos (inversos e/ou transcorrentes), associados ao diastrofismo. Tais falhamentos ocorreram em ambiente de alta temperatura regional, como é demonstrado pela recristalização poscinemática de feldspatos em certas zonas de milonitização.

- Durante o Mesozóico e Terciário, a região foi objeto de reativação tectônica, com a formação do Graben do Paraíba. Nesta ocasião depositaram-se, na área, os sedimentos da Bacia de Taubaté, essencialmente em ambiente de planície de inundação. Os movimentos tectônicos continuaram concomitantemente à sedimentação, como é sugerido pela natureza da Formação São Paulo, depositada em meio de grande viscosidade, onde o aporte de sedimentos era maior do que a capacidade de transporte de drenagem.

- O controle tectônico sobre a drenagem continuou até épocas muito modernas, tendo em vista a migração de meandros somente ao longo de blocos rebaixados, a preservação de manchas de sedimentos em zonas de embasamento, e o escavamento dos próprios aluviões do Quaternário nas regiões dos blocos adernados.

RECURSOS MINERAIS

Na área investigada, as rochas granitóides (granitos, gnaisses porfiroblásticos, biotita gnaisses e migmati

tos) constituem os termos litológicos de maior expressão econômica. É grande o número de pedreiras existentes nas duas folhas cartografadas, e que se acham em funcionamento para a obtenção de brita, visando sua aplicação na construção de rodovias, conservação de estradas de ferro e pavimentação de cidades. Importantes são as várias pedreiras do D.N.E.R. espalhadas por toda a área. As principais ocorrem ao longo das Rodovias Presidente Dutra, estrada Piquete-Itajubá, estrada Silveiras-Areias, e estrada Cruzeiro-Passa Quatro. Outras localizam-se próximas às cidades de Cruzeiro, Lavrinhas, Queluz e Lorena, e outras ainda ao longo da Estrada de Ferro Central do Brasil.

Ainda com respeito a recursos minerais, merecem citações as seguintes ocorrências:

Mármore dolomítico - Esta ocorrência já é conhecida a bastante tempo, merecendo alguns estudos pela boa qualidade do material produzido. Localiza-se na parte norte da folha de Lorena e foi descrita em 1940 por Knecht, em seu inventário sobre os recursos não metálicos do Estado de São Paulo. A jazida está associada a uma lente carbonática que ocorre intercalada nos migmatitos regionais. Nesta ocorrência, calcita, dolomita e anfibólios são os minerais essenciais. Devido sua alta qualidade, grau de cristalização e estrutura, ela tem sido explorada com sucesso como mármore branco, usado na construção civil.

O mármore apresenta em sua composição química um alto teor de MgO , que pode atingir em alguns casos 19%, o que lhe confere quando a recristalização não é a ideal para a utilização como mármore, um alto valor econômico para aproveitamento como corretivo de solos. É o que acontece em parte nesta jazida.

Quartzitos - Duas pedreiras exploram quartzitos -

para a indústria do vidro. Uma está localizada na folha de Cruzeiro, próxima a Queluz e a outra, mais importante, si tua-se ao norte da cidade de Piquete, no município de Delfim Moreira.

Esta última está sendo explorada pela Mineração Areia Branca, que utiliza o quartzito alterado e friável na obtenção de uma areia de extrema pureza, constituída quase que exclusivamente por quartzo. Esta constituição lhe confere qualidades excepcionais para a indústria de cristais e vidros finos. Geologicamente, a ocorrência consiste de uma pequena lente de quartzito, orientada NW-SE e encaixada nos quartzito-biotita xistos que afloram no canto noroeste da folha de Lorena.

Talco - No município de Piquete, na margem da estrada Piquete-Itajubá, uma lente de xistos magnesianos, in tercalada nos quartzito-biotita xistos regionais, dá origem por alteração da tremolita a um depósito de talco, de boa qualidade, mas de dimensões reduzidas. A mineração Joema ex plorou esta ocorrência durante muitos anos, entretanto atualmente a jazida encontra-se abandonada.

Bauxita - A única referência a minerais metálicos refere-se à ocorrência de bauxita associada aos depósitos de talus e colúvio do maciço de Passa Quatro. Estes depósitos, em extração nas Fazendas Palmeiras e Bela Vista, se caracterizam pela existência de enormes blocos de rochas sieníticas, os quais submetidos a ação do intemperismo químico se hidrolizam intensamente e dão origem a crostas de alteração, constituídas por hidróxidos de alumínio (bauxitas). Estas crostas, único material explorável, apresentam espessura variável, raramente ultrapassando a 20 cm (Foto 28).

Materiais de construção - Areias aluvionares, utilizadas na construção civil, e argilas para fabricação de tijolos, telhas e demais peças cerâmicas ocorrem abundantemente na área estudada, sendo extraídos dos vales e das várzeas de alguns dos principais rios da região. Ao longo do Paraíba são comuns as indústrias cerâmicas, que se dedicam à fabricação de telhas e tijolos.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. (1957a) - Conhecimentos sobre as flutuações climáticas do Quaternário no Brasil. Bol. Soc.Bras.Geol, São Paulo, 6: 41-48.
- _____ (1957b) - Os problemas das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tiête. Bol. Paul.Geografia, São Paulo, (26): 38-49.
- _____ (1966) - O domínio dos mares de morros no Brasil. Geomorfologia, IGEOG/USP, (2). São Paulo.
- _____ (1969) - O Quaternário na Bacia de Taubaté: estado atual dos conhecimentos. Geomorfologia, IGEOG / USP, (7). São Paulo.
- _____ (1969) - Ritmo da epirogênese pós-cretácica e setores das superfícies neogênicas em São Paulo. Geomorfologia, IGEOG/USP, (13). São Paulo.
- AB'SABER, A.N. e BERNARDES, N. (1958) - Vale do Paraíba , Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo. XVIII Congr. Intern.Geografia, C.N.G., Guia de Excursão, (4), Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M.de. (1946) - Ocorrências de camadas supostas pliocênicas no rio Paraíba, Estado de São Paulo. - Geol. Metalurgia, São Paulo (2): 71-74.
- _____ (1955) - As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. Bol. Soc.Bras.Geol. , São Paulo, 4 (2): 23-40.
- _____ (1958) - Vale do Paraíba. In: Relat. Anual do Dir. DGM-DNPM, Rio de Janeiro, 90-91.

ALMEIDA, F.F.M.de (1964) - Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: A geologia do Estado de São Paulo, Bol. Inst.Geog.Geol., (41): 167-262. São Paulo.

(1967) - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. DGM-DNPM, Bol. 241, 36p. Rio de Janeiro.

(1971) - Geochronological Division of the Precambrian of South America. Rev.Bras.Geoc. 1 (1): 13 - 21. São Paulo.

ALMEIDA, F.F.M.de; AMARAL, G.; CORDANI, U.G. e KAWASHITA, K. (1973) - The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of the Amazon River. In: The ocean basin and margin. Ed. A.E.M., 1: 411-446.

BIGARELLA, J.J. e MOUSINHO, M.R. (1965) - Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. Bol. Paran. Geografia, Curitiba, (16-17): 153-198. Paraná.

CAILLEUX, A. et TRICART, J. (1957) - Zones phytogéographiques et morphoclimatiques du Quaternaire au Brésil. C.R. Soc. Biogéographie (93): 7-13. Paris.

COLTRINARI, L. (1970) - Traços geomorfológicos do sítio de Guaratinguetã e seus arredores. Geomorfologia, IGEOG/USP (21): 14-16. São Paulo.

(1975) - Contribuição à geomorfologia da região de Guaratinguetã-Aparecida. Série teses e monografias, IGEOG/USP, (17). São Paulo.

CORDANI, U.G.; MELCHER, G.C. e ALMEIDA, F.F.M.de (1968) - Outline of the Precambrian geochronology of South America. Con. Jour. Earth Sci., 5 (3): 629-632.

- CORDANI, U.G.; DELHAL, J.; et LEDENT, D. (1973) - Orogênes superposées daus le Prê Cambrien du Brêsil Sud-oriental (êtats de Rio de Janeiro et de Minas Gerais. Rev. - Bras.Geoc. 3 (1): 1-23.
- CORDANI, U.G.; COIMBRA, A.M.; BOTTURA, J.A. e RODRIGUES, E. L.M. (1974) - Geologia da região de Cruzeiro e Cachoeira Paulista, e sua importância na interpretação da evolução tectônica do Vale do Paraíba. Geologia-Ciência-Técnica, - (6): 9-30. São Paulo.
- DEFFONTAINES, P. (1939) - Geografia humana no Brasil. Rev. Bras. Geografia, 1 (1): 19-67. Rio de Janeiro.
- DELHAL, J.; LEDENT, D. e CORDANI, U.G. (1969) - Ages Pb/U , Sr/Rb et Ar/K de formations métamorphiques et granitiques du Sudest du Brêsil (Êtats de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). Ann. Soc. Geol., Belgique (92): 271-283.
- DERBY, D. (1895) - A denominação Serra da Mantiqueira. Rev. do Inst.Hist. e Geogr., (1): 15p. São Paulo.
- DUSEN, P. (1905) - Sur la flore de la Serra de Itatiaya.Arq. Mus.Nac., 13: 5-6. Rio de Janeiro.
- EBERT, H. (1967) - A estrutura prê-Cambriana do Sudeste de Minas Gerais e áreas adjacentes. Bol.Paran.Geoc. (26): - 42-45. Curitiba.
- FLORENCE, G. e PACHECO, J. (1929) - Carta Geológica do Estado de São Paulo. Com. Geogr. e Geol. 1:2.000.000. São Paulo.
- FRANGIPANI, R. e PANNUTI, E. (1965) - Estudos hidrogeológicos na Bacia de Taubaté entre Jacareí e Quiririm. Bol. - Inst.Geogr.Geol., (42). São Paulo

FREITAS, R.O. de (1951) - Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil. Bol. Fac.Fil.Cienc.Let.Univ.S.Paulo, Geologia 6, (130). São Paulo.

_____ (1956) - Considerações sobre a tectônica e a geologia do Vale do Paraíba. Eng.Miner. e Metalurgia , 24 (143): 276-283. Rio de Janeiro.

_____ (1957) - Tectônica e geologia do Vale do Paraíba. Publ. (11), Geologia 4, Escola de Engenharia - São Carlos.

LAMEGO, A. R. (1936) - O maciço de Itatiaia e regiões circundantes. Bol. Dep. Nac. Prod. Min., DGM., 88, 93p. Rio de Janeiro.

_____ (1949) - Analise tectônica e morfológica do Sistema da Mantiqueira. Anais do II Congr.Pan-Americano Miner.Geol., 3.

MAACK, R. (1947) - Breves notícias sobre a geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Arq. Biol.Tecnologia , (2): 99-200. Paraná.

MARTONNE, E. de (1943-4) - Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. Rev.Bras.Geografia, 5 (4): 532-550 e 6 (2): 155-178. Rio de Janeiro.

MAULL, O. (1930) - Von Itatiaya zum Paraguay. Ergebnisse einer forschungsreise durch Mittel Brasilien. Berlin.

MEDEIROS, A.M. e AB'SABER, A.N. (1969) - Introdução à geomorfologia da área de São José dos Campos, SP. Geomorfologia, IGEOG/USP, (12): 2-5. São Paulo.

MINIOLI, B. (1971) - Determinações Potássio-Argônio em Rochas Localizadas no Litoral Norte do Estado de São Paulo Ann. Acad. Brasil.Ciê., 43 (2): 443-448.

MORAES REGO, L.F. (1941) - A geologia do Estado de São Paulo. Separata do Bol. D.E.R. São Paulo.

OLIVEIRA, A.I. e LEONARDOS, O.H. (1943) - A geologia do Brasil. Serv. Inf. Agric. Série Didática, 2a.ed. Rio de Janeiro.

PENALVA, F. (1967) - Geologia e Tectônica da região do Itatiaia. Bol. 302, Fac.Fil.Ci.Let. Univ. S.Paulo, Geologia (22): 95-195. São Paulo.

PISSIS, A. (1842) - Considerations générales sur les terrains du Brésil: Soc.Geol.Franc.Bull. 1^{er}.t. XIII. 282-290. Paris.

RIBEIRO FILHO, E. (1967) - Geologia e Petrologia dos maciços alcalinos do Itatiaia e Passa Quatro. Bol. 302, Fac. Fil.Ci.Letras-Univ.S.Paulo, Geologia (22) São Paulo.

RIBEIRO FILHO, R.F. (1948) - Caracteres físicos e geológicos da Bacia do Paraíba. Bol. Dep.Nac.Prod.Min. Rio de Janeiro.

RICH, J.L. (1953) - Problemas na geomorfologia brasileira - suscitados por pesquisas efetuadas no verão de 1951. Bol. Geográfico, 22 (177): 665-710. Rio de Janeiro.

RUELLAN, F. (1947) - Problemas do relevo e da estrutura do Brasil. Bol. Geográfico, 9 (102): 620-624. Rio de Janeiro.

SUGUIO, K. (1969) - Contribuição à geologia da Bacia de Taubaté, Vale do Paraíba. Bol. Especial, EDUSP. São Paulo.

TRICART, J. (1958) - Division morphoclimatique du Brésil - Atlantique Central. Rev. Géom. Dynamique, 9 (1): 1-22. Paris.

- TRICART, J. e SILVA, T.C. (1958) - Aspectos gerais da sedimentação na Bacia de Taubaté. Not. Geomorfológica, Campinas, 1 (1): 6-13. São Paulo.
- TRICART, J.; RAUNAL, R. e BESANÇON, J. (1972) - Cônes rocheux, pédiments glacis. Ann. Géographic, 80 (443): 1-23, Paris.
- VERDADE, F.C. e OUTROS (1961) - Solos da Bacia de Taubaté - (Vale do Paraíba). Levantamento de reconhecimento. Séries monotípicas, suas propriedades genético-morfológicas, físicas e químicas. Bragantia, 20 (4): 43-322. São Paulo.
- WASHBURNFE, C.W. (1930) - Petroleum Geology of the State of São Paulo. Bol. Com. Geographica e Geológica do Estado - de São Paulo, (22). São Paulo.



Foto 1 - Planície de inundação e baixos terraços do rio Paraíba na região de Lorena.

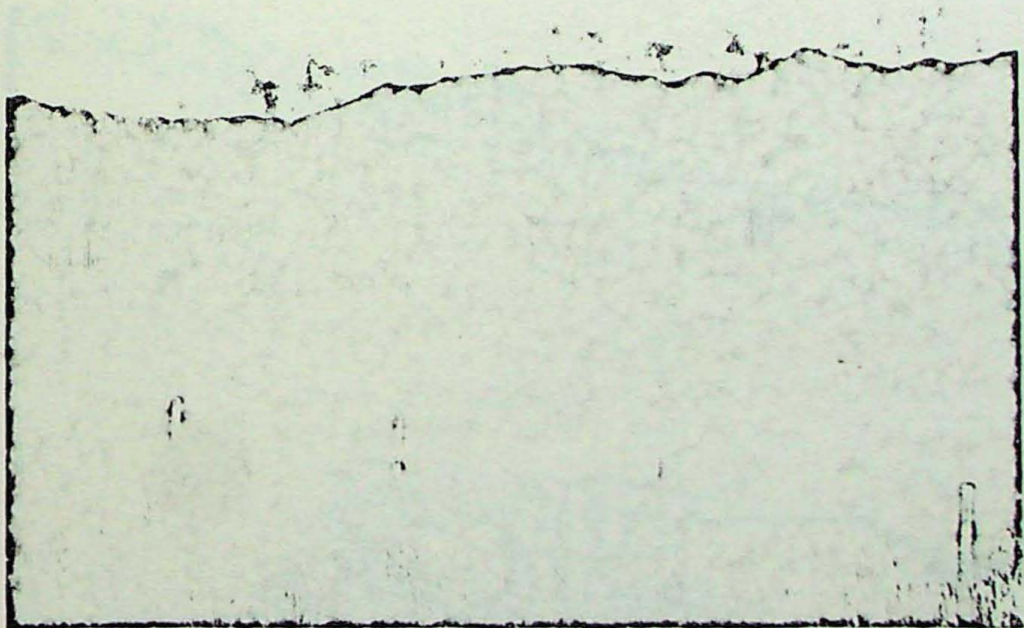


Foto 2 - Vista geral do relevo a NW de Piquete caracterizado pela existência de rochas mais resistentes. Em 1º plano, relevo típico das rochas gnaissicas e xistosas "morros cristalinos" - Folha de Lorena.



Foto 3 - Serra da Mantiqueira ao fundo. Notar a existência de grandes desníveis entre estes dois compartimentos do relevo Paulista - Serra da Mantiqueira e Médio Vale do Paraíba.



Foto 4 - Ao fundo Maciço Alcalino de Passa Quatro. No 1º plano vemos o intenso coluvionamento do rio do Jacu - Folha de Cruzeiro.

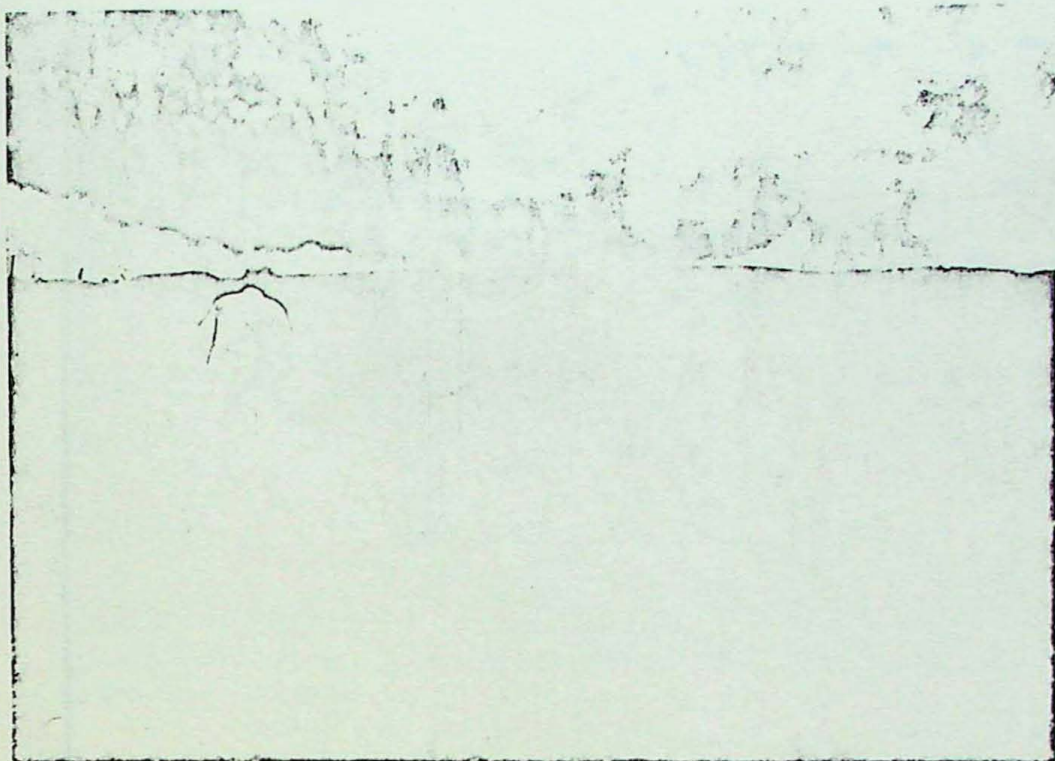


Foto 5 - Colúvios provenientes do maciço alcalino de Passa Quatro. Na foto vemos área de exploração de bauxita associada a esta formação quaternária.

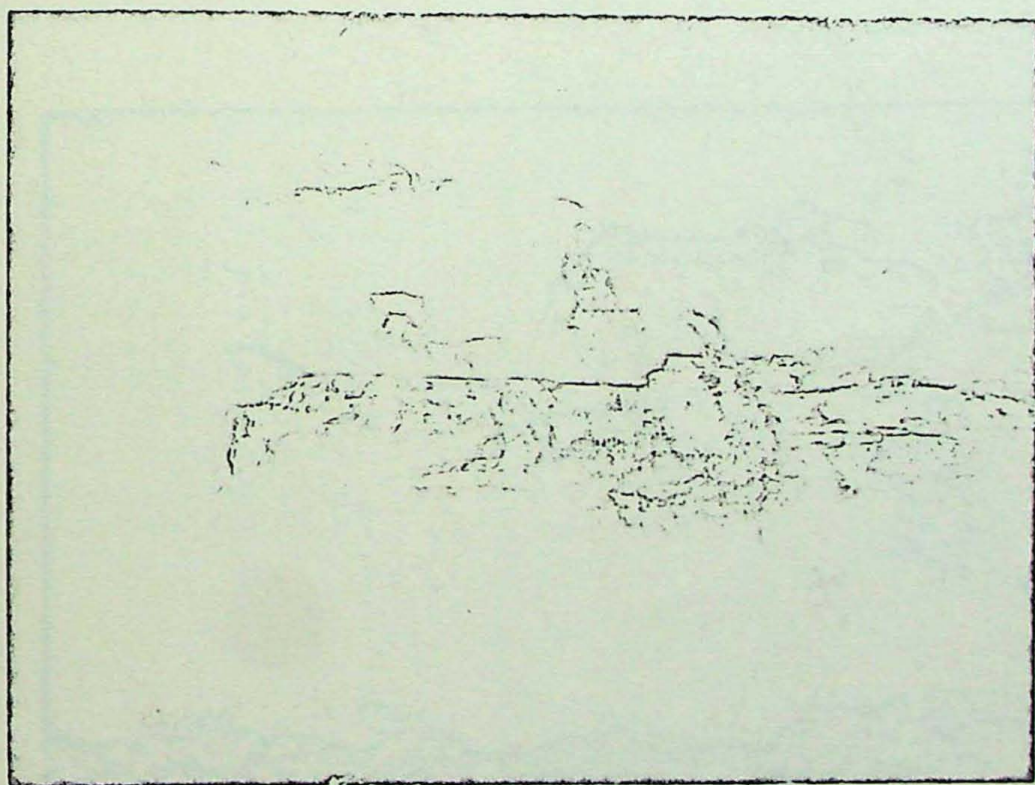


Foto 6 - Feição principal dos rios que descem as escarpas da Serra da Mantiqueira - Folha de Cruzeiro.

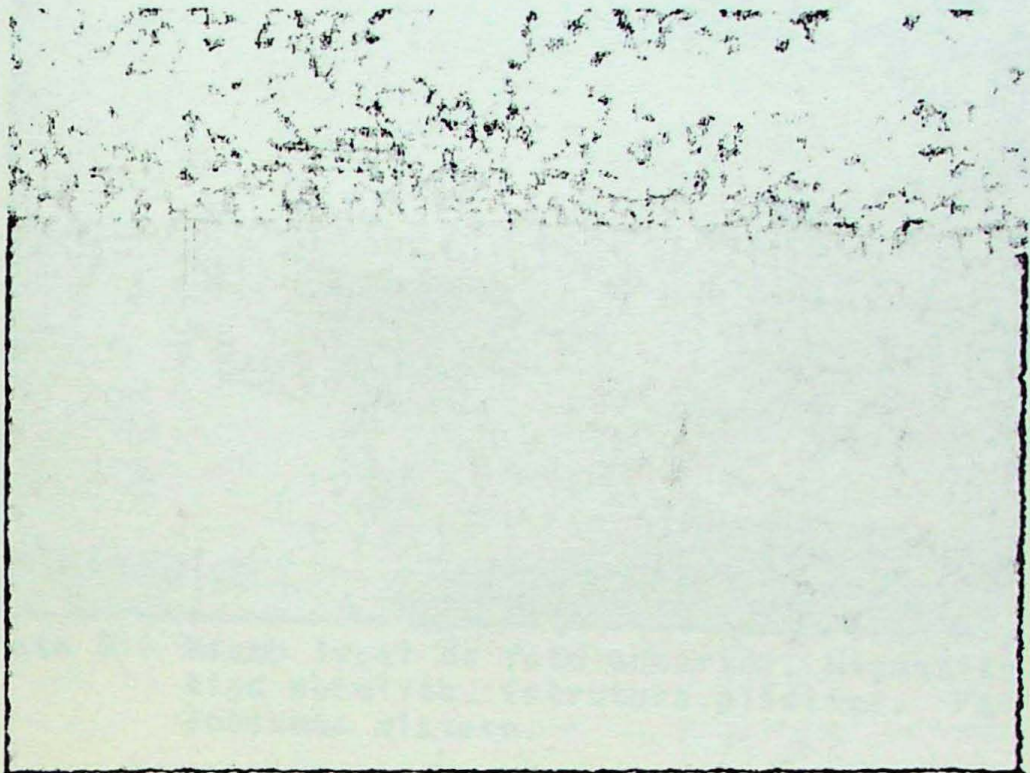


Foto 7 - Domínio morfoclimático dos morros cristalinos "Mar de morros". Vista do Planalto da Bocaina, vendo-se ao fundo o alinhamento da Serra da Mantiqueira.

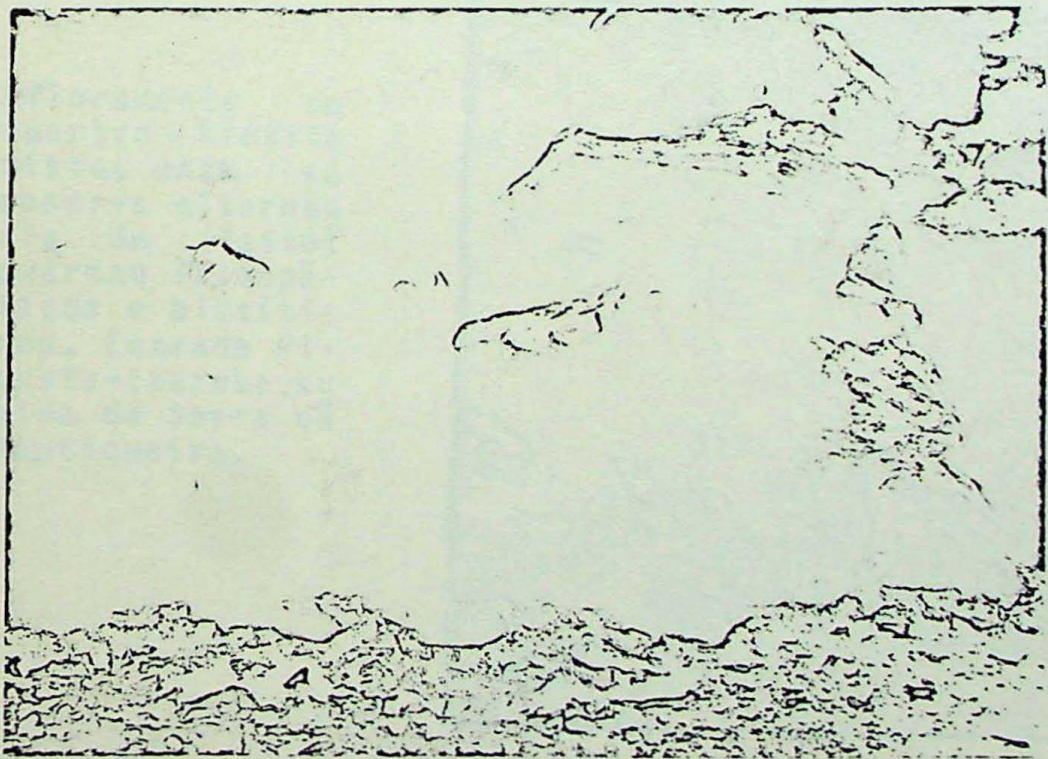


Foto 8 - Migmatito do tipo nebulítico, associado aos gnaisses porfiroblásticos, Pedreira do DNER. Fazenda N.S.do Carmo. Folha de Lorena.

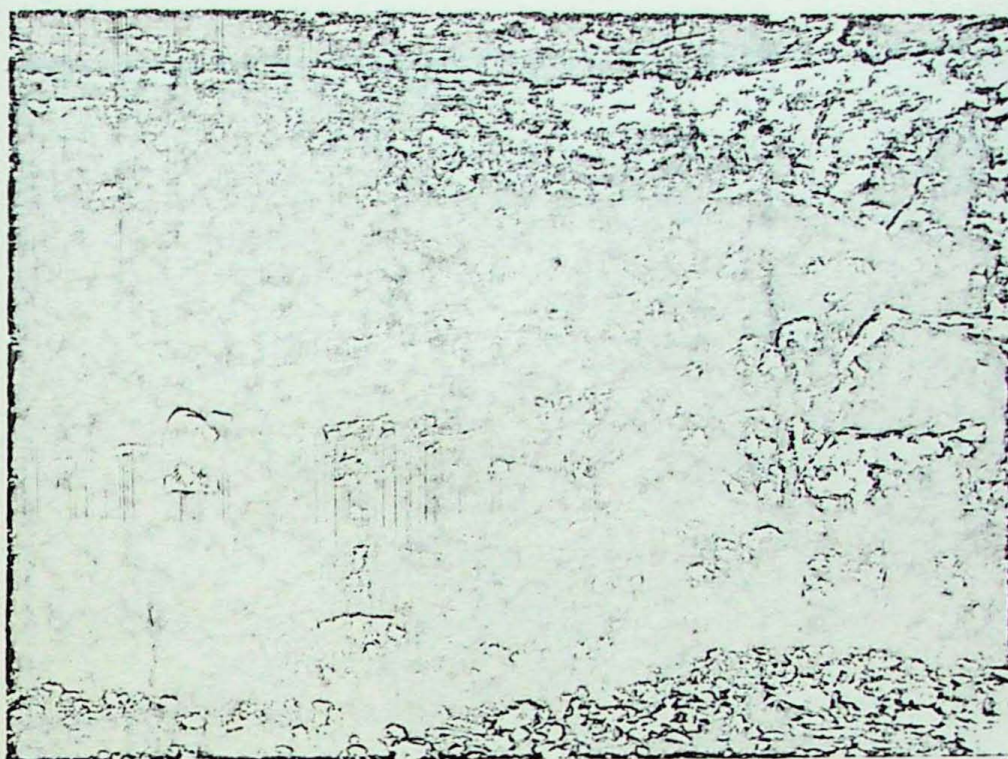


Foto 9 - Mesmo local da foto anterior. Migmatito tipo nebulito. Estrutura plástica. Paleossoma xistoso.

Foto 10 - Afloramento de quartzo-biotita xisto, onde se observa alternância de leitos quartzo feldspáticos e biotíticos, Estrada Piquete-Itajuba, subida da Serra da Mantiqueira.

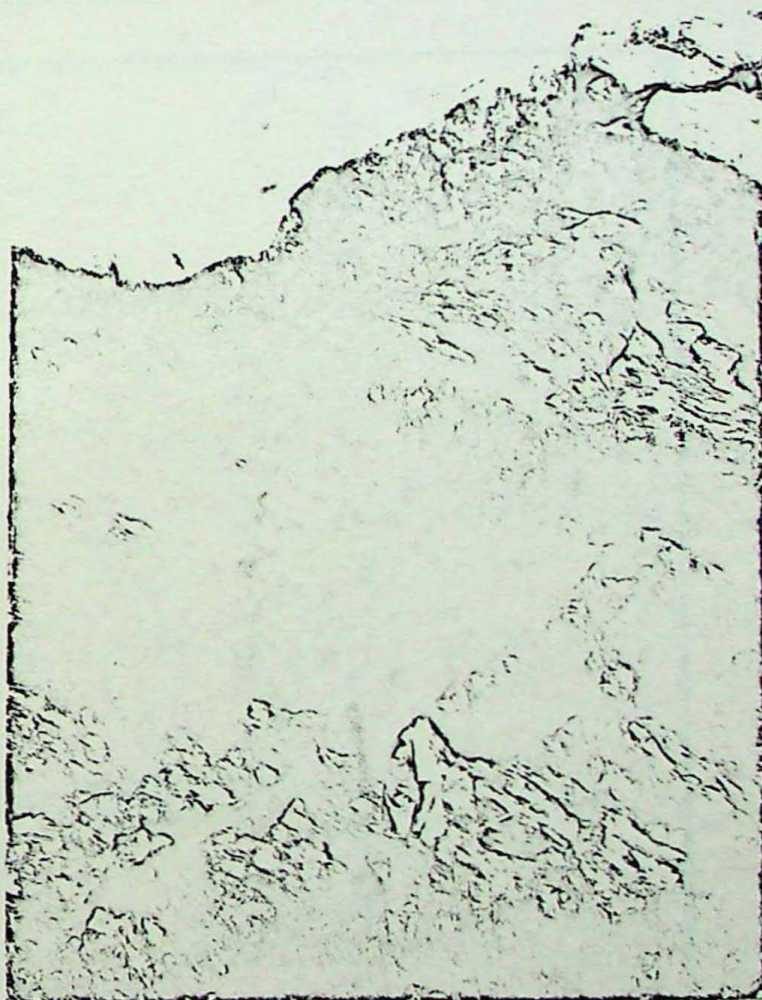




Foto 11 - Lages de quartzo-biotita xisto subhorizontal, no vale do ribeirão Transval, Folha de Cruzeiro.



Foto 12 - Importante intercalação de rocha cálcio-silicatada nos quartzo-biotita xistos regionais. Folha de Cruzeiro, estrada que liga Cruzeiro a Passa Quatro.



Foto 13 - Quartzitos associados à unidade de gnaisses porfiroblásticos. Rodovia Piquete-Cruzeiro próximo a localidade de Quilombo. Folha de Lorena.



Foto 14 - Quartzitos micáceos associados aos gnaisses porfiroblásticos regionais. Observa-se o fraco mergulho para SE. Afloramento na estrada Piquete-Lorena, no entroncamento para Cruzeiro.

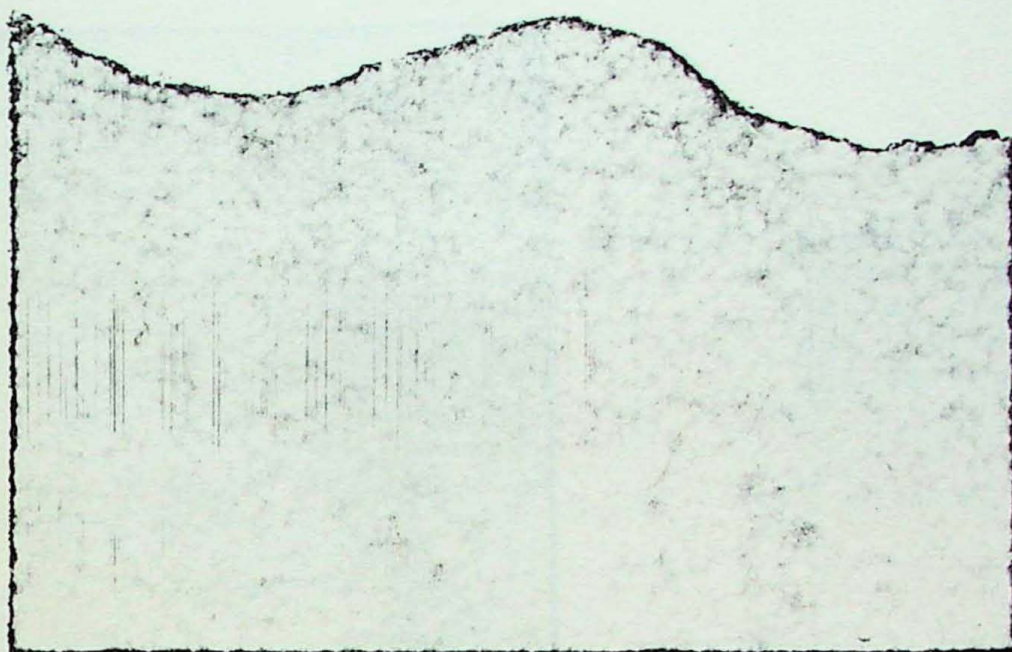


Foto 15 - Corpo quartzítico da Areia Branca. Notável exposição na estrada para São Francisco dos Campos do Jordão.

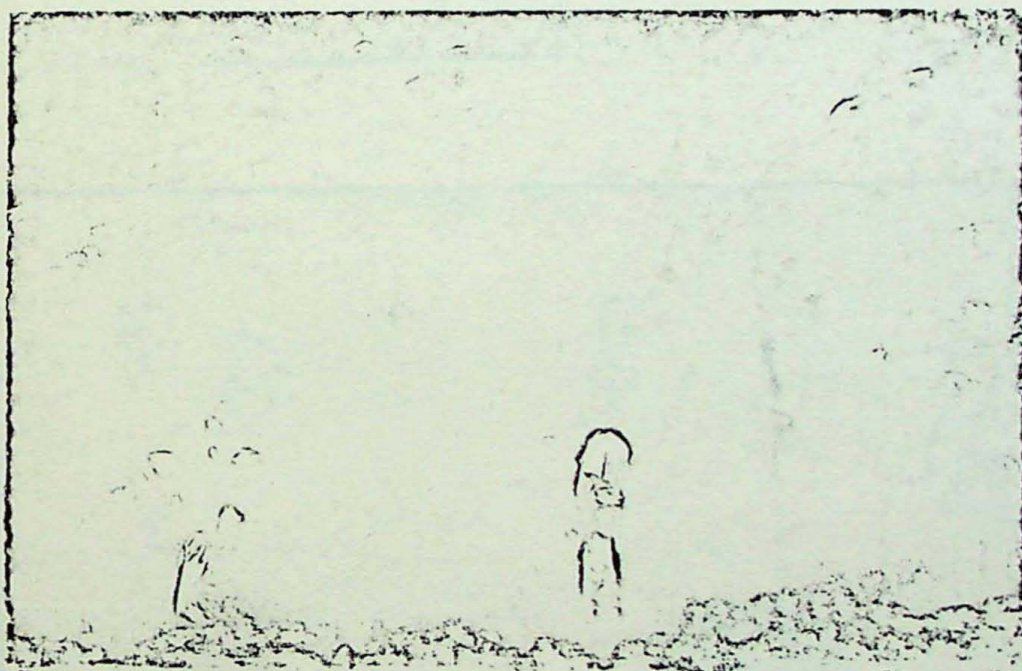


Foto 16 - Afloramento de migmatito, recortado por veios graníticos. Estrada Cruzeiro-Passa Quatro. Folha de Cruzeiro.

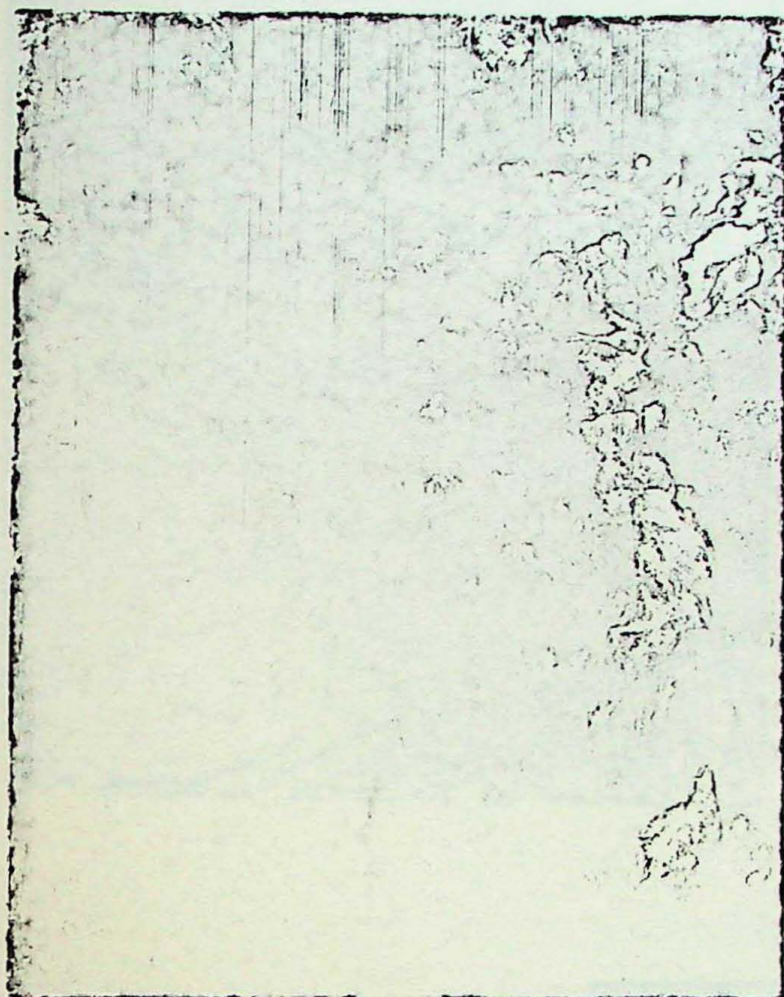


Foto 17 - Migmatito fitado
intercalado com
faixas granitiza-
das. Norte da Fo-
lha de Cruzeiro.

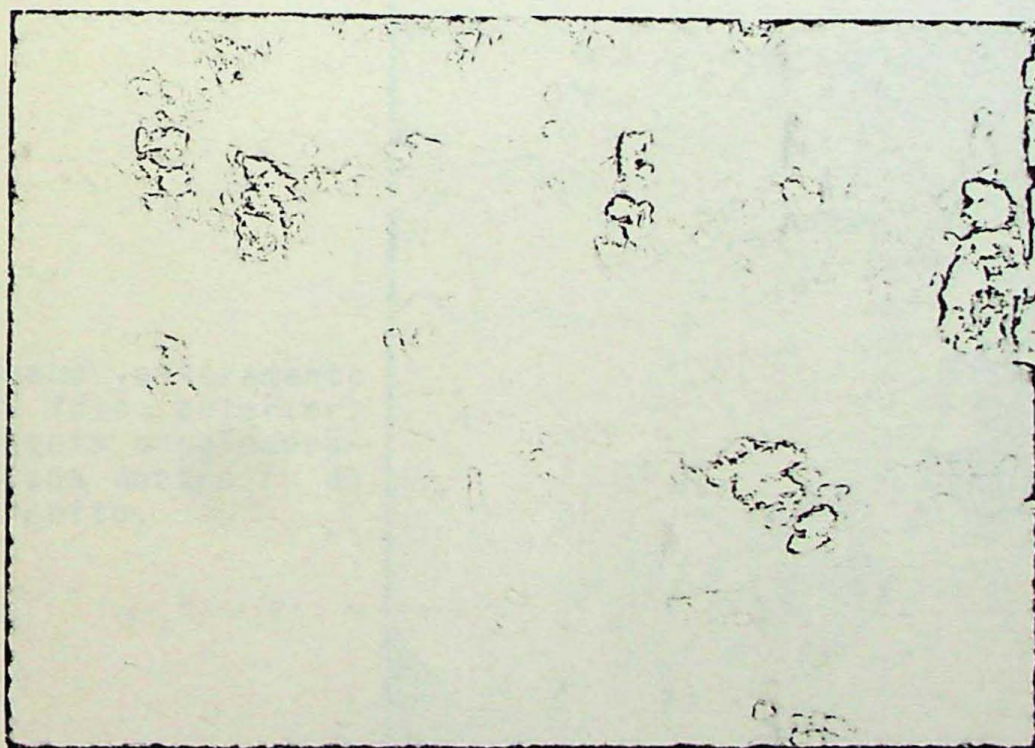


Foto 18 - Dobras ptigmáticas no migmatito afloran-
te no norte da folha de Cruzeiro. Estrã-
da Cruzeiro-Passa Quatro.



Foto 19 - Sedimentos terciários da Bacia de Taubaté. Na base arenitos estratificados e no topo conglomerados sem estrutura com matriz silto-argilosa. Estrada Cachoeira Paulista-Piquete-Vila Embaú.

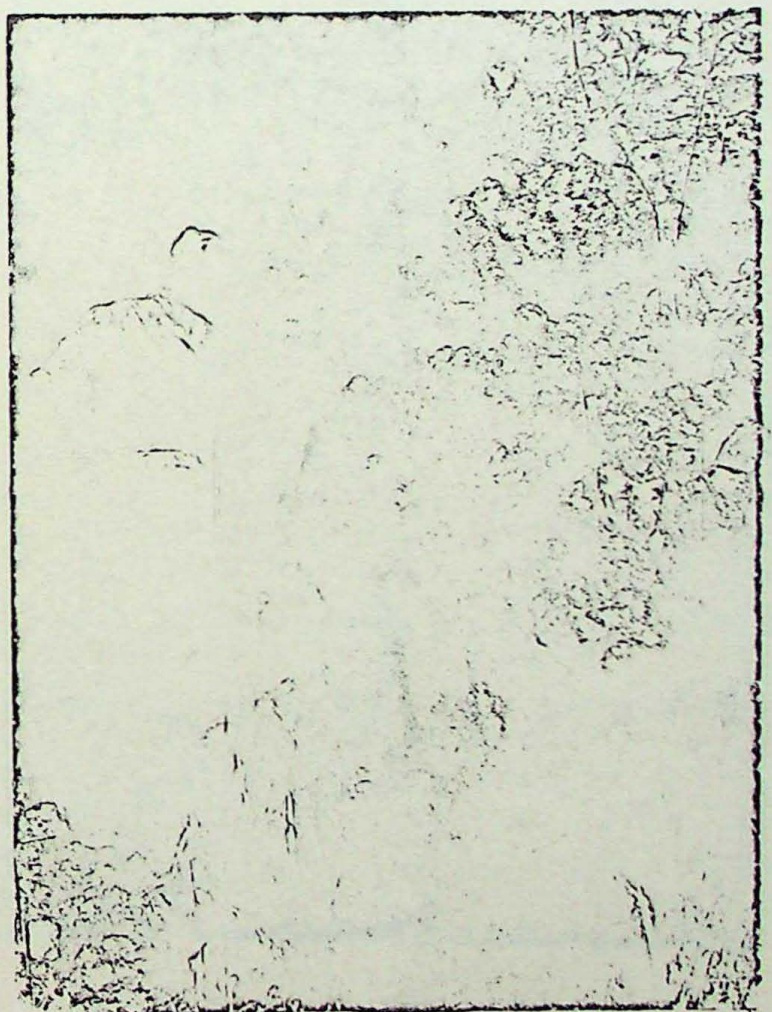


Foto 20 - Mesmo afloramento da foto anterior. Níveis conglomeráticos dentro do arenito.

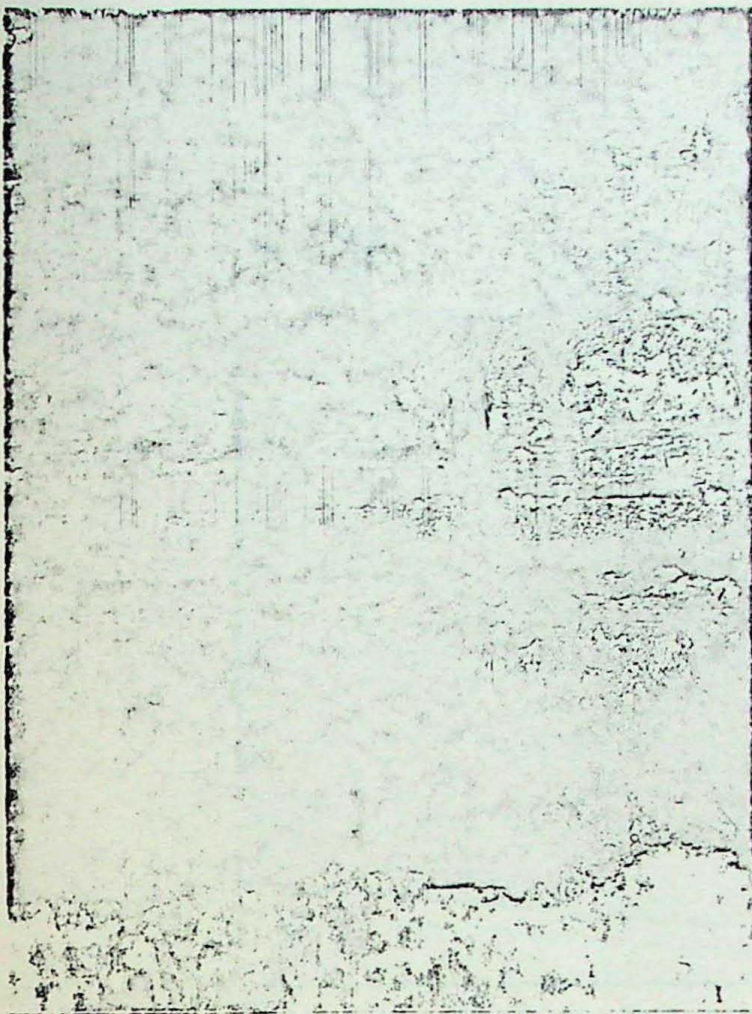


Foto 21 - Sedimentos terciários da Bacia de Taubaté. Clásticos finos (siltitos, argilitos e arenitos finos) com intercalações de níveis conglomeráticos pouco espessos. Via Dutra, a 5 km adiante de Cachoeira.

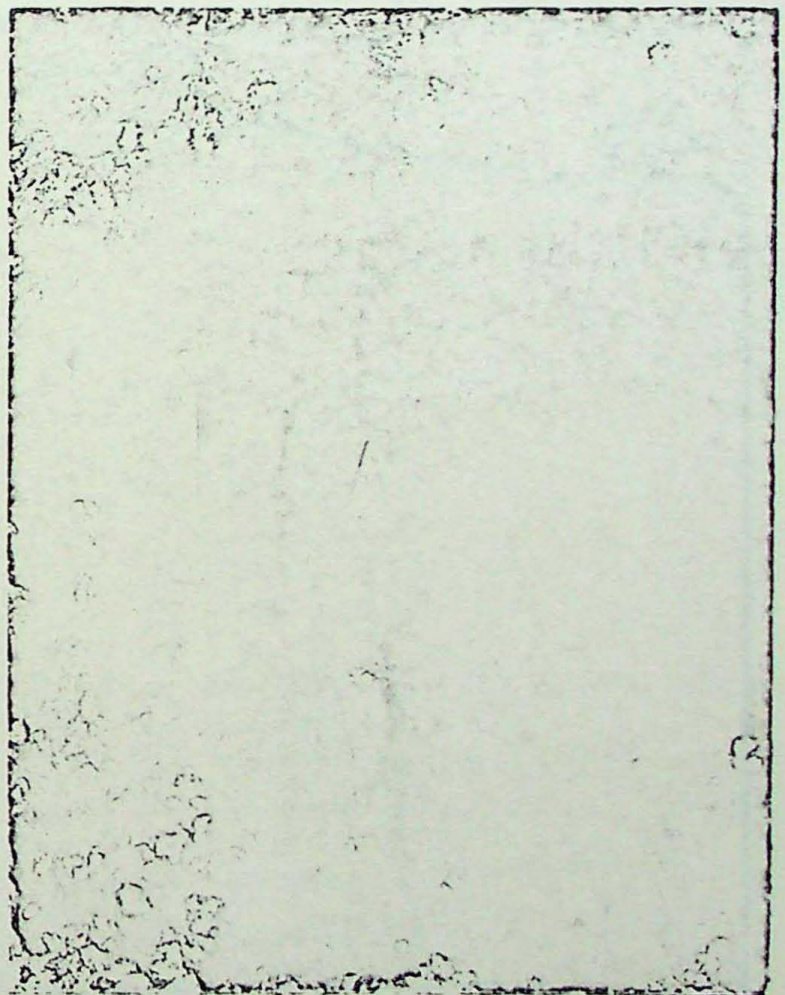


Foto 22 - Mesmo afloramento da foto anterior. Detalhe mostrando espessas camadas de argilitos e arenitos finos.

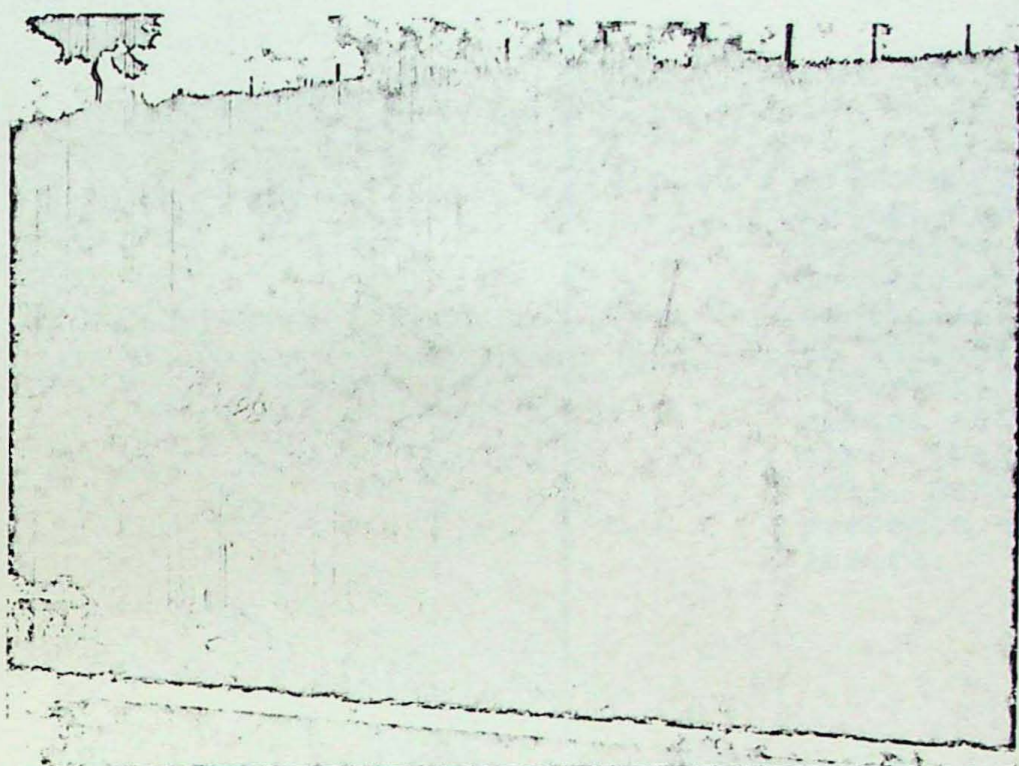


Foto 23 - Contato Precambriano - Bacia de Taubaté.
Sedimentos terciários assentando discor-
dantemente sobre gnaisses do embasamento.
Via Dutra entre Cachoeira e Cruzeiro.

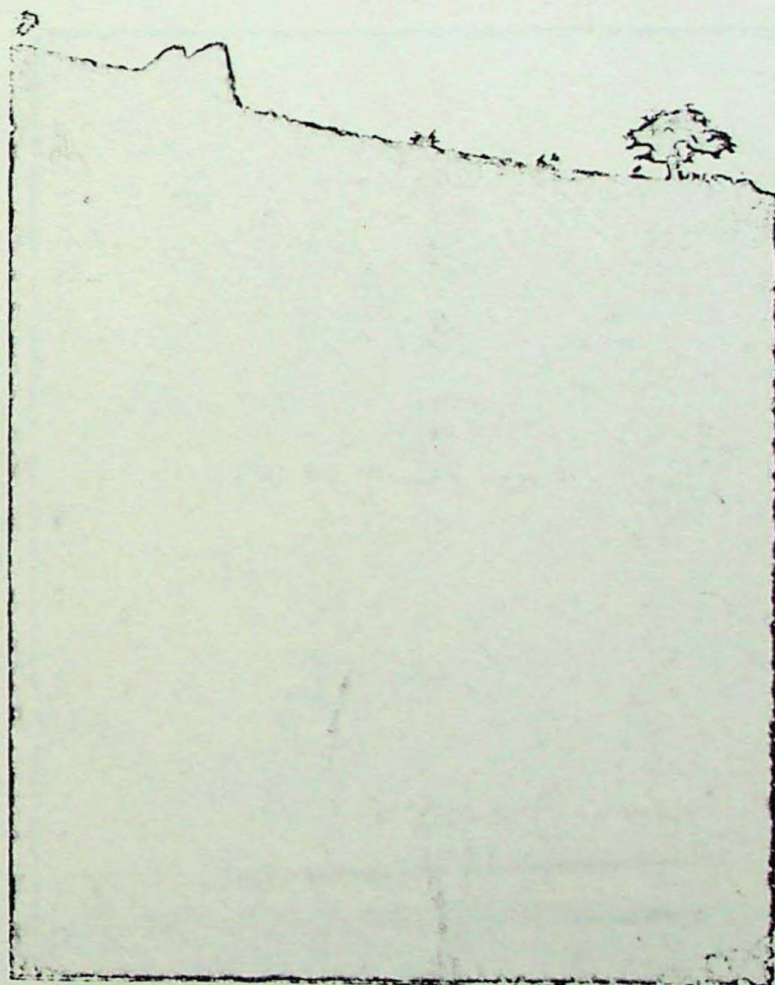


Foto 24 - Colúvio existen-
te na parte nor-
te da folha de
Cruzeiro. Blocos
de nefelina sie-
nitos trazidos
do Maciço de Pas-
sa Quatro.

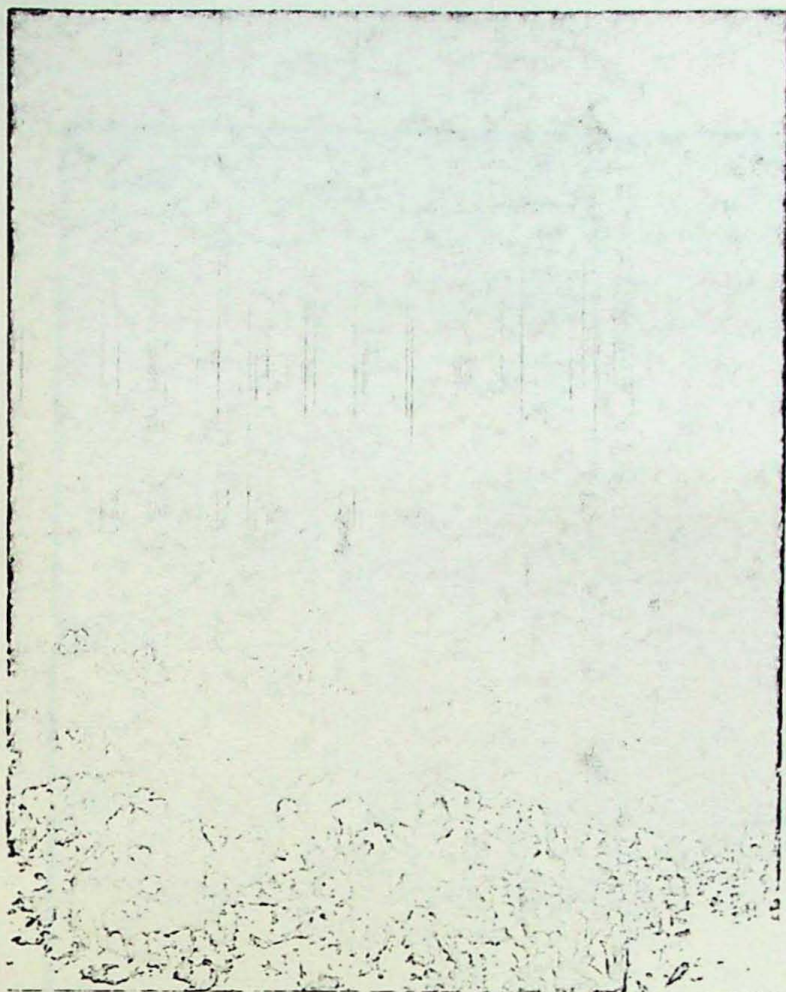


Foto 25 - Afloramento na Via Dutra, próximo a Cachoeira Paulista. Contato entre sedimentos da Bacia de Taubaté (parte inferior) e sedimentos mais modernos (neoceno-zoicos), marcado pela presença de cascalheira.



Foto 26 - Dobras de arrasto no quartzo-biotita xisto. Falha sub vertical colocando em contato esta litologia e migmatitos. Estrada Cruzeiro-Passa Quatro.

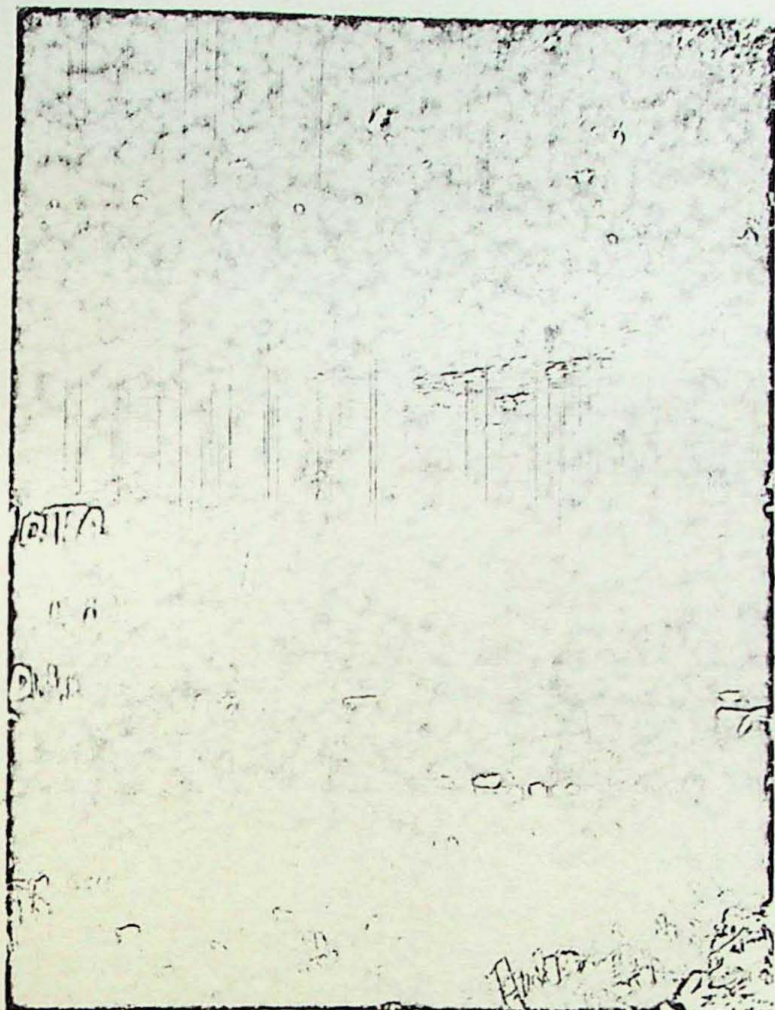


Foto 27 - Estrada Piquete-Lorena. Quartzitos subhorizontais. Folha de Lorena.



Foto 28 - Grande bloco de nefelina sienito. Crostas bauxíticas exploradas economicamente. Norte da Folha de Cruzeiro, Fazenda Palmeiras.

