

T
1106

M929T

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO QUATERNÁRIO SUPERIOR DO PLANALTO
SUDESTE DO BRASIL

(MÉDIO-BAIXO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL)

JOSILDA RODRIGUES DA SILVA DE MOURA

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUI-
SITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA.

Rio de Janeiro
dezembro - 1979

TES
0233

FICHA CATALOGRÁFICA

MOURA, JOSILDA RODRIGUES DA SILVA DE

Introdução ao Estudo do Quaternário Superior do Planalto Sudeste do Brasil (Médio-Baixo Vale do Paraíba do Sul) [Rio de Janeiro] 1979. VIII, 73 p., 29.7 cm (Instituto de Geociências - UFRJ, M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1979).

Tese - Univ. Fed. Rio de Janeiro, Instituto de Geociências.

1. Elaboração de uma litoestratigrafia preliminar para o Quaternário Superior no médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul, com depósitos de encosta. I - IG/UFRJ II - Título (série).

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos iniciais vão para nossa orientadora de tese, amiga e incentivadora, responsável pela nossa aprendizagem neste campo de investigação. Ressaltamos seu interesse em proporcionar uma formação crítica sempre aberta juntamente com a incorporação de novos conhecimentos.

Pelos valiosos ensinamentos que muito auxiliaram no desenvolvimento do trabalho:

Prof. Roland Paepe - Universidade de Bruxelas - Bélgica

Pelo suporte financeiro, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho:

Projeto Delta do Paraíba - IG-UFRJ/FINEP

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

CEPG-UFRJ

Pela permissão da utilização de resultados ainda inéditos:

Profa. Marisa Baptista Machado - Projeto RADAMBRASIL

Pela colaboração em todas as etapas da pesquisa:

Marietta Paim

Tácio José de Oliveira da Silva

Pelo intercâmbio de idéias e informações:

Profa. Lylia Coltrinari - Universidade de São Paulo

Pela colaboração em diferentes fases da investigação:

Alexandre Antonio Mello Santos

Flavio E. Portella

Luiza Valéria Santoro

Marcia Messina Stor

Maurício Monken

Sueli Caetano de Araújo

Finalmente estendemos a nossa sincera gratidão a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, colaboraram na realização deste trabalho.

RESUMO

A elaboração de uma litoestratigrafia preliminar para o Quaternário Superior no médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul foi possível a partir do levantamento sistemático de sequências de litofácies em secções expostas. Nesta fase inicial da pesquisa foi dada ênfase aos ambientes de encosta, face à grande expressividade dos depósitos coluviais nas paisagens tropicais.

O presente trabalho dá continuidade aos estudos anteriormente desenvolvidos no médio vale do rio Doce, os quais forneceram não apenas a base metodológica (associação da Litoestratigrafia à Geomorfologia) mas também possibilidades de correlações estratigráficas.

A partir do reconhecimento de litofácies de significado regional foram identificadas três sequências coluviais: a) sequência inferior de idade pleistocênica, caracterizada pela presença de sedimentos coluviais de coloração avermelhada , sem estratificação visível porém com estruturas secundárias bem definidas; b) sequência intermediária, presumivelmente associada ao final do Pleistoceno e início do Holoceno, constituída por colúvios amarelados com indícios de estratificação plano-paralela e estruturas secundárias menos desenvolvidas; c) sequência superior (holocênica) composta por materiais bruno-amarelados com indícios de estratificação plano-paralela e estruturas secundárias incipientes.

A reconstituição dos eventos do Quaternário Superior a partir do levantamento de secções litoestratigráficas dentro de feições geomorfológicas definidas ("complexos de rampas") possibilitou ainda uma primeira tentativa de associação das sequências obtidas com a geometria das encostas.

Os resultados agora apresentados devem ser encarados como dados provisórios, ficando sujeitos a possíveis alterações com a continuidade futura dos trabalhos.

ABSTRACT

A preliminary Lithostratigraphy for the Upper Quaternary deposits of the Middle-Lower valley of the Paraíba do Sul river is here tried, based on the systematic reproduction of some exposed sections. An special attention is given to the slope materials, since the colluvial deposits are considered to be highly significative within the moist tropical environments.

This paper gives continuity to previous works dealing with the middle Doce valley, where the methodological approach (association of the Lithostratigraphic to the Geomorphic approaches) was first developed. The studies on the rio Doce Stratigraphy were also useful for the establishment of some preliminary correlations.

Three different colluvial sequences are here identified: a) lower sequence, of Pleistocene age, is characterized by the occurrence of reddish, non stratified colluvia which bear well developed soil structures; b) the middle sequence, dated approximately to the end of the Pleistocene and beginning of the Holocene, is constituted by yellowish, poorly stratified colluvia, bearing less significative secondary structures; c) the upper sequence, of Holocene age, is constituted by brownish-yellowish, poorly stratified colluvia.

A first attempt to relate the geometry of the rock strata to the slope morphology is also tried. The validity of the present results is to be tested in the future, when more detailed data will be available.

INDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. METODOLOGIA	9
2.1. Técnicas Utilizadas	13
3. CONDIÇÕES REGIONAIS	16
4. RESULTADOS	25
4.1. Considerações Sedimentológicas	36
5. COMENTÁRIOS E DISCUSSÕES	41
6. CONCLUSÕES	48
7. BIBLIOGRAFIA	53
ANEXO I	62

1. INTRODUÇÃO

O Quaternário representa um foco de interesse que transcende os campos clássicos de ação de diferentes ramos do conhecimento científico (Flint, 1965; Paepe, inédito). Interessa ao geólogo não apenas por englobar os últimos episódios da evolução da terra mas também por fornecer ensinamentos importantes para a reconstituição dos ambientes de sedimentação dos estratos mais antigos. O estudo do Quaternário tem também grande importância para a Climatologia e especialmente para a Geomorfologia, pois grande parte do relevo representa o resultado da evolução da superfície da crosta durante os últimos milhões de anos. Existem geomorfólogos (ver Hack 1960, 1965) que consideram serem as formas do relevo submetidas a contínuos reaquecimentos com o decorrer do tempo e - por conseguinte - tendem a se ajustar e refletir toda uma série de etapas, até as últimas, dentro da dinâmica da superfície da crosta. De acordo com esta escola, toda a paisagem tende a um equilíbrio com o sistema ambiental atual.

O estudo do Quaternário se faz necessário para alguns ramos da Biologia, pois as bioséries atuais derivam de todo um processo de evolução dentro dos ecossistemas quaternários. O estudo da evolução do homem e da cultura pré-histórica (objeto da Arqueologia) também não escaparia ao condicionamento pelo meio-físico, desde que o homem foi, tanto quanto os demais organismos, sensível às condições externas a que foi exposto.

As principais razões para a individualização do

Quaternário, envolvendo um intervalo de tempo relativamente curto dentro da escala geológica, são as intensas e rápidas flutuações climáticas (Flint, 1947; Russell, 1964; Fairbridge, 1969, etc.).

O Sistema Quaternário é uma unidade cronoestratigráfica, a última dentro do sistema de classificação dos estratos da crosta terrestre. O termo Quaternário foi introduzido por Desnoyers (1829) para caracterizar os estratos que recobrem o Terciário da bacia de Paris. Posteriormente, Rebour (1833) identificou como quaternários todos os estratos associados à presença de espécies biológicas atuais. Entretanto, este critério de caracterização foi questionado já em 1839 por Lyell: este autor criou o termo Pleistoceno para englobar estratos cujo total de espécies de moluscos fósseis não extintos ultrapassasse a 70%. O Pleistoceno seria seguido pelo Recente. Sintetizando as idéias da época, Forbes (1846) considerou como Pleistoceno a Época Glacial e Recente o Pós-Glacial. A sub-divisão do Sistema Quaternário nas Séries Pleistoceno e Holoceno é aceita até o presente.

O Quaternário envolve uma série substancial de mudanças climáticas, aparentemente de amplitude maior e duração menor do que todas as outras oscilações climáticas registradas nos tempos geológicos anteriores. As mudanças climáticas quaternárias se relacionam, através de ligações de causa e efeito, a eventos físicos tais como o desenvolvimento de grandes acumulações de gelo, flutuações dos níveis dos mares e dos lagos, modificações na circulação atmosférica e das correntes oceânicas, transformações ecológicas etc.

As pesquisas sobre o Quaternário no hemisfério norte iniciaram-se há mais de um século, não existindo entretanto na literatura um consenso geral no que concerne aos resultados obtidos em trabalhos com diferentes enfoques e escalas, o que leva a estudos cada vez mais detalhados e tentativas de criação de padrões metodológicos universais (ver Morrison - inédito). A falta de um consenso resulta da própria originalidade

do Sistema: no Pré-Quaternário, a divisão cronoestratigráfica e as correlações são baseadas principalmente nas evidências de um estágio significativo de mudanças evolucionárias relativamente abruptas nas bioséries (extinção de algumas espécies e aparecimento de outras). Entretanto, o desenvolvimento evolucionário dos organismos parece lento e não necessariamente vinculado às mudanças climáticas rápidas ocorridas no Quaternário.

Outra dificuldade na compreensão da sedimentação quaternária resulta da não aplicabilidade da metodologia usada para o estudo das sequências mais antigas, nas quais a continuidade das camadas, tanto com relação às fácies como em relação à sua disposição geométrica são de extrema importância. Os depósitos quaternários, principalmente os continentais, caracterizam-se pelas frequentes recorrências assim como pela distribuição espacial muito irregular sobre as múltiplas variações do relevo. Em consequência, os estudos destas sequências defrontam-se com sérios problemas dentre os quais sobressaem aqueles relacionados à subdivisão e duração do próprio Sistema.

A delimitação do Quaternário e das suas subdivisões tende a ser alicerçada principalmente na reconstituição da curva paleoclimática, definida através de evidências de natureza bastante diversificada. Dentre os critérios mais usualmente adotados incluem-se: a) oscilações dos glaciares, de significado essencialmente regional (Penck e Brückner, 1909); b) variações da temperatura das águas oceânicas tais como atestadas por amostras de mar profundo (Emiliani e Flint, 1963); c) flutuações glacio-eustáticas (Russell, 1964); d) zonas polínicas que podem ser consideradas não apenas como unidades cronoestratigráficas mas também sensíveis unidades climatoestratigráficas (Zagwijn, 1963); e) aparecimento e extinção de espécies - especialmente mamíferos, foraminíferos planctônicos e nanofósseis (Nikiforova e Krasnov, 1976; Ericson et alii, 1961); os últi-

mos, já bastante estudados dentro das sequências marinhas.

Algumas inversões do polo magnético, reproduzidas pela coluna paleomagnética, parecem ocorrer paralelamente a modificações detectadas através de alguns dos critérios acima expostos. Recentemente Nikiforova e Krasnov (1976) definiram o limite Plio-Pleistoceno como correspondente ao início do Eburoniano/Donau, cerca de 1.8 milhões de anos, tendo como base a evolução dos mamíferos, foraminíferos planctônicos e nanofósseis, assim como a passagem da fase paleomagnética Olduvai (negativa) para Gilsa (positiva). Também correspondendo à transição das fases paleomagnéticas Gilbert para Gauss (3.3 a 3.5 Ma) ocorreram importantes mudanças nas condições climáticas: alguns autores (ver Paepe - inédito) consideram este período como correspondente ao início do Pleistoceno.

No hemisfério norte as sequências continentais quaternárias vem sendo estudadas principalmente através das relações estratigráficas entre as facies glaciais, fluviais, lacustres e eólicas. Pouca atenção tem sido dada aos sedimentos coluviais.

O pequeno interesse despertado pelos colúvios pode ser explicado em grande parte pela pouca representatividade dos depósitos de encosta nas áreas extra-tropicais. Os depósitos coluviais podem vir a ser mesmo considerados como fator de imprecisão quando se objetiva estabelecer as interrelações entre a sedimentação aluvial e a morfologia dos ambientes fluviais (ver Frye e Leonard, 1954). As sequências muito fragmentárias dos depósitos de ambientes de encosta são raramente submetidos a estudos em sincronia com os sedimentos relacionados à dinâmica dos cursos d'água canalizados, geleiras etc.

O estudo das encostas vem sendo considerado como

pertinente à Geomorfologia. Ao geomorfólogo caberia, portanto, a descrição da encosta como forma geométrica assim como a reconstituição da sua evolução no decorrer do tempo. No entanto os especialistas tem procurado frequentemente definir a gênese e evolução das formas a partir das propriedades geométricas apresentadas pelas mesmas.

Uma revisão do pensamento de diferentes escolas geomorfológicas pode exemplificar o caráter dedutivo que vem sendo dado ao estudo da evolução das vertentes. De acordo com autores clássicos, o ângulo e outras propriedades básicas das encostas variaria em função do diâmetro dos detritos por elas transportados (clásticos mais grosseiros levam à preservação de encostas mais declivosas enquanto que o transporte de finos tenderia a proporcionar uma suavização dos ângulos). Davis (1954), que concebe a evolução do relevo dentro de um sistema fechado, inferiu que o diâmetro dos detritos tenderá a manter uma relação inversa com o tempo transcorrido dentro das diferentes etapas do "ciclo geomorfológico". Penck (1953), por outro lado, identifica o fornecimento de detritos de diferentes diâmetros como o resultado de uma relação entre o ritmo de soerguimento da crosta (uplift) e o ritmo de desnudação, em fases sucessivas. Aumentando o ritmo relativo de soerguimento, as encostas tenderão a gerar partículas mais grosseiras e, conseqüentemente, manterão maiores ângulos de declive.

Para Gilbert (1877) e mais recentemente Hack (1960, 1965) as diferenças entre as formas de relevo derivam das variações na natureza e na efetividade relativa dos processos que atuam sobre rochas diferentes, sendo a função da encosta apenas o provimento de transporte para os detritos. De acordo com os autores citados, a paisagem funciona como um sistema aberto, no qual toda forma tende continuamente a se ajustar às demais. Assim sendo, os vestígios da evolução pretérita do relevo tendem a ser gradualmente apagados: as formas atuais podem ser explicadas como resultantes de um somatório de eventos e de um ajustamento progressivo às condições presentes. As feições relíquias tenderiam, portanto, a desaparecer numa condição em que a paisagem se aproxima de um equilíbrio dinâmico.

Atualmente já se tem argumentos suficientes para

reconhecer o perigo destas generalizações. Não se questiona o caráter altamente dinâmico das vertentes, cujas formas resultam de sucessivos retrabalhamentos, muitas vezes totalmente mascarados pela geometria atual. Em consequência acredita-se necessário adicionar um enfoque estratigráfico ao estudo do problema, ao lado do controle puramente morfológico. A visão cronológica é considerada como capaz de prover importante suporte para a reconstituição dos mecanismos operantes no passado. A sequência estratigráfica pode, sob certas condições, apresentar os únicos testemunhos materiais dos eventos transcorridos na evolução das encostas (Bigarella et alii, 1965).

Nas áreas tropicais os depósitos de encosta parecem assumir um significado considerável dentro da coluna estratigráfica quaternária. Nestas áreas os colúvios constituem um revestimento sub-superficial quase que generalizado da paisagem, associando-se e interdigitando com as sequências fluviais e lacustres (Mousinho e Bigarella, 1965). Apesar de muitos autores já terem reconhecido a necessidade do estudo detalhado das sequências colúvias (Bigarella e Mousinho, 1965; Zonneveld, 1975 etc.) como base à compreensão da evolução das paisagens tropicais, raras tentativas tem sido efetuadas neste sentido.

Presentemente desenvolve-se no Instituto de Geociências da UFRJ um estudo de natureza sistemática visando um melhor conhecimento do Quaternário Superior no Brasil.

Como já é de conhecimento geral, o Quaternário Superior caracteriza-se por rápidas e intensas oscilações da curva paleoclimática. Apesar da polémica existente sobre a sua sub-divisão (ver Morrison, inédito) por razões pragmáticas aceita-se

aqui a classificação proposta por Nikiforova e Krasnov (1976), que admitem o início do Pleistoceno Superior na faixa geocronológica de 128.000 anos BP, correspondendo ao início do interglacial Eemiano no NE da Europa. O final do Pleistoceno associa-se ao glacial Weichseliano, cujo último pico teria ocorrido a cerca de 18.000 anos BP (ver CLIMAP, 1976). O limite Pleistoceno-Holoceno conserva-se, ainda que provisoriamente, a 10.000 anos BP. O Holoceno é usualmente dividido em diferentes estágios, tendo como base as faixas polínicas do NE da Europa (ver Woldstedt, 1958): Prê-Boreal até 9.000 anos BP, representando uma fase de aquecimento; Boreal até 8.000 anos BP, com clima quente e seco; Atlântico até 4.500 anos BP com condições climáticas quentes e úmidas - Ótimo Climático; Sub-Boreal, até 3.000 anos BP ainda quente porém um pouco mais seco e finalmente o Sub-Atlântico relativamente mais fresco e úmido.

A subdivisão do Quaternário Superior a nível de Estádio requer um volume substancial de informações, de natureza interdisciplinar, das quais o Brasil é ainda carente. Por conseguinte, as pesquisas em andamento na UFRJ não objetivam ainda uma classificação cronoestratigráfica e, muito particularmente, neste nível de detalhamento.

Os trabalhos iniciaram-se na região do médio vale do rio Doce, região que apresenta uma evolução bastante peculiar e relacionada a importantes transformações de caráter paleohidrológico ocorridas durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno (ver Pflug, 1969 e Meis, 1977). Ao lado de uma tentativa de estabelecer um controle litoestratigráfico da sequência fluvial, procura-se estudar também as relações estratigráficas visualizadas dentro de ambientes de transição entre os fundos aluviais e as encostas ("rampa-terraço"). Paralelamente desenvolve-se o estudo da sedimentação do Quaternário Superior nas encostas -

tas.

O presente trabalho enquadra-se no contexto acima descrito, tendo como área de estudo o médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul. Objetiva-se nele, através de uma associação de argumentos de cunho estratigráfico às feições morfológicas fornecer subsídios para a reconstituição da sequência de eventos do Quaternário Superior regional assim como contribuir para o estudo da evolução das encostas no planalto. Por representar uma etapa inicial da pesquisa, toda ênfase é agora dada à Litoestratigrafia. Com efeito, considera-se que a elaboração de uma primeira coluna litoestratigráfica deve ser básica e anteceder qualquer tentativa de classificação cronoestratigráfica.

Face à grande complexidade do problema abordado e ao pequeno acervo de experiências coligidas sobre a sedimentação nos ambientes de encosta nas áreas tropicais, o presente trabalho deve ser encarado principalmente como uma tentativa de discernimento de uma metodologia apropriada e definição de algumas diretrizes para a continuidade futura da pesquisa.

2. METODOLOGIA

A reconstituição dos eventos quaternários vem sendo tentada a partir de evidências proporcionadas pelas feições morfológicas e medidas de altitude, porém os dados de maior significado são os fornecidos pela sucessão variada de sedimentos preservados na sequência estratigráfica. Atualmente acredita-se que todo esforço visando o registro da história do Quaternário deve ter como base o enfoque estratigráfico (Flint, 1965; Fairbridge, 1969; Morrison s/d; Paepe, s/d etc.). No entanto, uma sequência quaternária continental completa dificilmente será encontrada, pois a ocorrência dos depósitos é caracteristicamente descontínua e fragmentária no espaço e controlada pelas irregularidades do relevo. As discontinuidades apresentadas pela sequência deposicional se ligam muitas vezes a diferenças na intensidade de atuação dos processos de sedimentação, sem que tenha havido modificações na natureza dos mesmos. Tal situação tende a gerar recorrências frequentes de litofacies dentro da coluna estratigráfica.

Em consequência das dificuldades inerentes ao seu estudo, o Quaternário continental encontra-se dependente de um desenvolvimento metodológico próprio, devendo fundamentar-se no interrelacionamento da Geomorfologia com a Estratigrafia. Os estudos geomorfológicos integrados aos de cunho estratigráfico ainda são porém insuficientes para fornecerem o suporte necessário.

A cronologia das formas de relevo é usualmente fundamentada na cronologia da desnudação (embutimento das formas). Todos os sedimentos encontrados em associação com determinada forma seriamem

consequência datados em função da idade da mesma. Questionando esta prática, Frye e Willman (1960) propuseram o conceito de Morfoestratigrafia. De acordo com estes autores uma unidade morfoestratigráfica será constituída por um corpo sedimentar que é individualizado basicamente pela forma que apresenta em superfície. O corpo rochoso poderá ou não transgredir no tempo e ser distinto litologicamente das unidades contíguas. As unidades morfoestratigráficas se diferenciam das unidades fisiográficas caracterizáveis apenas como formas do relevo. Com efeito, a definição de uma forma topográfica nada diz a respeito dos sedimentos que estão em subsuperfície (Willman e Frye, 1970). Somente os depósitos ligados à elaboração da forma, e apenas eles, podem ser considerados como unidades morfoestratigráficas (ou seja, depósitos correlativos).

A literatura sobre o Quaternário brasileiro, além de abordar problemas ligados à cronologia da sedimentação vem mostrando também uma constante preocupação no que se refere à reconstituição dos processos e ambientes de deposição.

No século atual as primeiras tentativas de interpretação da evolução da paisagem do sudeste do Brasil fundamentaram-se em concepções dedutivas, ancoradas nas teorias geomorfológicas clássicas de Davis (1954) e Penck (1953). Os trabalhos de De Martonne (1944) e King (1956) podem ilustrar bem esta influência, mantida até hoje no espírito de muitos geomorfólogos.

Outras tentativas no sentido de reconstituir a sequência dos eventos quaternários tem suas bases na constatação do papel fundamental do fator climático para a evolução morfogenética. Dentro deste enfoque verifica-se uma preocupação com a delimitação dos grandes domínios morfoclimáticos atuais e sua comparação com os testemunhos da evolução quaternária (Tricart,

1959; Ab'Saber, 1967 etc.). A definição dos processos e ambientes deposicionais pretéritos passa a ser tentada a partir da observação de alguns aspectos considerados como indicadores paleoclimáticos como, por exemplo, as cascalheiras, crostas e/ou concreções lateríticas (Tricart, 1959).

Tendo como base correlações entre os níveis topográficos (pedimentos) e as unidades sedimentares associadas (depósitos correlativos), Bigarella e Ab'Saber (1964) e Bigarella e Andrade (1965) estabeleceram um modelo de evolução cíclica da paisagem, assim como uma primeira aproximação para a curva paleoclimática do Quaternário. Bigarella et alii (1965) aprofundaram o estudo da sedimentação sub-aérea, procurando identificar sequências de litofacies caracterizadas por suas propriedades sedimentológicas. Mais recentemente, Roncarati e Neves (1976) e Meis e Monteiro (1979) dentre outros vem procurando reconstituir a sequência dos eventos quaternários através da análise conjugada das sequências litoestratigráficas e das feições geomorfológicas.

De uma maneira geral, o estudo do Quaternário no Brasil tem se caracterizado pela frequência de estudos assistemáticos. Poucos tem se detalhado na definição das sequências estratigráficas para, a partir destas, chegar à cronologia dos eventos e à dinâmica da sedimentação.

A existência de um arcabouço representativo da evolução da paisagem no Pleistoceno Superior e Holoceno na região do médio vale do rio Doce, com ênfase na dinâmica das encostas ("rampas") vem sendo, na realidade, o principal referen-

estabelecimento de uma estratigrafia tendo como base a cronologia da desnudação; isto torna-se ainda mais precário quando a sedimentação mergulha pluriaxialmente, como é o caso normal dos colúvios das rampas.

Inicia-se agora a elaboração de um esboço litoestratigráfico, admitindo-se possa vir a ser ele capaz de, no futuro, alicerçar as observações de cunho bio e cronoestratigráfico. No presente estágio realizam-se apenas algumas considerações de caráter cronoestratigráfico, ancoradas em correlações preliminares com os resultados obtidos no médio vale do rio Doce.

Nesta fase inicial da pesquisa os estudos de caráter sedimentológico tornam-se acessórios e utilizados apenas como dados complementares à descrição e correlação das litofácies. São utilizados para testar a viabilidade de tornarem-se úteis no estabelecimento de uma litoestratigrafia dos depósitos colúviais, até o presente relativamente pouco estudados. Por esta razão faz-se uso de análises texturais, mineralogia das areias (minerais leves). A identificação de estruturas sedimentares primárias e secundárias tem como base o controle macroscópico de campo.

2.1. Técnicas Utilizadas

A escolha das secções expostas a serem estudadas fundamentou-se em reconhecimentos preliminares de campo e foi condicionada às seguintes limitações: a) ocorrência de sequên -

cial de análise para o presente estudo.

De acordo com Meis e Monteiro (1979) a estrutura das rampas sugere que a magnitude da energia atuante sobre as encostas, assim como as propriedades dos colúvios depende da geometria da unidade estudada e das características dos regolitos; entretanto, no decorrer do tempo, a atividade de desnudação parece estar intimamente ligada ao registro paleohidrológico. As rampas do Quaternário Superior foram definidas como superfícies concavas resultantes da aceleração das taxas de erosão dentro dos "hollows" da topografia (de acordo com a terminologia de Hack, 1965). Dentro dos "hollows" a recorrência de processos durante o Quaternário produziu sucessivas fases de formação de rampas, gerando os "complexos de rampas". Esta recorrência pode ser documentada pela presença de uma série de estratos colúviais inclinados e que apresentam relações verticais e laterais bem definidas e intimamente relacionadas com a morfologia. A deposição de cada litofacies colúvial associa-se a uma atividade erosiva na encosta a montante: portanto, cada episódio erosivo diagnosticado dentro de uma sequência litoestratigráfica na média encosta poderá ter sua deposição correlativa no fundo da depressão. Esta dinâmica não parece ter um caráter cíclico, porém resulta de sucessivas pulsações que se desenvolvem pluriaxialmente dentro dos anfiteatros da topografia (Meis, inédito).

Em consequência, estratos mais antigos associam-se aos interflúvios e as mais recentes tem maior significado nas baixas rampas. Sucessivos retrabalhamentos dos depósitos nos complexos de rampas foram responsáveis por frequentes inversões de relevo. Tal dinâmica pode dar origem a formas topográficas totalmente reafeiçoadas ("regraded") e à fossilização de outras.

No médio-baixo vale do rio Paraíba busca-se o interrelacionamento entre a geometria do relevo e a Estratigrafia da encosta. O conhecimento prévio da dinâmica das rampas leva a que a Geomorfologia guie a amostragem das secções a serem reproduzidas. Entretanto, o controle fundamental é estratigráfico, acreditando-se representar ele o único meio de levar a uma verdadeira morfoestratigrafia. Com efeito, considera-se perigoso o

cias estratigráficas onde fosse possível detectar as relações laterais e verticais entre as diferentes unidades e obter informações para o reconhecimento de estratos passíveis de serem correlacionados com as demais áreas estudadas; b) associação das unidades deposicionais a formas topográficas bem definidas, dentro de "complexos de rampas".

O levantamento das secções litoestratigráficas foi feito através da utilização da técnica sugerida por R. Paepe (inédito) e que pode ser assim sintetizada: define-se na secção exposta uma linha horizontal com auxílio de teodolito. Posteriormente se reproduz, detalhadamente e sobre papel milimetrado a geometria das litofacies ocorrentes individualizadas a partir das suas propriedades texturais, estruturais e mineralógicas.

De cada litofacies foram retiradas amostras visando posteriores análises sedimentológicas (texturais e mineralógicas). Coletou-se também os materiais com importantes concentrações de matéria orgânica, para datação absoluta pelo carbono 14.

As análises texturais - peneiragem e pipetagem - foram efetuadas de acordo com Folk (1968). Os resultados foram posteriormente plotados em papel de probabilidade para obtenção das curvas de frequência acumulada (Sundborg, 1967; Bigarella e Salamuni, 1962; Folk, 1968). Com relação ao cálculo dos parâmetros granulométricos foram utilizadas rotineiramente as fórmulas propostas por Folk e Ward (1957).

A caracterização mineralógica dos diferentes es

tratos ocorrentes nas sequências baseou-se na rotina proposta por Gabriel e Cox (1929) para os minerais leves (considerou-se o valor médio para os teores obtidos para o quartzo e feldspatos nas frações de + 1 ϕ e + 3 ϕ).

Parâmetros texturais: determinou-se para cada amostra os valores do diâmetro mediano (Md ϕ) e médio aritmético (Mz ϕ) a partir dos percentis obtidos nas curvas de frequência acumulada.

$$\text{Md } \phi = \phi 50$$

$$\text{Mz } \phi = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

Calculou-se ainda, para cada amostra, os valores do desvio padrão (σ_I), assimetria gráfica inclusiva (SK_I) e curtose gráfica (K_G) também a partir das curvas de frequência acumulada.

$$\sigma_I = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} - \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$

$$SK_I = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)}$$

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44 (\phi 75 - \phi 25)}$$

Análise mineralógica: para a identificação dos minerais leves constituintes das amostras analisadas foram aplicadas as técnicas descritas por Gabriel e Cox (1929) e Hayes e Klugman (1959). As etapas foram as seguintes: - amostragem de 500 a 1000 grãos; - preparação de lâmina de vidro recobrimdo-a com parafina; - aplicação de material adesivo e borrifamento de minerais; - exposição por 15 minutos aos vapores do ácido fluorídrico; - aplicação de sódio cobaltinitrito (solução concentrada - 5 g. para 10 ml de água destilada aquecida) sobre a lâmina por 2 minutos; - lavagem da lâmina em água corrente e secagem em infra-vermelho. Em consequência, os cristais de feldspatos adquirem películas coloridas: os feldspatos potássicos apresentam coloração amarelada e os plagioclásicos a coloração branca pulverulenta. Os cristais de quartzo não se alteram. Posteriormente as lâminas foram analisadas com o uso da binocular.

3. CONDIÇÕES REGIONAIS

A área em estudo situa-se entre os paralelos de 21° a 22° S e os meridianos de 42° e 44° WGr, englobando parte do vale do Paraíba do Sul assim como porções limítrofes da bacia do rio Doce. O trecho pesquisado corresponde ao chamado "Médio-baixo" vale do rio Paraíba do Sul. Considera-se que a bacia do médio Paraíba corresponde a toda a zona drenada por seus afluentes depois do cotovelo de Guararema (SP) prolongando-se até as bacias dos rios Piabanha-Preto e Paraibuna-Preto. O "Médio-baixo Paraíba" seria a região imediatamente a jusante, onde o rio Paraíba apresenta uma série de rápidos que anunciam a descida acelerada do planalto. O baixo vale do Paraíba, se desenvolve, grosso modo, entre São Fidélis e o Oceano.

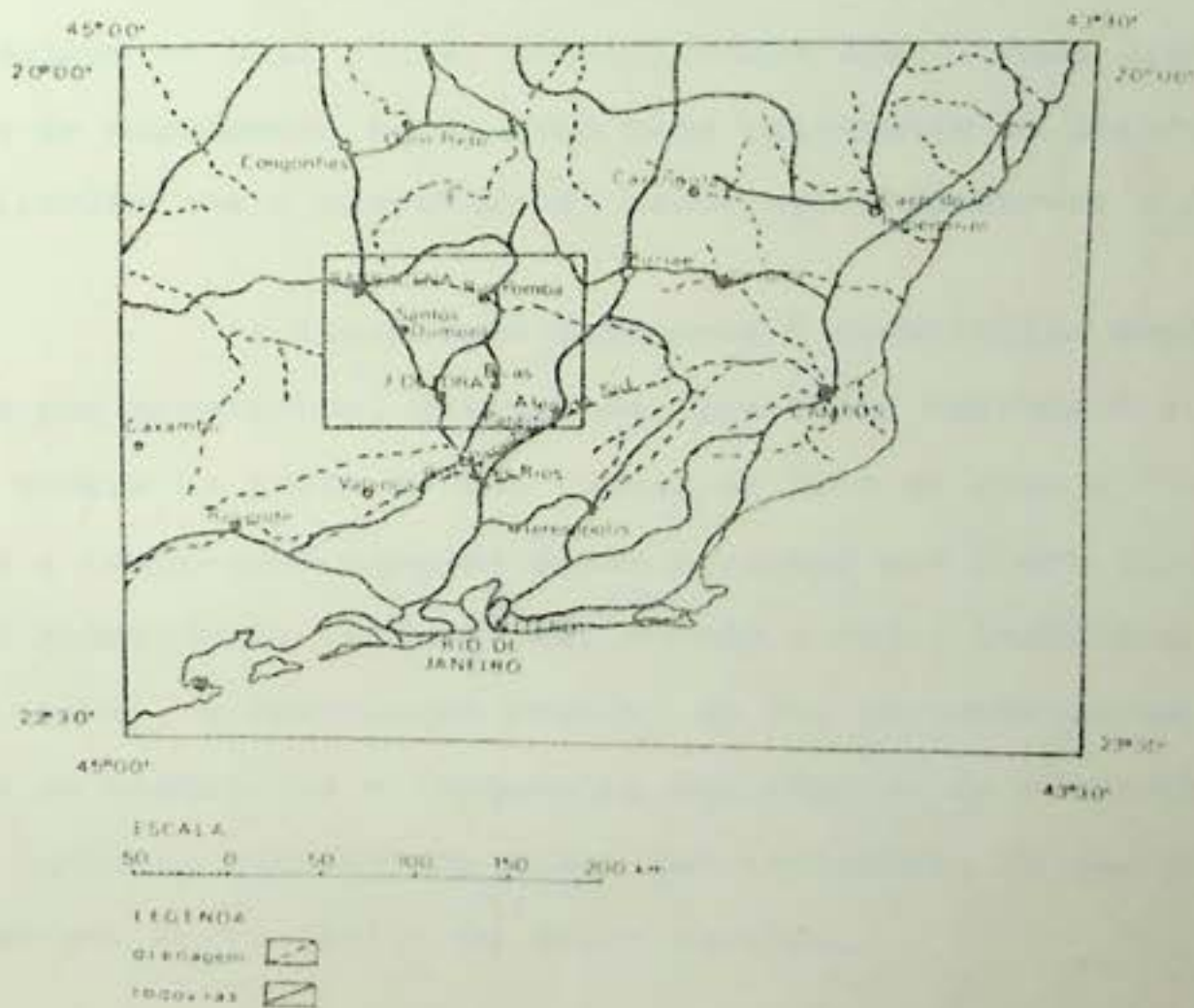


Fig. 1 - Localização da área em estudo

Geologia

O substrato geológico do vale do Paraíba é formado principalmente por composições litológicas de idade pré-Cambriana média e superior. Rochas de origem terciária estão ligadas ao maciço alcalino de Itatiaia - Passa Quatro e Morro Redondo. Sedimentos Terciários são encontrados nas bacias sedimentares de Taubaté, Resende, Volta Redonda e no baixo Paraíba (Formação Barreiras). Sedimentos Quaternários ocorrem de forma restrita no alto e médio vale e de forma ampla no delta do Paraíba.

A constituição geológica do vale do Paraíba vem sendo estudada por muitos autores (Lamego, 1946; Rosier, 1953, 1965; Ebert, 1955; Cordani et alii, 1973, etc.).

Recentemente, face às divergências existentes, Brandalise et alii (1976) identificaram apenas duas grandes unidades de mapeamento tendo como base unicamente as características litológicas e estruturais: Associações Barbacena e Paraíba.

A Associação Barbacena é constituída dominante - mente por micaxistos, quartzitos, gnaisses, basitos e ultrabásitos. Ocorre na parte NW das folhas de Juiz de Fora e Volta Redonda e compreende aquelas áreas mapeadas por Ebert (1955) como Serie Andrelândia (xistos) assim como a Serie Barbacena de Barbosa (1952). A Associação Paraíba do Sul caracteriza-se pelo domínio de migmatitos e frequentes ocorrências de charnockitos. Este conjunto corresponde quase que totalmente ao que foi denominado por Ebert (1957) de Grupo Paraíba.

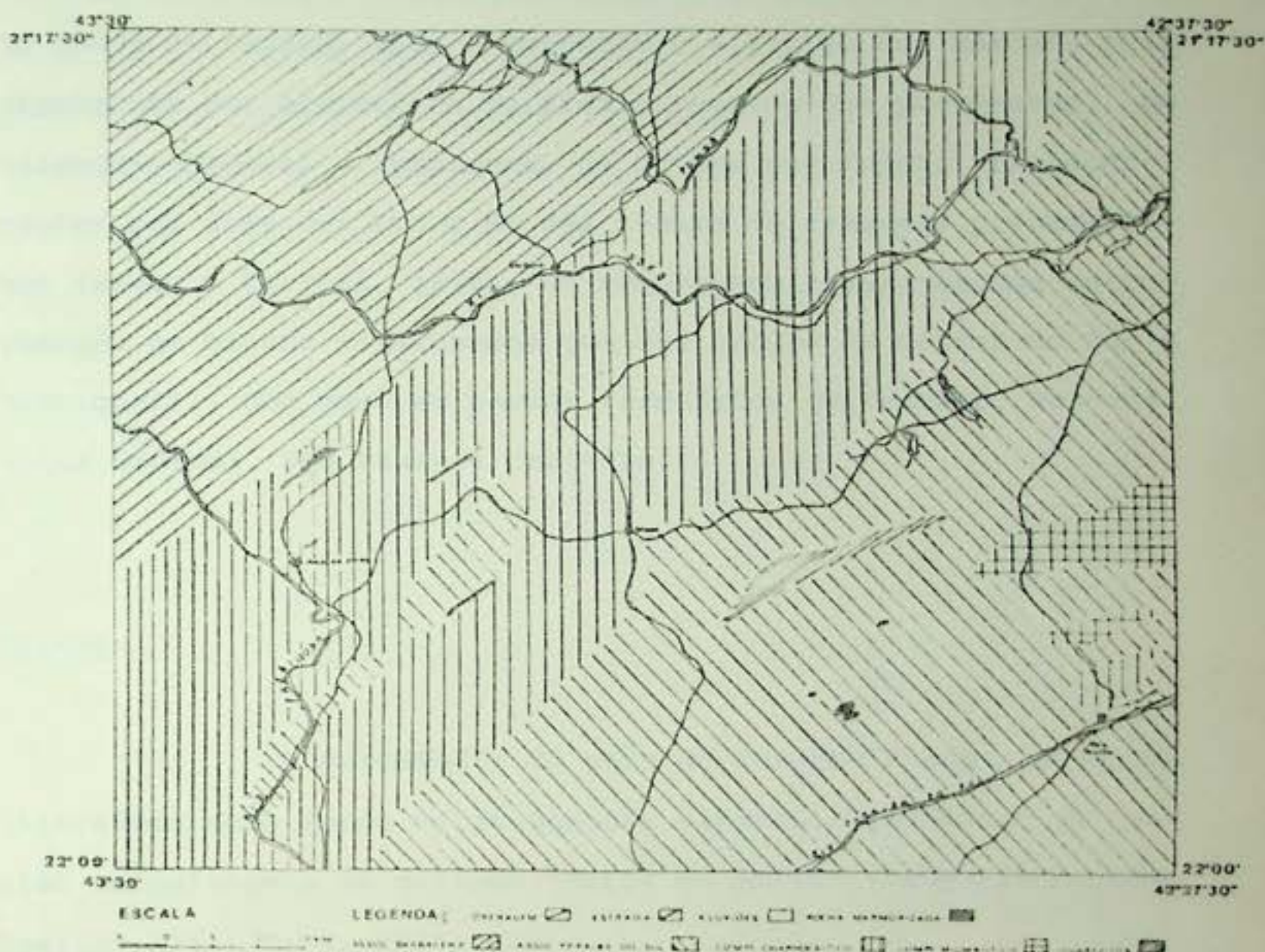


Fig. 2 - Distribuição espacial das Associações Barbacena e Paraíba do Sul na área em estudo

A área em estudo está englobada na região denominada por Almeida (1976) de "região dobrada sudeste". Caracteriza-se pela presença de inúmeras falhas de rejeito direcional, resultantes de uma tectônica de blocos posterior aos dobramentos do "ciclo brasileiro" (Hasui et alii, 1976). Reativações mais recentes encontraram expressão máxima no Eocretáceo, culminando com fraturamentos generalizados do embasamento cristalino na direção dos principais lineamentos pré-existentes. Estes fratu-

ramentos condicionaram o arcabouço das bacias marginais da costa leste do Brasil, assim como o vulcanismo alcalino das bordas da bacia do Paraná. Após o Eocretáceo a região foi marcada principalmente por movimentos verticais opostos que provocaram, no Oligoceno-Mioceno o rompimento da crosta por falhas transcorrentes nas direções ENE e NE das linhas de fraqueza precambrianas (Asmus e Ferrari, 1978). Ao rompimento seguiu-se uma estruturação de blocos escalonados que deu origem às Serras do Mar e Mantiqueira, bem como às bacias terciárias de Taubaté, Resende, Volta Redonda, São Paulo e Curitiba.

Relevo

A morfologia do vale do Paraíba é considerada na literatura como sendo relativamente simples. Predominam na região as paisagens de colinas "Mares de morro" (De Martonne, 1944; Ruellan, 1951; King, 1956; etc.).

Os domínios de formas rebaixadas são interrompidos localmente por serras e degraus de planalto: as serras seguem grosso modo as direções estruturais dominantes do substrato cristalino. Os degraus de planalto, vem sendo interpretados como possíveis compartimentos estruturais e ligados às reativações tectônicas do final do Mesozóico e início do Cenozóico (Washburne, 1939; Freitas, 1951 e 1952; Almeida, 1977, etc.). De acordo com King (1956), De Martonne (1944), Bigarella et al (1965) e outros autores, alguns destes degraus do relevo poderiam resultar de uma evolução policíclica.

Tendo como base os resultados obtidos pelo sub-projeto de Hidrologia do Projeto Delta do Paraíba (Relatório inédito), foram identificados no médio-baixo Paraíba do Sul. Alguns compartimentos de relevo, reproduzidos na fig. 3 e que podem ser assim descritos: (a) compartimento do baixo Paraíba e rio Pomba: apresenta amplitudes de desnivelamento inferiores a 200 metros, interrompidas localmente por alinhamentos de serras

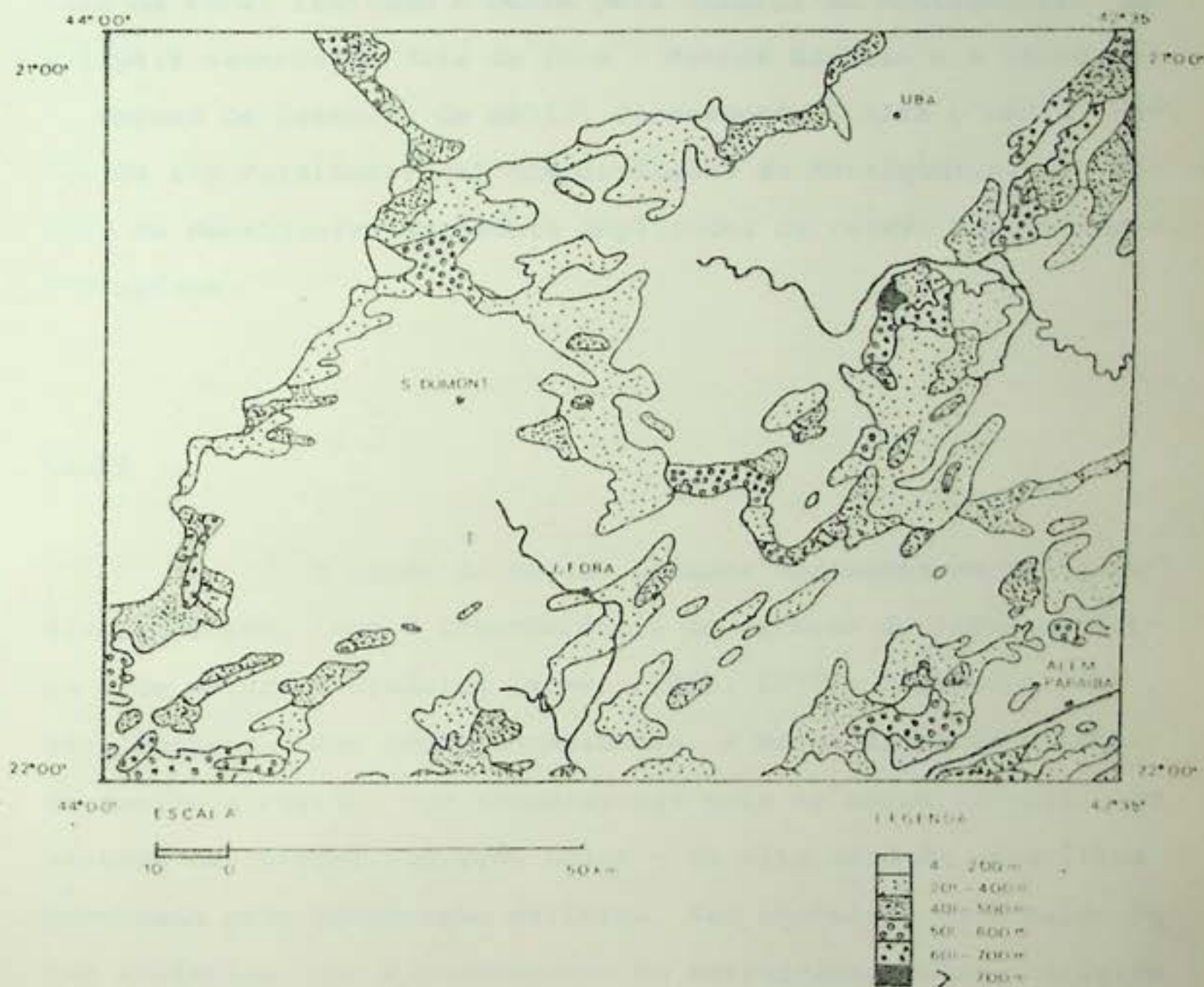


Fig. 3 - Esboço dos grandes domínios de desnivelamentos na área em estudo.

de orientação dominante NE a NNE. Sua altitude pode atingir cer

ca de 450 m próximo às escarpas dos degraus do planalto, baixando para menos de 150 m nas proximidades do delta do rio Paraíba; (b) compartimento de planalto de Miraf-Argirita, de direção NE-SW. Suas altitudes alcançam até 900 metros ao norte, podendo se apresentar bastante degradado; (c) compartimento elevado de Além Paraíba-Leopoldina: são resíduos de planaltos elevados com altitudes decrescentes para leste; (d) compartimento elevado de Juiz de Fora: limitado a oeste pela escarpa da Mantiqueira, ao sul pela escarpa de Juiz de Fora - Matias Barbosa e a leste pelo degrau de Desterro de Mello. Corresponde à alta e média bacia do rio Paraíba; (e) compartimento da Mantiqueira: o degrau da Mantiqueira apresenta amplitudes de relevo inferiores a 400 metros.

Clima

O clima da região Sudeste apresenta-se bastante diversificado, face à interferência de fatores de ordem estática e de natureza dinâmica (Nimer, 1971, 1972); Gallego (1971), etc. Durante o ano todo, normalmente, a Massa Tropical Atlântica domina a região, com temperaturas mais ou menos elevadas em virtude da intensa radiação solar e da alta umidade específica provocada pela evaporação marítima. Seu encontro com a massa Polar Atlântica, que é proveniente do anticiclone Polar, origina as Frentes Polares. Estas frentes, no verão, tornam-se mais úmidas devido ao aumento do percurso marítimo que fazem. A progressão torna-se semi-estacionária entre os paralelos de 20° e 24° Lat S, por 2 ou 3 dias, ocasionando instabilidade por ascensão

frontal, possibilitando concentração de chuvas nas áreas serranas e proximidades.

De acordo com os resultados obtidos pelo subprojeto de Hidrologia do Projeto Delta do Paraíba (inédito) toda a região estudada pode ser caracterizada pela sazonalidade das precipitações (verões úmidos e invernos secos). As áreas serranas (Serra do Mar e Mantiqueira) individualiza-se por apresentarem índices pluviométricos excepcionalmente elevados durante a estação chuvosa, disto resultando totais anuais de chuvas que podem ultrapassar 2.000 mm. Nas áreas rebaixadas do médio-baixo Paraíba os totais anuais oscilam entre 1.200 e 1.500 mm, com índices de precipitação menos acentuadas durante o verão. De um modo geral a região mais seca corresponde ao baixo vale do Paraíba - área de Itaperuna e Campos que, por sua localização em relação com o padrão da circulação das massas de ar, encontra-se mais protegida da ação das frentes frias (totais anuais entre 900 e 1.100 mm).

As temperaturas médias anuais variam com a altitude. De modo geral as áreas serranas podem ser caracterizadas como mesotérmicas, registrando temperaturas médias anuais entre 17° e 21° C, enquanto as regiões rebaixadas apresentam médias de temperaturas anuais variando entre 21° e 24° C.

Vegetação e uso do solo

Acompanhando de forma mais ou menos paralela a costa podem ser encontrados alguns vestígios da Floresta Perene fôlia. Sua fisionomia exuberante ocorre tanto na Serra do Mar

quanto na Mantiqueira onde aparece sob forma de manchas. Estas ocorrências estão geralmente ligadas ao relevo acentuado, que permite o aumento de umidade local. Nas áreas mais elevadas (acima de 1.500 m) encontramos manchas de associações com Araucária, ligadas a um clima mais ameno e solos ricos e profundos. Na encosta do planalto, além de alguns remanescentes florestais, destaca-se a ocorrência de campos limpos, cuja localização restringe-se às porções mais elevadas das serras do Mar e Mantiqueira.

Todas as descrições e classificações que se possa vir a fazer das associações florísticas da área do médio-baixo vale do rio Paraíba tenderão a espelhar a interferência das atividades agro-pastoris e da expansão urbana. É praticamente impossível observar, nos dias atuais, o complexo vegetal anterior à implantação da colonização europeia. A penetração do homem pode-se fazer sentir inclusive ao longo das porções mais declivosas das encostas das serras, onde a vegetação tende a ser periodicamente destruída pelas queimadas ligadas a uma atividade agrícola semi-itinerante e exploração das reservas de madeira.

Apesar do povoamento já ter se iniciado no século XVII a ocupação efetiva da área se fez nos meados do século XIX, baseada essencialmente na atividade agrícola. O médio Paraíba funcionou como foco de irradiação da economia cafeeira na sua penetração para o interior. O plantio do café na área em estudo esteve fortemente condicionado às condições naturais (solo recoberto de mata, clima tropical, uma altitude que varia entre 300 e 900 m). Inicialmente acompanhou as margens do rio e depois expandiu-se por todo o vale. Destacaram-se como áreas ca-

feiras de maior importância as regiões de Juiz de Fora, Mar de Espanha e Além Paraíba. Com o advento das ferrovias expandiu-se a ocupação dos vales do Paraíba, rio Pomba e Muriaé.

Os cafezais que dominavam a paisagem estão hoje praticamente desaparecidos dando lugar aos pastos aproveitados para a criação de gado leiteiro. As atividades industriais encontram-se relativamente pouco desenvolvidas na área em estudo, sobressaindo Juiz de Fora como centro industrial mais importante e também mais tradicional.

4. RESULTADOS

A reconstituição dos eventos do Pleistoceno Superior e Holoceno nas encostas do Planalto Sudeste do Brasil a partir de um controle litoestratigráfico não escaparia a todos os problemas já abordados anteriormente para o Quaternário em geral. Nesta área, de relevo por demais compartimentado e com elevado índice de dissecação, as ocorrências de depósitos recentes tendem a ser muito fragmentárias. Os registros faciológicos passíveis de reprodução refletem a interdependência de todo um conjunto de variáveis físicas em resposta à atuação dos agentes atmosféricos no decorrer do tempo. Este fato, somado às complexas interações dos condicionantes naturais confere um pequeno desenvolvimento lateral e vertical, assim como frequentes descontinuidades às litofácies das sequências colúviais estudadas.

Em virtude dos problemas acima mencionados, a amostragem dos locais estudados prendeu-se à ocorrência de exposições em áreas onde o relevo apresentasse características geométricas semelhantes. Foram, assim, reproduzidas nove seções estratigráficas nas localidades de Guarará, Além Paraíba, Santa Bárbara do Tugúrio, Tebas, Barbacena (Clínia Mantiqueira), Triqueda, Goianã, Sítio Cachoeira (em Bicas) e Santos Dumont. A reprodução das seções, assim como as suas descrições detalhadas estão contidas no Anexo I.

A análise das seções visa a obtenção de sequências litoestratigráficas representativas para o diagnóstico da dinâmica de sedimentação do Quaternário Superior em ambiente de encosta. Os resultados coligidos mostraram uma série de conver-

gências possibilitando, assim, a elaboração de uma coluna litoestratigráfica preliminar para a região. Com efeito, as sequências obtidas nas secções pesquisadas vieram a mostrar a ocorrência de litofacies singulares de significado possivelmente local e, por outro lado, permitiram a identificação de outras de aparente significado regional. Estas últimas desempenharam um importante papel no estabelecimento de um arcabouço litoestratigráfico para a área em estudo e, por esta razão, foram analisadas com maior detalhamento.

A seguir são apresentadas as características faiológicas e as relações estratigráficas definidas para estas unidades consideradas como mais representativas e que serão -em consequência - utilizadas como unidades de correlação no momento em que se esboça a coluna estratigráfica preliminar.

- Facies Tebas

A facies Tebas apresenta-se geralmente com uma geometria lenticular, sendo as lentes pouco espessas (cerca de 0.5 m) e localizadas. Os materiais são predominantemente argilosos, contendo esparsos alguns grânulos de quartzo angulosos. A coloração é amarela-avermelhada em se tratando de material seco, porém torna-se vermelha viva quando contém um certo teor de umidade, e a estrutura mostra-se sempre maciça.

Na localidade-tipo assim como nas demais secções reproduzidas pode-se documentar a sua ocorrência invariavelmente em discordância direta sobre o substrato precambriano alte-

rado. O plano de descontinuidade é geralmente marcado por um alinhamento de clásticos grosseiros, predominando os fragmentos de rocha de litologias variáveis e em avançado grau de alteração (micaxistos, gnaisses, quartzitos, etc.) além do quartzo anguloso. O diâmetro dos rudáceos apresenta-se normalmente inferior a 20 centímetros.

A facies Tebas encontra-se truncada, em discordância erosiva, pelos sedimentos da facies Triqueda. Na secção da Clínica Mantiqueira, entretanto, é superposta em discordância erosiva por um material areno-síltico-argiloso amarelo, cuja ocorrência parece até o momento apresentar um caráter bastante localizado, e que interdigita com areias sílticas argilosas e areias finas sílticas com estratificação plano paralela, avermelhadas.

- Facies Triqueda

Nas secções analisadas a facies Triqueda encontra-se representada por camadas lenticulares relativamente pouco espessas (cerca de 50 cm de espessura) de sedimentos argilosos com teores variáveis de areias e siltes, contendo frequentes grânulos (menores de 5 mm) e pequenos seixos de quartzo anguloso de diâmetros geralmente inferiores a 5 cm dispersos caoticamente dentro da matriz fina de estrutura maciça. A sua coloração é vermelha amarelada, mostrando sinais de forte mosqueamento pelos óxidos de ferro.

Na localidade-tipo repousa em contato erosivo so

bre as argilas da facies Tebas. O contato entre as duas facies é acompanhado por um alinhamento descontínuo de seixos de quartzo anguloso e oxidado que apresentam diâmetros de até 5 centímetros. É superposto, em discordância erosiva, por uma concentração de seixos sub-angulosos a sub-arredondados de quartzo, parcialmente envoltos em matriz arenosa ("intact but disrupted framework" de acordo com a terminologia de Pettijohn, 1957:254) assim como materiais areno-síltico-argilosos avermelhados.

Em outra secção a facies Triqueda aflora diretamente sobre o embasamento cristalino alterado, sendo dele separada apenas por um alinhamento de seixos de quartzo sub-arredondado, cujos diâmetros não ultrapassam os 20 centímetros (ver secção de Santos Dumont).

Nas localidades de Guarará e Santos Dumont o topo da facies Triqueda mantém contato erosivo direto com a facies Guarará.

A facies Triqueda tem importante significado regional e parece apresentar, em alguns locais, espessuras bem superiores àquelas mensuradas durante os trabalhos de levantamento das secções constantes no presente texto.

- Facies Santos Dumont

É representada por camadas lenticulares cujas espessuras podem ultrapassar 1.5 metros. Tratam-se de materiais argilo-síltico-arenosos, maciços contendo esparsos alguns grã-

nulos de quartzo anguloso e feldspato bastante alterado. A coloração é amarela, tendendo a amarela avermelhada face à presença de nódulos de mosqueamento pelos óxidos de ferro.

Na localidade-tipo mantém contato basal discor-
dante com a facies Triqueda.

Em alguns locais repousa em contato discordante direto sobre o embasamento cristalino em avançado grau de alteração (secção Goianá). Em outro local - secção Cachoeira - não jaz em contato direto com o embasamento, sendo deste separada por um nível de concentração de cascalho de quartzo sub-anguloso a sub-arredondado. Na secção de Triqueda repousa em discor-
dância erosiva sobre depósitos areno-sílticos avermelhados: es-
ta última litofacies e uma cascalheira de seixos sub-angulosos a sub-arredondados de quartzo ocupam posição intermediária se-
parando as facies Santos Dumont de Triqueda.

Em geral a facies Santos Dumont encontra-se trun-
cada em discordância erosiva pela facies Santa Bárbara. A defi-
nição do contato entre as duas litofacies é sobretudo facilita-
da pela ocorrência de finas concentrações de grânulos de quartzo
anguloso ao longo do plano de descontinuidade. Localmente, po-
rém, pode-se observar a existência de um nível de concentração
de seixos de quartzo sub-angulosos a sub-arredondados de diâme-
tros inferiores a 10 cm e pobres em matriz fina ("intact but
disrupted framework") separando as duas facies - ver secção de
Goianá. Por outro lado, na secção de Guarará pode-se ainda do-
cumentar testemunhos de um paleohorizonte A (solo orgânico)acom

panhando o topo da facies Santos Dumont. Este paleossolo, parcialmente truncado pelos sedimentos da facies Santa Bárbara, está sendo presentemente submetido a datação absoluta pelo método do Carbono 14.

Deve-se salientar, finalmente, que a facies Santos Dumont parece possuir um significado regional: aparece não apenas em 6 das 9 localidades analisadas no médio-baixo vale do rio Paraíba mas também no médio vale do rio Doce.

- Facies Santa Bárbara

A facies Santa Bárbara é constituída por camadas (até 2 m de espessura) de sedimentos argilo-siltico-arenosos de coloração que varia entre amarela e amarela avermelhada devido à presença de alguns nódulos de mosqueamento pelos óxidos de ferro. A frequência relativamente elevada de grânulos de quartzo anguloso - de diâmetros inferiores a 5 mm - lhe confere um aspecto de baixo selecionamento. O material apresenta, outrossim, indícios de uma estratificação plano-paralela incipiente.

Esta facies jaz em contato discordante sobre a facies Santos Dumont. Apesar de ambos os materiais mostrarem certa semelhança quanto à coloração, propriedades texturais e estruturais - o que torna difícil uma identificação baseada nas características puramente faciológicas - puderam ser definidos como unidades estanques dentro da coluna lito-estratigráfica através da análise detalhada dos planos do contato. Na secção de Guarará o contato é marcado pelo aparecimento de um paleohorizonte

zonte A (solo "Ouro Fino"). Na localidade de Goianá interpõe-se entre as duas facies uma cascalheira constituída por seixos de quartzo sub-angulosos a sub-arredondados de diâmetro inferior a 10 cm, em "intact but disrupted framework" (matriz arenosa grosseira). Nas demais secções (Triqueda, Cachoeira e Santos Dumont) o contato inferior da facies Santa Bárbara com a facies Santos Dumont é ressaltado por um alinhamento descontínuo de grânulos de quartzo e pequenos fragmentos de rocha metafórfica intemperizada, com diâmetros sempre inferiores a 3 cm.

A facies Santa Bárbara é geralmente superposta, em inconformidade erosiva, pelos depósitos da facies Guarará. Na localidade-tipo, entretanto, as duas facies são separadas por uma cascalheira constituída por seixos de quartzo sub-angulosos a sub-arredondados, de diâmetros inferiores a 10 cm e relativamente pobre em matriz fina ("intact but disrupted framework"). Deve-se ressaltar a ocorrência de um importante hiato (talvez episódio erosivo) nas localidades de Triqueda e Cachoeira: nestas duas secções a facies Santa Bárbara é diretamente superposta, discordadamente, pelo colúvio de cobertura - ou seja - pela unidade que ocupa a posição mais superior dentro da coluna litológica atualmente em esboço.

- Facies Guarará

A facies Guarará foi caracterizada como um corpo sedimentar de ambiente de encosta, de forma lenticular e cuja espessura máxima pode atingir cerca de um metro. Trata-se de sedimentos finos com teores variáveis de siltes e areias finas e

coloração amarela-avermelhada. A pobreza em clásticos mais grossos lhe confere um aspecto relativamente homogêneo e bem selecionado. Pode apresentar localmente indícios de uma estratificação plano-paralela.

Na localidade-tipo repousa em discordância erosiva nítida sobre os depósitos argilo-arenosos aqui denominados de facies Santa Bárbara. Na localidade de Santa Bárbara, entretanto o contato inferior da litofacies em análise é marcado pela presença de uma concentração de cascalho de quartzo sub-angular a sub-arredondado, com diâmetros inferiores a 10 centímetros. O nível de enriquecimento em rudáceos apresenta espessura de cerca de 50 cm e se caracteriza por uma distribuição binodal ("closed work") e pela "intact but disrupted framework" (de acordo com a terminologia de Pettijohn, 1957).

O limite superior da facies Guarará é sempre brusco, erosivo. Na maior parte das localidades analisadas ela é superposta pela facies definida como Goianã.

Deve-se salientar que em duas localidades (seções Goianã e Além Paraíba) a litofacies Guarará interdigita com depósitos argilo-arenosos amarelos.

A facies Guarará parece ter importante significado regional, tendo sido identificada em quase todas as seções reproduzidas.

- Facies Goianã

À facies Goianã associam-se camadas pouco espessas (até 1 m de espessura) porém de forte continuidade espacial, constituídas por sedimentos finos, predominantemente argilo-silítico-arenosos contendo esparsos grânulos angulosos de quartzo de diâmetro inferior a 2 mm. Sua coloração é bruno-avermelhada e apresenta indícios de estratificação plano-paralela.

Na localidade-tipo, assim como nas demais secções, os contatos inferiores e superiores da facies Goianã são sempre bruscos e discordantes: jaz sobre a facies Guarará e é recoberta pelo colúvio de cobertura. Ao longo dos planos de contato observa-se sempre concentrações milimétricas de grânulos de quartzo sub-angulosos e de fragmentos das rochas do embasamento, bastante alteradas.

Deve-se ressaltar que nas secções de Santa Bárbara e Clínica Mantiqueira a facies Goianã encontra-se ausente. Nestas localidades ocorrem depósitos que dela se diferenciam por sua composição textural sensivelmente mais grosseira. Estes materiais parecem, entretanto, ocupar posição correspondente à da facies Goianã dentro da coluna litoestratigráfica regional. Face à escassez de dados torna-se prematura, por enquanto, qualquer tentativa de definir melhor as relações estratigráficas existentes entre as duas litofacies.

A facies Goianã parece ter importante significado regional e talvez represente um dos últimos registros da evolução das encostas da região antes dos desequilíbrios provoca-

dos pela ocupação humana. Esta hipótese poderá vir a ser testada com a utilização de dados geocronológicos a serem fornecidos pelos detritos carbonizados encontrados ao longo do plano de descontinuidade que separa a facies Guarará dos colúvios de cobertura.

Colúvio de Cobertura

Esta unidade corresponde a um capeamento extensivo, de ocorrência bastante generalizada nas secções em estudo. Apresenta espessura geralmente pequena, tornando-se mais expressivo nos ambientes de fundos de depressões.

Não chega a apresentar uma homogeneidade aparente: de estrutura maciça, pode mostrar um caráter arenoso e, neste caso, varia sensivelmente o diâmetro de grão predominante. Em outros locais elevam-se consideravelmente os teores em siltes e argilas.

Apesar de jazer em discordância sobre a facies Goianá pode-se dizer que é encontrado indiscriminadamente sobre as demais unidades da sequência aqui estudada. Nas secções de Tebas e Além Paraíba verifica-se, por outro lado, que o colúvio de cobertura encontra-se truncado por episódio de retomada de erosão que lhe foi posterior: em Tebas encontra-se ravinado, observando-se pequena "gully" totalmente preenchida por detritos heterométricos e imaturos do ponto de vista mineralógico. Em Além Paraíba observa-se atualmente a preservação de apenas alguns testemunhos isolados do colúvio de cobertura ao longo das

encostas.

Nas secções de Santa Bárbara e Triqueda o colúvio de cobertura interdigita, nos ambientes de fundo de depressão, com pequenas lentes de areias relativamente grosseiras, quartzosas e com sinal de estratificação plano-paralela.

É interessante notar que no contato basal deste colúvio de capeamento ocorrem, com frequência, fragmentos de madeira totalmente carbonizados. Tais detritos, em processo de datação absoluta pelo Carbono 14, poderão vir a evidenciar que se tratem de depósitos posteriores à ocupação da região pelo homem. Neste caso, os colúvios de cobertura poderiam ser considerados como um tipo de "made-land" (terminologia de Frye e Willman, 1970) e, neste caso, constará da coluna apenas informalmente.

4.1. Considerações Sedimentológicas

Textura

A análise dos parâmetros granulométricos tem sido amplamente utilizada para a reconstituição dos processos de deposição. Vários são os modelos existentes montados a partir de relações texturais para diferentes ambientes (Passega, 1957; Vischer, 1969, etc). Entretanto para os ambientes de encosta, são poucos os estudos que focalizam as possíveis relações entre o comportamento textural e as variações dos processos. Não constitui objetivo deste trabalho a procura de tais relações: as análises sedimentológicas visaram apenas auxiliar a caracterização das litofácies estudadas, fornecendo ainda uma noção genérica do comportamento dos materiais.

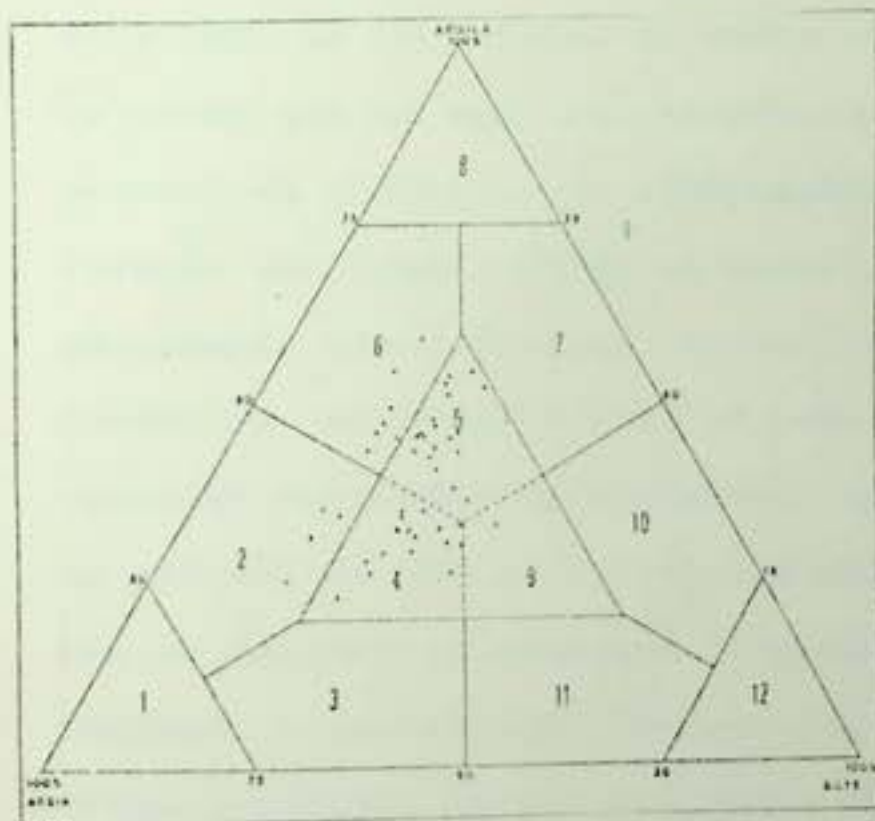


Fig. 4 - Diâmetro Triangular de nomenclatura (de acordo com o modelo de Shepard modificado por Bigarella e Salamini, 1962).

1. areia 2. areno-argiloso 3. areno-siltico 4. areno-siltico-argiloso 5. argilo-siltico-arenoso 6. argilo-arenoso 7. argilo-siltico 8. argila 9. silte-areno-argiloso 10. silte-argiloso 11. silte-arenoso 12. silte.

Através da fig.4 verifica-se uma tendência ao predomínio dos sedimentos finos, areno-siltico-argilosos a argilo-siltico-arenosos dentro das sequências analisadas. Tendo sido verificado que as curvas granulométricas tendem a se afastar de uma distribuição normal, passou-se a considerar o diâmetro médio aritmético como o parâmetro mais representativo, dentre as medidas de tendência cen-

tral para as correlações com os demais parâmetros. Pela fig. 5A, percebe-se que a granulação média dos materiais estudados encontra-se englobada predominantemente na fração silte (acima de $+ 4\phi$), estando esses valores diretamente correlacionados com os valores medianos. As medidas de tendência central, de uma maneira geral, podem vir a refletir uma relativa homogeneidade nos fluxos de energia relacionados à deposição. Os teores em silte e argila são muitos elevados (+ de 50%) e tendem a aumentar com a redução do diâmetro do grão (fig. 5B). Pela fig. 5C torna-se visível que os valores do desvio padrão não se correlacionam com os diâmetros médios. Verifica-se entretanto que todos os materiais encontram-se no domínio dos sedimentos muito mal selecionados (entre 3 e 4), o que já poderia ser esperado em se tratando de depósitos de encosta, refletindo ambiente de baixa ação seletiva. Na correlação da média com a curtosis (fig. 5D) pode-se notar que há uma leve tendência no sentido de se elevarem os valores da curtosis com a diminuição do diâmetro médio do grão em direção aos finos, porém os materiais apresentam curvas predominantemente platicúrticas, denunciando a ocorrência de modas secundárias. Através da fig. 5E pode-se analisar a assimetria dos colúvios estudados em correlação com o grão médio. Neste gráfico percebe-se que as curvas dos materiais podem apresentar valores de assimetria bastante diferenciado (SK_T de -0.60 a $+ 0.60$) tendendo a uma relação inversa com o diâmetro médio. As assimetrias positivas se reduzem com a diminuição do diâmetro do grão médio até $+ 6\phi$, quando as curvas apresentam-se quase simétricas. Continuando a decrescer o diâmetro médio, os valores de assimetria vão se tornando negativos.

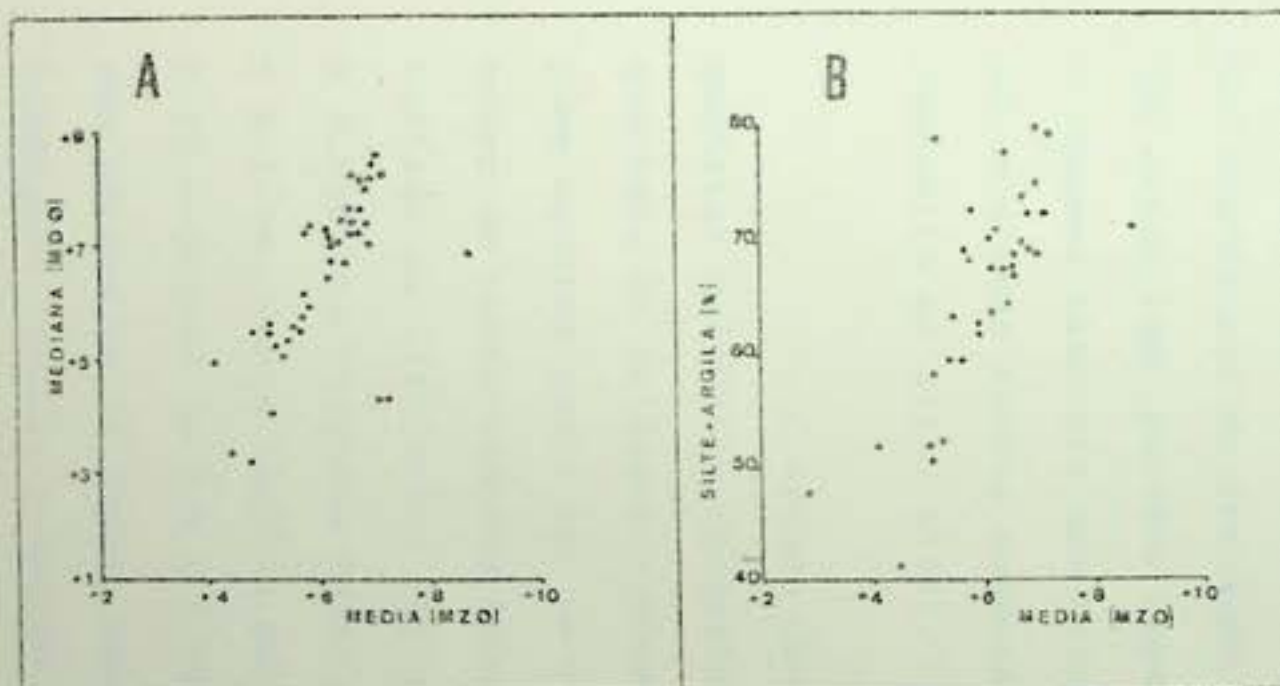
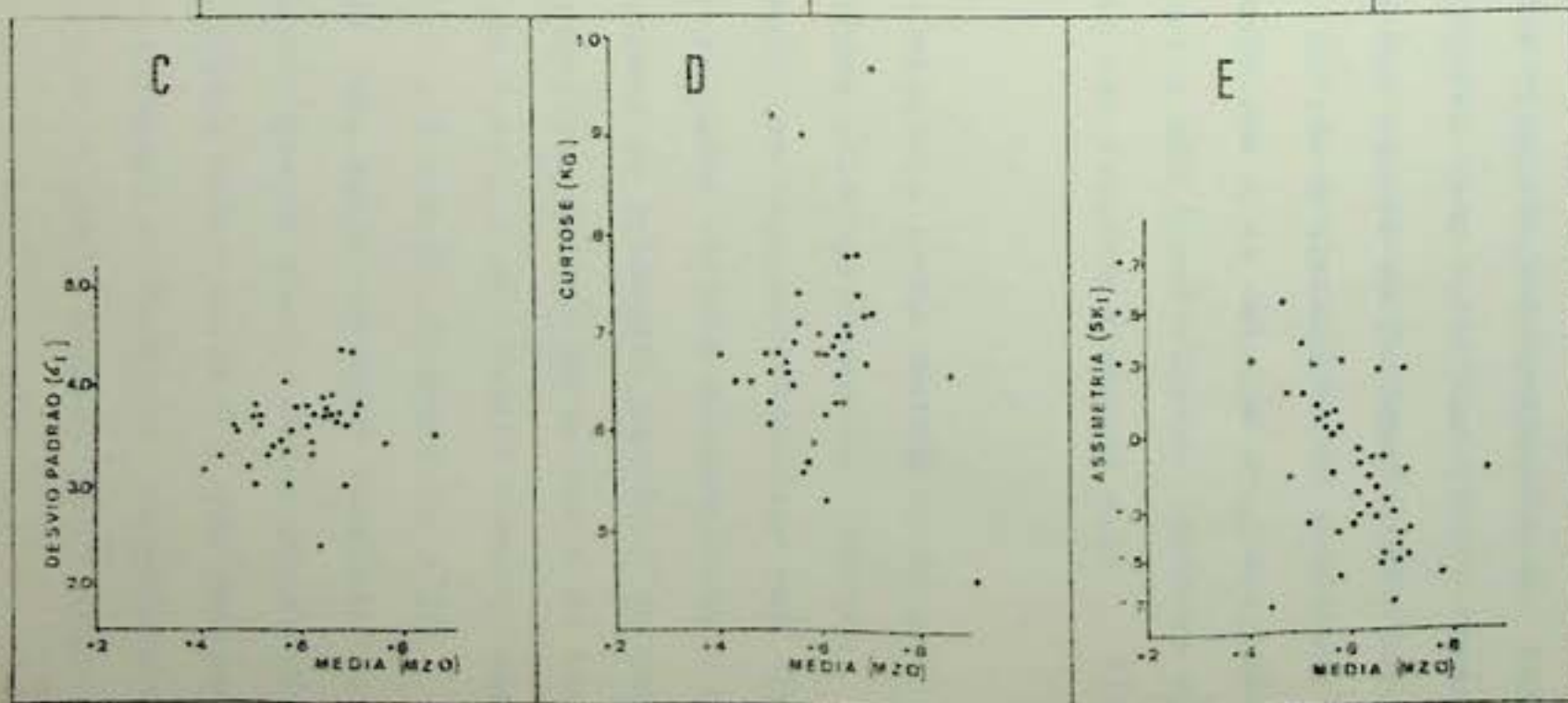


Fig.5 - Gráficos de correlação entre os diferentes parâmetros texturais



A. grão médio (Mz) e mediano (Md)
 B. grão médio (Mz) e silte + argila
 C. grão médio (Mz) e desvio padrão (σ_1)
 D. grão médio (Mz) e curtosis (K)
 E. grão médio (Mz) e assimetria (SK_1)

Mineralogia

O estudo dos teores em feldspato encontrados nos sedimentos, vem sendo referidos na literatura como parâmetros indicadores da intensidade do intemperismo (Pettijohn, 1957; Polack, 1961, etc.). Os teores elevados nas frações mais finas são explicados por Polack (1961) e Monteiro et alli (1975) como resultantes da fragmentação dos cristais intemperizados ao longo dos planos de clivagem. Por outro lado Pettijohn (1957) ressalta a tendência à diminuição dos teores em feldspato para jusante, nos canais de drenagem, devido à diminuição do gradiente. Por outro lado estudos específicos e de detalhe do comportamento desses minerais nos colúvios são insuficientes. Sabe-se apenas que seus teores aumentam nas frações arenosas mais finas (Monteiro et alli, 1976).

O estudo dos minerais leves mostrou serem as sequências colúviais constituídas principalmente de cristais de quartzo. Os feldspatos somente tem representatividade nas frações menores que + 1φ. Os resultados obtidos evidenciaram não haver um comportamento homogêneo do feldspato passível de caracterizar as litofácies regionais (na fácies Tebas varia de 11.45 a 3.65%, na Triqueda varia de 9.45 a 1.8%, Santos Dumont entre 5 a 1.7%, Santa Bárbara entre 5.5 a 0.2%, Guarará de 3.25 a 0.0% e Goianã de 0.9 a 1.9%). Uma maior ou menor significância dos teores em feldspato nas litofácies parece estar associada a condições locais: a Secção Clínia Mantiqueira é a que apresenta os valores percentuais mais elevados de feldspato na sequência de litofácies (fácies Tebas com 11.45% e Guarará com 3.25%); na

Secção Tebas os valores de feldspato são os mais baixos (facies Tebas com 3.65%, Triqueda com 1.9%, Guararã 0.9% e Goianã com 1.3%). De uma maneira geral os teores em feldspato tendem a de crescer em direção as camadas mais recentes; este fato documenta um maior intemperismo dos sedimentos mais jovens e/ou retrabalhamentos sucessivos dos materiais dentro das sequências. En tretanto, verificou-se que a facies Goianã foge a este comportamento: ela tende a enriquecer-se ligeiramente em feldspato quando comparada às litofacies subjacentes nas localidades de Goianã e Tebas. Tal situação pode sugerir uma ação erosiva que foi capaz de atingir o substrato cristalino alterado.

5. COMENTÁRIOS E DISCUSSÕES

No que concerne à evolução da região durante o Quaternário Superior, os resultados obtidos evidenciam uma sedimentação com características relativamente homogêneas dentro do ambiente estudado (encosta). Este fato torna-se importante pois a área pesquisada é relativamente extensa - mais de 1.000 km² - recobrando uma parte expressiva do planalto sudeste do Brasil. Por outro lado, a sedimentação coluvial, caracteristicamente descontínua no espaço, não escaparia à geração de sequências litoestratigráficas incompletas. Com efeito, nenhuma das seções reproduzidas foi capaz de apresentar testemunhos materiais de todos os episódios de colúviação diagnosticados até o momento.

Uma análise detalhada das sequências litoestratigráficas encontradas mostra imediatamente inúmeras convergências de comportamento, seja na composição das litofacies como na geometria das mesmas. Numa primeira constatação verifica-se que os contatos entre as diferentes litofacies se processam sempre de maneira erosiva. Hiatos erosivos ocorrem com relativa frequência denunciando uma deposição descontínua também no decorrer do tempo. Em consequência as litofacies de caráter regional assumem grande importância na definição das sequências litoestratigráficas as quais, por sua vez, possibilitam o estabelecimento das primeiras correlações (ver Fig. 6).

Dentro das sequências de litofacies consideradas como de representatividade regional são individualizados três sistemas distintos: a) sequência coluvial inferior associada a

solos bastante evoluídos e bem estruturados (estruturas secundárias ou pedológicas em blocos angulares e subangulares) com coloração avermelhada mosqueada pelos óxidos de ferro. Este sistema inferior é representado pelas facies Tebas e Triqueda; b) a sequência intermediária é constituída por materiais coluviais que apresentam solos menos desenvolvidos (estrutura granular) e de coloração tendendo ao amarelo. Dentre as facies de significado regional, este sistema encontra-se representado até o momento pelas facies Santos Dumont, Santa Bárbara e Guarará; c) finalmente a superior, caracterizada pela ocorrência de sedimentos coluviais brunos e com pedogênese pouco desenvolvida - estrutura granular incipiente. Encontra-se representada pela facies Goianá e pelo colúvio de cobertura.

As sequências pleistocênicas ocorrem sempre em discordância erosiva sobre o Precambriano alterado, sendo o contato basal frequentemente marcado por concentrações de rudáceos. Nas secções onde este contato se faz com a sequência inferior o plano de descontinuidade é acompanhado por concentrações de seixos angulosos de litologias variadas (linhas de seixos). Quando a sequência média jaz diretamente sobre o Precambriano o contato erosivo é, em algumas secções, delineado por concentrações de mais espessas - cascalheiras - de seixos rolados de quartzo.

Lentes de seixos rolados de quartzo tem recorrência frequente e ocupam posições bem definidas dentro da coluna litoestratigráfica em elaboração, especialmente no domínio da "sequência intermediária". A presença ou inexistência destas cascalheiras nas secções levantadas não parece, no entanto, ser

ORNO. ESTRATIGRAFIA	L I T O E S T R A T I G R A F I A										
	GUARÁ	ALÉM PARAIBA	SANTA BÁRBARA	TEBAS	CLINICA MANTIQUEIRA	TRIQUEIRA	GUARÁ	SITIO CADEIRA	SANTOS DUMENT		
H O L O C E N O		EGCÃO		DEPÓSITO DE RAVINA EGCÃO							
	CEL. DE COBERTURA	CEL. DE COBERTURA	CELAVIO DE COBERTURA } AREIA	CEL. DE COBERTURA	CEL. DE COBERTURA	CELAVIO DE COBERTURA } AREIA	CEL. DE COBERTURA	CEL. DE COBERTURA	CEL. DE COBERTURA		
	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		
	GUARÁ	GUARÁ	AREIA ARGILOSA	GUARÁ	AREIA ARGILOSA		GUARÁ		GUARÁ		
	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		EGCÃO		EGCÃO		
	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	AREIA ARENOSA	
	GUARÁ	GUARÁ	AREIA ARENOSA	GUARÁ	GUARÁ	GUARÁ	GUARÁ	AREIA ARENOSA	GUARÁ	GUARÁ	
	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	
	SANTA BÁRBARA		SANTA BÁRBARA					SANTA BÁRBARA		SANTA BÁRBARA	SANTA BÁRBARA
	EGCÃO		EGCÃO					EGCÃO		EGCÃO	EGCÃO
SOLD OUO FIM				EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		
SANTOS DUMENT			AREIAS ESTRATIFICADAS		AREIA ESTRATIFICADA	AREIA SILTICA	SANTOS DUMENT	SANTOS DUMENT	SANTOS DUMENT		
EGCÃO	AREIA SILTICA	EGCÃO	AREIA SILTICA	AREIA SILTICA	AREIA SILTICA	AREIA SILTICA	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		
TRIQUEIRA	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		
TRIQUEIRA				TRIQUEIRA	TRIQUEIRA	TRIQUEIRA	TRIQUEIRA	TRIQUEIRA	TRIQUEIRA		
EGCÃO				EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		
TEBAS				TEBAS	TEBAS	TEBAS	TEBAS	TEBAS	TEBAS		
SEDES ANELADAS				SEDES ANELADAS	SEDES ANELADAS	SEDES ANELADAS	SEDES ANELADAS	SEDES ANELADAS	SEDES ANELADAS (7)		
EGCÃO				EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO	EGCÃO		

Fig. 6 - Coluna litoestratigráfica preliminar para o Quaternário Superior do médio-baixo vale do rio Paraíba do Sul.

um problema a ser explicado por considerações de cunho puramente estratigráfico no estágio atual da pesquisa: as concentrações de quartzo rolado resultam de uma dinâmica de sedimentação localizada, associada à presença de antigos canais de drenagem. A amostragem das secções preferencialmente na meia encosta tende a tornar aleatório o aparecimento destes depósitos ligados ao ambiente fluvial.

Todos os contatos erosivos entre as diferentes litofacies tendem a ser acompanhados por alinhamentos, geralmente descontínuos, de clásticos mais grosseiros (variando o diâmetro de grão entre poucos milímetros e vários centímetros) e de litologias variáveis com predomínio do quartzo. Pela conceituação de "linha de seixo" de Parizek e Woodruff (1957) apenas os alinhamentos constituídos por clásticos de diâmetro superior a 4 mm podem ser considerados como "linhas de seixos". Nos contatos evidenciados pelas secções estudadas ocorrem portanto linhas de seixos e também linhas de grânulos. A observação de concentrações de grosseiros caracterizados por diâmetros de grão os mais variados leva a uma série de questionamentos no que se refere às teorias clássicas de interpretação do significado destas feições.

Pela análise da coluna litoestratigráfica são ressaltados ainda outros aspectos interessantes apresentados pela sedimentação nas encostas. As condições do relevo parecem influir fortemente na existência de hiatos importantes dentro das sequências litoestratigráficas reproduzidas no presente estudo. Pela figura 7 percebe-se que a preservação dos testemunhos mais

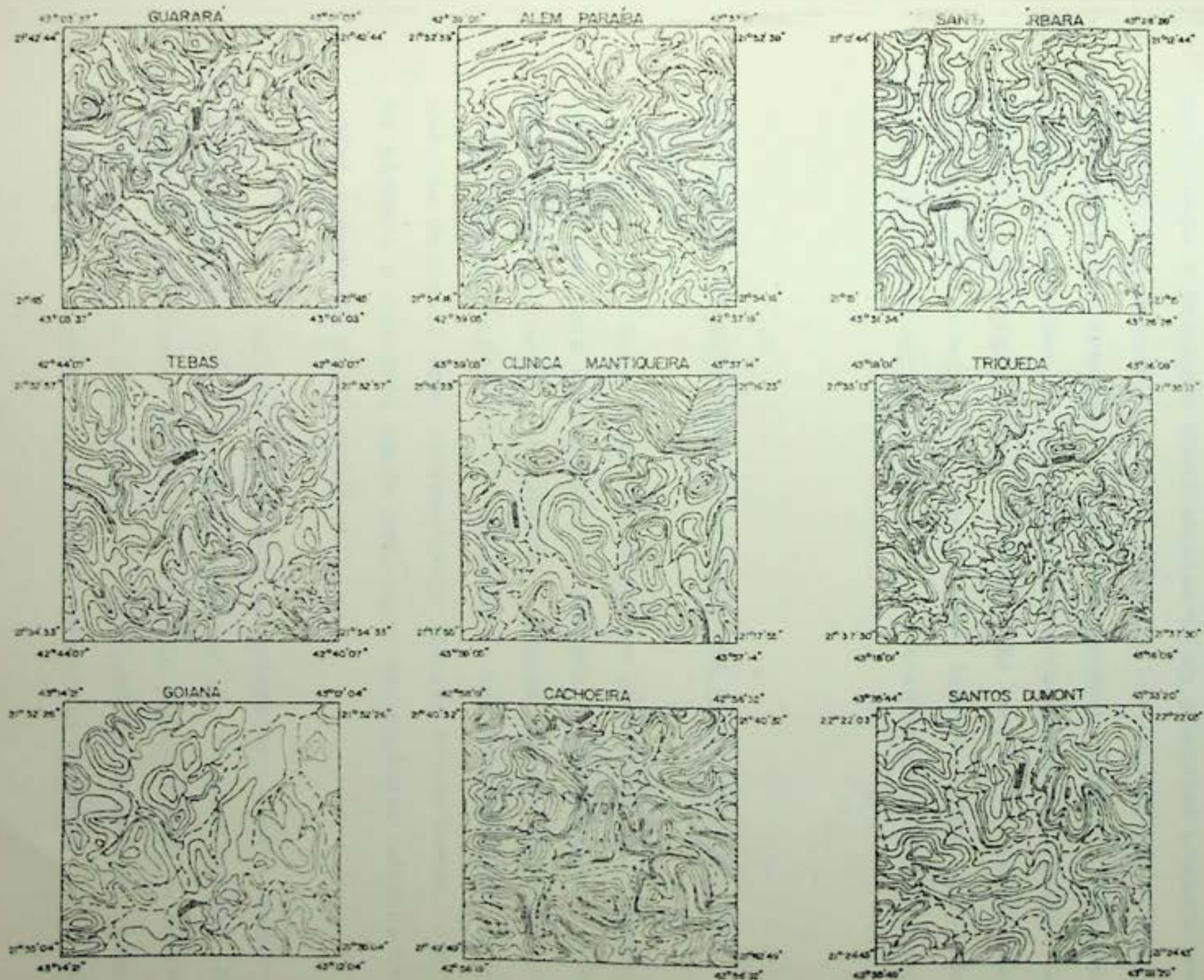


Fig.7 - Localização das secções reproduzidas

LÍNIAS DE NIVEL.

 DRENAGEM.

 SEÇÃO LEVANTADA.

ESCALA
 0 500 1000 500m
 1:25,000

completos da evolução das encostas no Neokuaternário associa-se aos locais de topografia mais suave, colinas rebaixadas e fundos de vales abertos e parcialmente colmatados (áreas com desnivelamentos inferiores a 200 metros). Nos domínios do planalto onde a drenagem atual encaixa-se no substrato precambriano aumenta a probabilidade de ocorrerem hiatos mais significativos dentro das sequências. Como exemplo desta última situação cita-se as secções de Triqueda e Sitio Cachoeira, nas quais a pobreza em vestígios de uma sedimentação recente - sequências intermediária e superior - pode talvez ligar-se a uma atividade erosiva significativa dentro destes ambientes de mais alta energia.

Correlações estratigráficas preliminares com o médio rio Doce

Numa tentativa de melhor posicionar as sequências obtidas para os depósitos de encosta do médio-baixo vale do Paraíba procurou-se estabelecer algumas correlações preliminares com as evidências já estudadas na bacia do rio Doce. A sequência descrita como intermediária (facies Santos Dumont, Santa Bárbara e Guarará) assim como parte da sequência inferior ocorre também no médio rio Doce.

No médio rio Casca - córrego Ouro Fino - pesquisas de Machado (não publicadas) mostram que a facies Triqueda é truncada pela Santos Dumont em cujo topo desenvolve-se um horizonte A orgânico (Solo Ouro Fino - em processo de datação pelo Carbono 14). O mesmo paleossolo é encontrado em Naque e na

secção de Guarará, onde ocupa a mesma posição estratigráfica que na área-tipo.

Ainda no rio Doce o Solo Ouro Fino é truncado pelos depósitos arenosos fluviais da Formação Ipatinga (Paepe e Meis, não publicado), cujo membro inferior foi datado por Pflug (1969) em cerca de 14.000 anos BP. O membro médio da mesma Formação - datado em 10.000 anos BP por Meis e Monteiro (1979) - é truncado em Naque pela facies Guarará.

Tendo como base os resultados geocronológicos do rio Doce foi tentada uma primeira aproximação cronostratigráfica para as sequências coluviais do médio-baixo vale do rio Paraíba. Nesta fase inicial do trabalho de reconstituição dos eventos do Quaternário Superior das duas áreas prefere-se, por enquanto, abordar a Cronostratigrafia a nível de Série. Assim sendo, a Serie Pleistocênica englobaria, em princípio, a parte inferior da sequência litostratigráfica considerada aqui como intermediária (até a facies Santos Dumont). A sequência intermediária seria transgressiva no tempo, prolongando-se pelo Holoceno. (ver fig. 6).

6. CONCLUSÕES

À primeira vista, a paisagem do planalto sudeste do Brasil apresenta características topográficas relativamente simples. As feições geomorfológicas tomam um caráter repetitivo, onde sobressaem as colinas suaves de formas convexo-côncavas. No entanto, quando se procura entender a evolução desta área durante o Quaternário Superior, a partir dos registros apresentados pelas encostas, os resultados revelam que a simplicidade das formas é apenas aparente. As vertentes representam, por definição, ambientes altamente instáveis e dinâmicos, mostrando-se porém capazes de preservarem os testemunhos dos eventos antigos.

A geometria da encosta resulta de uma interação entre os impulsos climáticos (fator ativo) e as propriedades do meio sólido (fatores passivos). Variações na frequência dos impactos climáticos de diferentes intensidades sobre as encostas - definidas como planos de energia potencial - explicam o dinamismo do sistema. A morfologia da vertente será, em princípio, a resultante atual destes sucessivos reajustamentos, que poderão ou não apagar totalmente os vestígios dos episódios anteriores. Tais mecanismos levarão também a retrabalhamentos frequentes dos sedimentos herdados de episódios anteriores. Entretanto, a sequência estratigráfica, mesmo quando localmente incompleta, poderá fornecer indícios não abstratos porém materiais da complexidade da evolução.

No presente estudo foram individualizadas três sequências coluviais onde os contatos inter e intrasequência de

litofácies são sempre erosivos, mostrando truncamentos que se sucedem desde os interflúvios até o eixo dos anfiteatros. Esta alta sensibilidade das encostas às variações das condições geoambientais no decorrer do tempo confirma os resultados obtidos por Meis e Monteiro (1979) para os "complexos de rampa" descritos no médio rio Doce.

A reprodução das secções em cortes transversais aos anfiteatros ("hollows") na meia encosta possibilitou a detecção de um maior número de testemunhos materiais da evolução, promovendo ainda uma relativa convergência nas sequências das litofácies. Por outro lado, foi possível também inferir relações entre as sequências litoestratigráficas e a morfologia dos complexos de rampas. A sequência inferior encontra seus representantes mais significativos nos esporões (interflúvios), enquanto as sequências intermediárias e superior tendem a se desenvolver nas depressões onde as facies mais recentes vão ganhando maior importância.

Os contatos erosivos são marcados por linhas de seixos cujos diâmetros tem grande amplitude de variação. Deve-se ressaltar que descontinuidades apresentadas pelas sequências de depósitos de encosta vem sendo diagnosticadas frequentemente na literatura a partir da ocorrência de linhas de seixos (Ruhe, 1959; Tricart, 1959; Bigarella et alii, 1965; Fölster, 1969 ; Journaux, 1975, etc.). Para Ruhe (1959), recorrências cíclicas dos processos de pedimentação gerariam inversões da topografia local, com formação de uma linha de seixos sub-paralela à topografia atual e fossilizada por um manto coluvial fino ou pedi-

sedimento. Este autor considera o processo de pedimentação como ligado a um recuo da encosta e à sedimentação unidirecional ao longo de um plano inclinado. A evolução das rampas, por outro lado, mostra que a erosão e a sedimentação se desenvolvem simultaneamente em vários planos inclinados e são pluridirecionais, convergindo na direção dos fundos dos anfiteatros. A alternância de fases erosivas e deposicionais verificada dentro do ambiente estudado não parece documentar mudanças climáticas e sim variações nas taxas de erosão decorrentes da sensibilidade apresentada pelo meio aos eventos de diferentes magnitudes. Assim, no "sistema de rampas", cada fase erosiva pode dar origem aos alinhamentos de seixos e à deposição de um manto coluvial, cuja espessura varia de acordo com o seu posicionamento na encosta. Desta forma, nos "complexos de rampa", parecem ocorrer sucessivos retrabalhamentos dos materiais coluviais ligados aos episódios antecedentes. Deste mecanismo devem resultar unidades deposicionais de importante significado morfoestratigráfico e cujo significado climático ainda é desconhecido.

No médio-baixo vale do rio Paraíba encontraram-se vários níveis de cascalheiras de quartzo sub-anguloso a sub-arredondado. A existência de cascalheiras também tem sido utilizada na literatura como um referencial para o estabelecimento de relações cronoestratigráficas, considerando-se estas feições como indicadores paleoclimáticos. Os resultados aqui apresentados mostram serem estas unidades recorrentes no tempo. Enquanto as "linhas de seixos" representam estruturas frágeis na seqüência litoestratigráfica do Quaternário Superior, as cascalheiras parecem ser de mais fácil preservação. Denunciam re

trabalhamentos de depósitos aluviais mais antigos, pois mostram sempre um percentual de seixos sub-angulosos ao lado de outros arredondados. Através dos resultados obtidos neste estudo podemos concluir que as linhas de seixos isoladamente podem testemunhar apenas fases erosivas, delimitando praticamente todas as litofacies. As cascalheiras por sua vez, apresentam-se de maneira aleatória nos diferentes segmentos de encosta, aumentando as probabilidades de sua ocorrência quanto mais próximas estiverem as exposições da zona de influência do ambiente fluvial: as concentrações de seixos associam-se a condicionantes físicos locais, ou seja, à existência de paleocanais. Torna-se, portanto, perigosa a inferência de condições paleoclimáticas e as deduções de natureza cronoestratigráficas a partir do reconhecimento isolado que qualquer uma das litofacies anteriormente discutidas. Acredita-se que tanto as linhas de seixos como as cascalheiras necessitam serem posicionadas nas sequências litoestratigráficas, pois somente desta maneira poderão ter o seu significado paleoclimático melhor definido.

Nesta etapa inicial da pesquisa não se ambicionou encontrar soluções para os inúmeros e complexos problemas do Quaternário Superior do Planalto Sudeste do Brasil. A elaboração da curva paleoclimática representa o objetivo final almejado pela linha de pesquisa. O presente trabalho deve ser considerado apenas como um primeiro ensaio, através do qual se objetiva testar o emprego de um enfoque metodológico frequentemente recomendado na literatura porém pouco utilizado na prática. Os resultados obtidos deixam patente a importância da conjugação dos critérios geomorfológico e estratigráfico. Retomando as pa-

lavras de Fairbridge (1969) considera-se que um bom geomorfólogo deve ser também um bom estratígrafo pois, apesar de existir especialização na ciência, a fragmentação do raciocínio necessita ser evitada.

7. BIBLIOGRAFIA

- Ab'Saber, Aziz N., 1967. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. *Orientação* 3 : 45-58.
- Almeida, F.F.M.; Hasui, Y. e Carneiro, C.D.R., 1976. Lineamento de Além Paraíba. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 47 (3/4): 575 pp.
- Asmus, H.E. e Ferrari, A.L., 1978. Hipóteses sobre a causa do tectonismo Cenozóico na região sudeste do Brasil. In: *Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste brasileira. Série projeto REMAC* 4: 7-24.
- Bigarella, J.J. e Salamuni, R., 1962. Caracteres texturais dos sedimentos da bacia de Curitiba. *Bol. Univ. Paraná. Geol.* 7: 164 pp.
- Bigarella, J.J. e Ab'Saber, A.N., 1964. Paläogeographische und Paläoklimatische Aspekte des Känozoikums in Sudbrasilien. *Zeitschr. für Geomorph.* 8: 286-312.
- Bigarella, J.J. e Andrade, G.O., 1965. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. *Geol. Soc. America Sp. Paper* 84: 433-451.
- Bigarella, J.J. e Mousinho, M.R., 1965. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Bol. Paraná. Geogr.* 16/17: 153-197.

- Bigarella, J.J. e Mousinho, M.R., 1965. Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos. Bol. Paran. Geogr. 16/17: 7-16.
- Bigarella, J.J.; Mousinho, M.R. e Silva, J.X., 1965. Considerações a respeito da evolução das vertentes. Bol. Paran. de Geografia 16/17: 85-116.
- Bigarella, J.J.; Mousinho, M.R. e Silva, J.X., 1965. Processes and Environments of the Brazilian Quaternary. Symposium on cold climate processes and Environments, VII INQUA Congress, Faibanks. Imp. da Univ. do Paraná.
- Brandalise, L.A.; Ribeiro, J.H. e Ferrari, P.G., 1976. Relatório final (inéditos). Projeto Vale do Paraíba do Sul. Belo Horizonte, CPRM, 411 p.
- Climap, 1976. The Surface¹ of the Ice - AGE Earth - Science. 191 (4232): 1131-1137.
- Cordani, U.; Delhal, J. e Ledent, D., 1973. Orogeneses superposées dans le Precambrien du Brésil Sud. Oriental. Rev. Bras. Geoc. 3: 1-22.
- Davis, W.M., 1954. Geographical Essays. Dover Publ. Inc. Londres.
- De Martonne, E., 1943. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. Rev. Bras. Geogr., 5(4): 532-550.

Desnoyers, J., 1829. Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte; précédés d'un aperçu de la non-simultanéité des bassins tertiaires. Ann. Sci. Nat. 16(171): 402.

Ebert, H., 1955. Pesquisa na parte Sudeste do Estado de Minas Gerais. In: Lamago, A. R. 1954. Relatório Anual do Diretor. Divisão de Geologia e Mineralogia, 10 p.

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

Emiliani, C. e Flint, R.F., 1963. The Pleistocene record. In: The Sea, vol. 3, ed. Hill, M.N. London: 888 pp.

Fairbridge, R.W., 1969. Quaternary Period. In: "Encyclopedia of Geomorphology. Ed. R.W. Fairbridge, Reinhold Book Co: 912-931.

Flint, R.F., 1947. Glacial Geology and the Pleistocene Epoch. John Wiley & Sons, New York.

Flint, R.F., 1965. The Quaternary System in the Quaternary, vol. I, General editor Kalervo Pankama. Interscience Publ., NY.

Folk, R.L. e Ward, W.C., 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. J.Sed. Petrol. 27 : 3-26.

- Folk, R.L., 1968. Petrology of sedimentary rocks. Univ. Texas , Geol. 370 K, Hemphill's, Austin: 170 pp.
- Fölster, H., 1969. Slope development in SW - Nigeria during late Pleistocene and Holocene. Giessener Geographische Schriften, Heft 20 : 3-56.
- Forbes, E., 1846. On the connection between the distribution of the existing fauna and flora of the British Isles, and the Geological changes which affected their area, especially during the epoch of the Northern Drift. Geol. Surv. Gt. Brit. Mem. 1: 336-342.
- Frye, J.C. e Leonard, A. R. , 1954. Some problems of alluvial Terrace mapping. Amer. J. Sci. 252: 242-251.
- Frye, J.C. e Willman, H.B., 1960. Classification of the Wisconsinan stage in the lake Michigan Glacial Lobe - Illinois State, Geol. Survey Circular, 258: 1-16.
- Gabriel, A. e Cox, E.P., 1929. A staining method for the quantitative determination of certain rock minerals. Amer. Mineral 14: 290-292.
- Gallego, L., 1971. O SE: O clima tropical de altitude. A natureza e a orientação das massas de ar. Curso para professores de Geogr., IBGE, 17: 32-36.
- Gilbert, G.K., 1887. Land Sculpture in the Henry Mountains US Geograph. and Geol. Survey of the Rocky Mountain Region.

- Hack, J.T., 1960. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. Am. Journ. of Sciences, Bradley volume 258 A: 80-97.
- Hack, J.T., 1965. Geomorphology of the Shenandoah valley, Virginia and West Virginia and origin of the residual on deposits. U.S. Geol. Survey prof. Paper 484: 1-84.
- Hayes, J.R. e Klugman, M.A., 1959. Feldspar staining methods. J. sed. Petrol. 29: 227-232.
- Hasui, Y.; Sadowski, G.R. e Carneiro, C.D.R., 1976. Considerações sobre a estratigrafia do Precambriano no Estado de São Paulo. Bol. IG 9 USP: 107-113.
- Journaux, A., 1975. Recherches geomorphologiques en Amazonie brésilienne. Bol. 20 do Centre de Geomorph. de Caen., CNRS:67pp.
- King, L.C., 1956. A geomorfologia do Brasil Oriental. Rev. Bras. de Geografia, 18(2): 147-266.
- Lamego, A.R., 1946. Análise tectônica e morfológica do sistema Mantiqueira, Brasil. Anuário do II Congresso Panamericano de Engenharia de Minas e Geologia. V.III: 247-326.
- Lyell, C., 1839. Nouveaux éléments de Géologie. Paris.
- Meis, M.R.M., 1977. As unidades morfoestratigráficas neokuaternárias do médio vale do rio Doce. Anais da Ac. Bras. Ciências, 49: 443-459.

- Meis, M.R.M. e Monteiro, A.M.F., 1979. Upper Quaternary Rampas: Doce river valley, Southeastern Brazilian plateau. *Zeitschrift für Geomorph.* 23(2): 131-151.
- Monteiro, A.M.F.; Coelho Netto Silva, A.L.; Silva, J.R.; Cardoso, L.F. e Meis, M.R.M., 1974. Considerações sobre os alúvios recentes da região da serra do Mar, RJ. *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, v. 1: 421-426.
- Morrison, B. R. The Pleistocene-Holocene boundary: an evaluation of the various criteria used for determining it on a provincial basis and suggestions for establishing (inédito).
- Nikifarova, K.V. e Krasnov, I.I., 1976. Stratigraphic scheme of Upper Pliocene and Quaternary deposits in the European part of the U.S.S.R. in "Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere", IGCP-INQUA: 339-347.
- Nimer, E., 1971. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à climatologia dinâmica. Subsídios à Geogr. Regional do Brasil. *Rev. Bras. de Geografia* 34: 3-48.
- Nimer, E., 1971. Análise dinâmica da precipitação pluviométrica na região serrana do SE do Brasil, especialmente na Serra do Mar. *Rev. Bras. de Geogr.* 33: 55-162.
- Paepe, R., inédito. Progress Report on the activity in the rio Doce Basin. Relatório encaminhado à Academia Brasileira de Ciências.

- Paepe, R., inédito. Long and short distance aspects in Quaternary Geology.
- Parizek, E.J. e Woodruff, J.F., 1957. Description and origin of stone layers in soils of the southeastern States. J.Geol. 65: 24-34.
- Passega, R., 1957. Texture as a characteristic of clastic deposition. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 41: 1942-1984.
- Penck, A. e Brückner, E., 1909. Die Alpen un Eiszeitalter. Leipzig.
- Penck, W., 1953. Morphological Analysis of Land forms. MacMillan and Co., London.
- Pettijohn, F.J., 1957. Sedimentary rocks. Harper and Bros. New York, 718 pp.
- Pflug, R., 1969. Das Überschüttungs relief des rio Doce, Brasilien. Zeitschr. für Geomorph. 13: 141-62.
- Pflug, R., 1969. Quaternary lakes of Eastern Brazil. Photogrammetria 24: 29-35.
- Polack, J.M., 1961. Significance of compositional and textural properties of south canadian river channel sands, New Mexico, Texas and Oklahoma. J.Sed.Petrol. 31:15-37.

- Reboul, H., 1833. Géologie de la période quaternaire, et introduction a l'histoire ancienne. Paris.
- Roncarati, H. e Neves, L.E., 1976. Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da baixada de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro. CENPES, Petrobrás.
- Rosier, G.F., 1953. Chronologie du Precambrien dans la région de la Serra dos Órgãos (Etat de Rio de Janeiro) 199 Congr. Int., Alger 1952 - Comptes Rendus sect. 1 fasc. 1: 111-113.
- Rosier, G.F., 1965. Pesquisas geológicas na parte oriental do Estado do Rio de Janeiro e na parte vizinha do Estado de Minas Gerais. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, 222: 1-41.
- Ruelian, G.F., 1951. Problemas do relevo e da estrutura do Brasil. Bol. Geogr. 102: 620-624.
- Ruhe, R.V., 1959. Stone lines in soils. Soil Science 87: 223-231.
- Russell, R.J., 1964. Duration of the Quaternary and its subdivisions. Proc. Nat. Acad. Sci. 52(3): 790-796.
- Sundborg, A., 1967. Some aspects of fluvial sediments and fluvial morphology. 1. General views and graphic methods. Geogr. Annaler 38: 127-316.

- Tricart, J., 1959. Divisão morfoclimática do Brasil Atlântico Central. Boletim Paulista de Geografia (31): 3-44.
- Tricart, J., 1959. Informações para a interpretação paleogeográfica dos cascalheiros. Notícia Geomorfológica 4: 1-11.
- Visher, G.S., 1969. Grain size distributions and depositional processes. J.Sed.Petrol. 39: 1074-1106.
- Washburne, C.W., 1939. Geologia do petróleo do Estado de São Paulo. Min.Agric. , DNPM, 228 pp.
- Willman, H.B. e Frye, J.C., 1970. Pleistocene Stratigraphy of Illinois. Illinois State Geol. Survey Bull 94: 204 pp.
- Woldstedt, P., 1958. Das Eiszeitalter: Grundlinien einer Geologie des Quartärs - Band II. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart: 438 pp.
- Zagwijn, W.H., 1963. Pleistocene Stratigraphy in the Netherlands based on changes in vegetation and climate. Verh.Kon.Ned. Geol. Mij. Gen. Geol. 21(2): 173-196.
- Zonneveld, J.I.S., 1975. Some problems of Tropical Geomorphology. Geomorph. N.F. 19/4 : 377-392.

A N E X O I

DESCRIÇÃO E REPRODUÇÃO DAS SECÇÕES LITOESTRATIGRÁFICAS

SECÇÃO GUARARÁ

1. Gnaisse alterado.
2. Linha seixos angulosos de fragmentos de rocha e quartzo de diâmetro até 15 cm.
3. Material predominantemente argiloso de cor amarela avermelhada (5YR-6/8), contendo grânulos pouco frequentes de quartzo anguloso de diâmetro inferior a 1 cm. Não apresenta indícios visíveis de estruturas primárias (facies Tebas).
4. Material argilo-arenoso de cor avermelhada (5YR-6/8), contém esparsos fragmentos de quartzo anguloso de diâmetros inferiores a 5 cm dispersos na matriz. Ocorre também com mais frequência grânulos de até 1 cm de diâmetro. Não apresenta indícios de estrutura primária e é muito mal selecionado (facies Santos Dumont).
5. Material argilo-arenoso amarelo (10YR-7/8) com grânulos pouco frequentes de quartzo anguloso até 2 mm. Sem estrutura visível e mal selecionado (facies Santos Dumont).
6. Paleossolo - Horizonte A orgânico Solo "Ouro Fino".
7. Material argilo-arenoso de cor amarela avermelhada (7.5YR-7/8) com frequentes grânulos de quartzo e feldspato de diâmetro inferior a 2 mm. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela e baixo selecionamento (facies Santa Bárbara).
8. Material areno-siltico de cor amarela avermelhada (7.5YR-7/8) relativamente selecionado e apresenta indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
9. Material siltico-arenoso de cor amarela brunada (10YR-6/8), contendo leitos com enriquecimento de grânulos de quartzo e feldspato menores que 5 mm. Ocasionalmente ocorrem fragmen-

tos de rocha alterada de até 5 cm de diâmetro.

10. Material areno-siltico bruno-amarelado (10YR-5/8) contém grânulos pouco frequentes de quartzo inferiores a 2 mm. Apresenta alguns indícios de estratificação plano-paralela e baixo selecionamento (facies Goianá).
11. Material argilo-arenoso bruno amarelado (10YR-5/6), poucos grânulos de quartzo anguloso inferiores a 2 mm. Aparentemente sem estrutura e baixo selecionamento (colúvio de cobertura).

SECÇÃO ALÉM PARAÍBA

1. Gnaisse alterado.
2. Material siltico de cor amarela-avermelhada (10YR-6/6) contendo grânulos frequentes de quartzo anguloso inferiores a 2 mm, a parentemente sem estrutura visível e mal selecionado.
3. Material areno-siltico de cor amarela (10YR-7/8) contém grânulos de quartzo angulosos pouco frequentes inferiores a 5 mm. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela e de baixo selecionamento.
4. Material arenoso fino com silte de cor amarela avermelhada (10YR-6/6) aparentemente bem selecionado, apresentando indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
5. Material arenoso com silte de cor amarela brunada (10YR-6/8), contém grânulos pouco frequentes de quartzo angulosos de diâmetro inferiores a 2 mm. Apresenta relativa seleção e indícios de estratificação plano-paralela (facies Goianã).
6. Material areno-argiloso de cor bruno amarelada (10YR-5/4) , contém poucos grânulos de quartzo anguloso inferiores a 2 mm. Aparentemente sem estrutura visível e mal selecionado (colúvio de cobertura).

SECÇÃO SANTA BÁRBARA

1. Gnaisse alte
2. Concentração de seixos quartzo arredondados de diâmetro relativamente homogêneo em torno de 10 cm, embutidos numa matriz arenosa pouco significativa.
3. Material areno-siltico de cor vermelha (10YR-4/8), relativamente bem selecionado. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela.
4. Concentração de seixos de quartzo sub-arredondados de diâmetro até 15 cm, predominando os inferiores a 10 cm, embutidos numa matriz arenosa grosseira siltica.
5. Material argilo-siltico-arenoso de cor amarela (10YR-7/8) com grânulos frequentes de quartzo inferiores a 5 mm, mal selecionado e sem estrutura visível (facies Santa Bárbara).
6. Concentração de seixos de quartzo arredondados de diâmetros variados até 15 cm, com matriz arenosa grosseira pouco significativa.
7. Material areno-siltico com argila de coloração amarela avermelhada (7.5YR-7/8), relativamente bem selecionado, com indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
8. Material areno-argiloso de cor bruno amarelado (10YR-5/3) contendo grânulos de quartzo anguloso inferiores a 2 mm, baixo selecionamento. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela.
9. Material areno-argiloso bruno (10YR-5/3) com grânulos de quartzo inferiores a 3 mm, muito mal selecionado e sem estrutura visível (colúvio de cobertura).
10. Areia média a grosseira quartzosa, baixo selecionamento. Apresenta estratificação planar intercruzada.

SECÇÃO TEBAS

1. Gnaiss de textura fina alterado.
2. Material argiloso de cor amarela avermelhada (2.5YR-6/4) relativamente selecionado e não apresenta estrutura visível, contendo grânulos esparsos de quartzo anguloso de diâmetro inferior a 1 cm (facies Tebas).
3. Material argiloso de cor vermelha amarelada (5YR-5/8), mal selecionado e sem estrutura visível. Contém frequentes grânulos de quartzo anguloso de até 1 cm e esparsos fragmentos de quartzo inferiores a 5 cm (facies Triqueda).
4. Material areno-siltico amarela avermelhada (7.5YR-6/6) relativamente bem selecionado, apresenta indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
5. Areia grosseira amarela com argila, contendo fragmentos de rocha inferiores a 5 cm.
6. Material areno-argiloso bruno amarelado (10YR-5/4) contém raros grânulos de quartzo anguloso relativamente bem selecionado e apresentando indícios de estratificação plano-paralela inferiores a 2 mm (facies Goianá).
7. Material argilo arenoso (areia média a grosseira) bruno forte (7.5YR-5/8) mal selecionado e sem estrutura visível, contém grânulos de quartzo anguloso inferiores a 3 mm (colúvio de cobertura).
8. Material arenoso muito mal selecionado rico em grânulos e pequenos seixos de quartzo anguloso e sem estrutura (depósito de ravina).

SECÇÃO MANTIQUEIRA

1. Rocha alterada (micaxisto).
2. Linha de seixos de fragmentos de quartzito, micaxisto e quartzito anguloso de diâmetro até 15 cm predominando as inferiores a 10 cm.
3. Material argiloso com silte de cor amarela avermelhada (5YR - 6/8) relativamente selecionado e sem estrutura aparente contendo grânulos de quartzito pouco frequentes de diâmetro inferior a 1 cm (facies Tebas).
4. Material areno-siltico-argiloso de cor amarela avermelhada (5YR-6/8), relativamente selecionado, com raros grânulos de quartzito e feldspato de diâmetro até 5 cm, sendo mais frequentes os de até 2 mm.
5. Material siltico arenoso de cor amarela (10YR-7/8), com vários grânulos de diâmetros até 5 mm.
6. Material areno-siltico de cor vermelha (10YR-4/8) relativamente selecionado. Apresenta indícios de estratificação plano paralela.
7. Cascalheira constituída por seixos de quartzito rolado de diâmetros até 10 cm, com "intact but disrupted framework" embutidos na matriz arenosa grosseira muito mal selecionada.
8. Material areno-siltico-argiloso de cor amarela avermelhada (7.5YR-6/8) relativamente bem selecionada. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
9. Material areno-argiloso de cor bruno amarelada (10YR-5/3), contendo grânulos de quartzito angulosos inferiores a 2 mm. Apresenta baixo selecionamento e indícios de estratificação plano paralela.

10. Material areno-siltico de cor vermelha (10YR-4/8), relativamente bem selecionada. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela.
11. Material areno-argiloso bruno (7.5YR-5/4), contendo frequentes grânulos inferiores a 2 mm e sem estrutura visível (Colúvio Marrom de Cobertura).

SECÇÃO TRIQUEDA

1. Gnaiss em estado de alteração variável.
2. Linha de seixos constituída por fragmentos de gnaiss alterado e quartzo anguloso com diâmetro de até 15 cm.
3. Material predominantemente argiloso de cor avermelhado (5YR-6/8) relativamente selecionado e sem estrutura aparente, contendo grânulos esparsos de quartzo anguloso de diâmetro inferior a 1 cm (facies Tebas).
4. Material argilo-arenoso de cor vermelho amarelado (7.5YR-6/8), mal selecionado. Apresenta esparsos fragmentos de quartzo anguloso inferiores a 5 cm, sendo mais frequentes os grânulos de até 1 cm de diâmetro (facies Triqueda).
5. Cascalheira constituída por seixos de quartzo rolado de diâmetros inferiores a 15 cm, predominando os menores de 10 cm em "intact but disrupted framework". A matriz é areno siltica amarelada com raros fragmentos de quartzo anguloso.
6. Material argilo-siltico de cor amarela-avermelhada (5YR-6/8) relativamente selecionado, com raros grânulos de quartzo e feldspatos de diâmetros inferiores a 5 mm.
7. Material argilo-arenoso de cor amarela (10YR-7/8) com grânulos pouco frequentes de quartzo inferiores a 2 mm, aparentemente sem estrutura e mal selecionado (facies Santos Dumont).
8. Material argilo-arenoso de cor amarela (10YR-7/8) contendo frequentes grânulos de quartzo inferiores a 2 mm, aparentemente com estratificação plano-paralela e baixo selecionamento (facies Santa Bárbara).
9. Material arenoso com argila de cor bruno (10YR-5/3) com raros grânulos de quartzo menores de 3 mm, mal selecionado e

sem estrutura (colúvio de cobertura).

10. Areia grosseira a média siltica amarela brunada, mal selecionada e sem estrutura visível.

SECÇÃO GOIANÁ

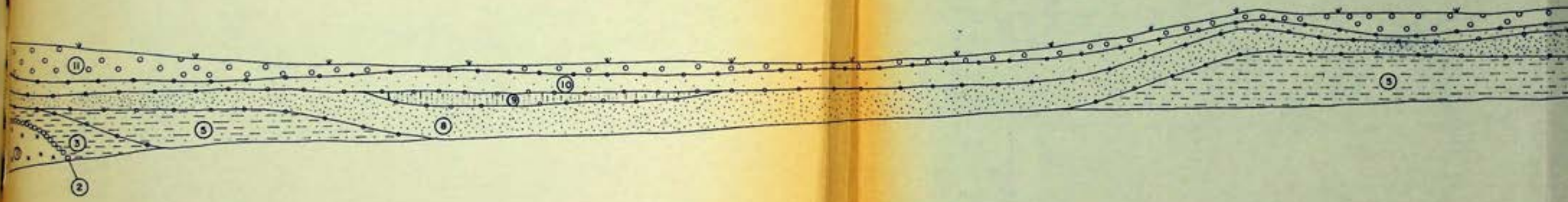
1. Rocha alterada.
2. Material argilo-arenoso de cor amarela-avermelhada (7.5YR-7/8) contém grânulos de quartzo anguloso pouco frequentes inferiores a 2 mm. Aparentemente apresentam estruturas maciças e muito baixo selecionamento (facies Santos Dumont).
3. Material argilo-arenoso de cor amarela-avermelhada (7.5YR-7/8). Apresenta frequentes grânulos de quartzo e feldspa - to de diâmetro inferiores a 5 mm. Mal selecionado e com indícios de estratificação plano-paralela (facies Santa Bárbara).
4. Material argilo-arenoso cor amarela-avermelhada (7.5YR-6/6) com fragmentos de quartzo anguloso pouco frequentes. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela.
5. Material arenoso fino com silte, amarelo avermelhado (7.5YR-7/6). Apresenta-se relativamente bem selecionado e com indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
6. Material arenoso com silte bruno amarelado (10YR-5/8). Contendo grânulos poucos frequentes de quartzo inferiores a 2 mm. Apresenta baixo selecionamento e indícios de estratificação plano-paralela (facies Goianá).
7. Material argilo-arenoso bruno (10YR-7/8) com bastante grânulos de quartzo angulosos de diâmetro inferiores a 5 mm, muito mal selecionado (coluvio de cobertura).

SECÇÃO SÍTIO DA CACHOEIRA

1. Gnaisse alterado.
2. Cascalheira constituída por seixos de quartzo arredondados e sub-angulosos de diâmetro inferior a 15 cm, embutidos numa matriz arenosa grosseira amarela pouco significativa.
3. Material argilo arenoso de cor amarela (10YR-7/8) contendo grânulos de quartzo anguloso inferiores a 2 mm, dispersos na matriz. Aparentemente se estrutura e mal selecionado (facies Santos Dumont).
4. Material areno-argiloso de cor amarela avermelhada (7.5YR-6/8), com frequentes grânulos de quartzo inferiores a 5 mm. Apresenta indícios de estratificação plano-paralela (facies Santa Bárbara).
5. Material argilo-arenoso bruno amarelado (10YR-5/6), com raros grânulos de quartzo menores que 4 mm. Baixo selecionamento e sem estrutura visível (colúvio de cobertura).

SECÇÃO SANTOS DUMONT

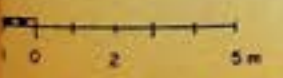
1. Micaxisto alterado.
2. Linha de seixos de quartzo rolado de diâmetro até 20 cm, predominando os inferiores a 10 cm.
3. Material argiloso de cor vermelha amarelada (7.5YR-5/8), mal selecionado. Contém esparsos fragmentos de quartzo de até 5 cm de diâmetro, sendo frequentes os grânulos de até 1 cm de diâmetro (facies Triqueda).
4. Material argilo-siltico-arenoso de cor amarela (10YR-7/8) com grânulos pouco frequentes de quartzo anguloso inferiores a 2 mm de diâmetro. Aparentemente não apresenta estrutura primária e apresenta baixo selecionamento (facies Santos Dumont).
5. Material argilo-arenoso de cor amarela (10YR-7/8) com grânulos frequentes de quartzo angulosos inferiores a 5 mm. Apresentam-se mal selecionadas e com indícios de estratificação plano-paralela (facies Santa Bárbara).
6. Material arenoso fino com silte de cor amarela avermelhada (7YR-6/6) relativamente selecionado, apresentando indícios de estratificação plano-paralela (facies Guarará).
7. Material arenoso com silte de cor bruno-amarelada (10YR-5/8) contém frequentes grânulos de quartzo inferiores a 2 mm. Relativamente bem selecionado e com indícios de estratificação plano-paralela (facies Goianá).
8. Material areno-argiloso bruno (10YR-5/3) contendo poucos grânulos de quartzo anguloso de até 2 mm de diâmetro. Não apresenta estrutura primária visível (colúvio de cobertura).



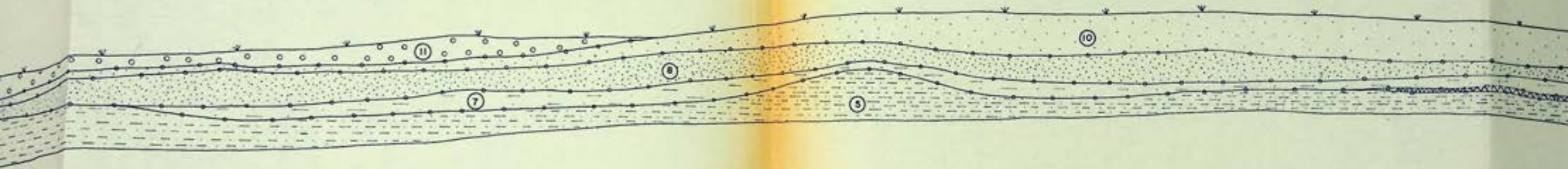
ESCALA HORIZONTAL



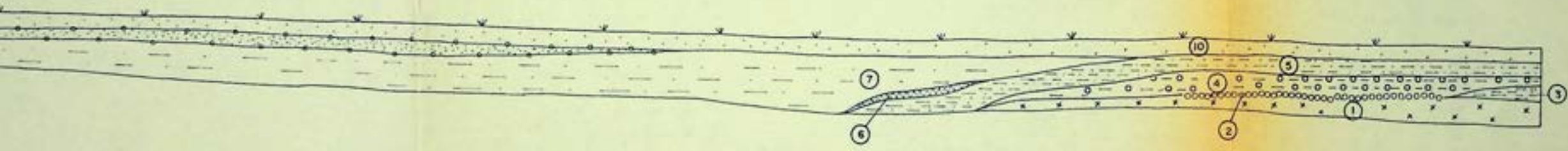
ESCALA VERTICAL

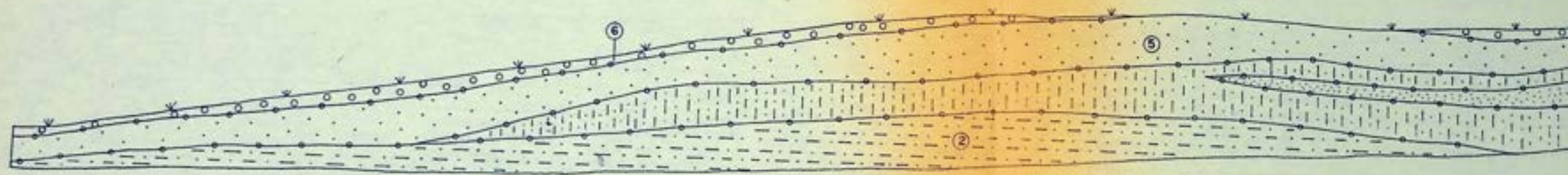


SECÇÃO GUARARÁ

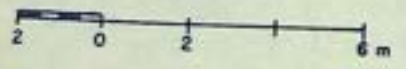




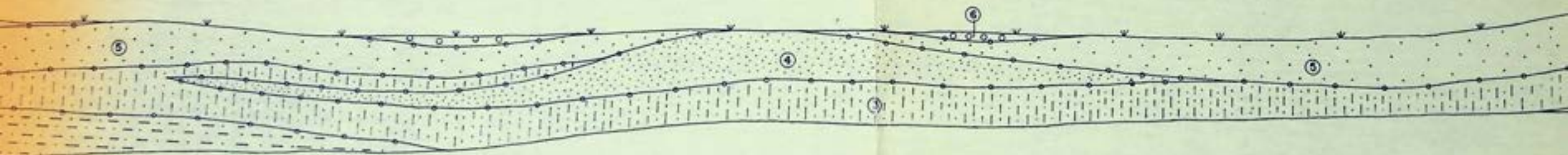




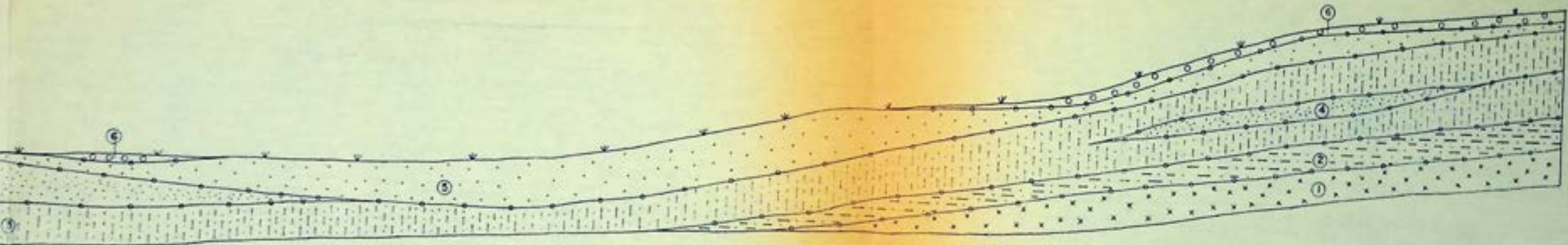
ESCALA HORIZ/VERT

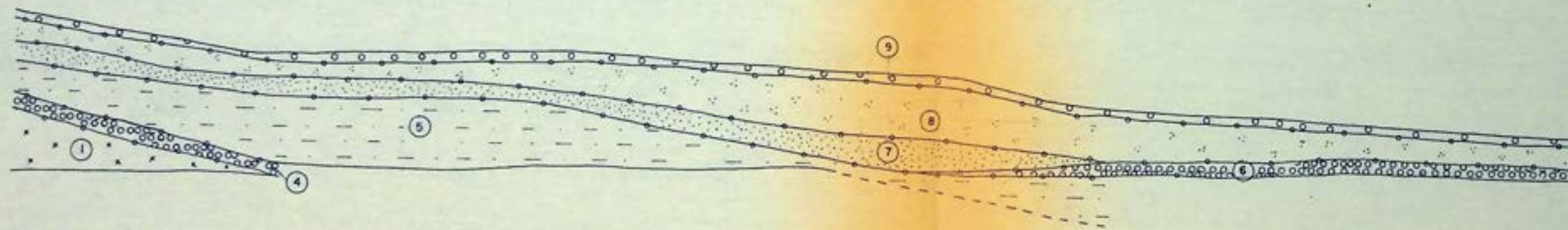


SECÇÃO ALEM PARAIBA : KM 3 DA ESTRADA A.P. - CARMO

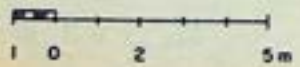


DA ESTRADA A.P. - CARMO

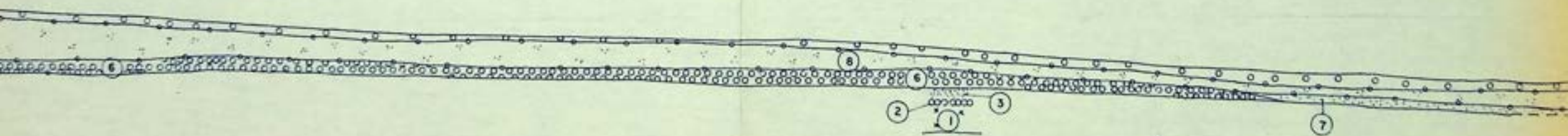


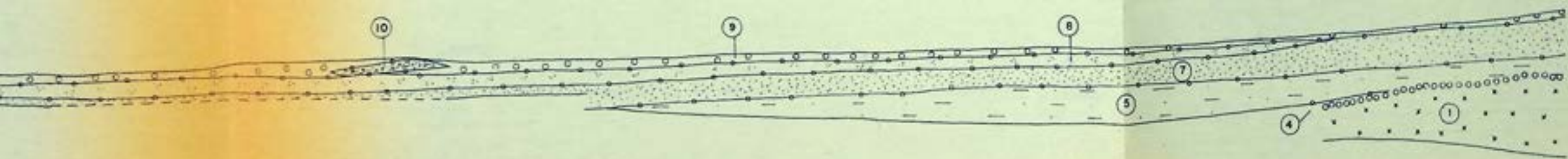


ESCALA VERT/HORIZ

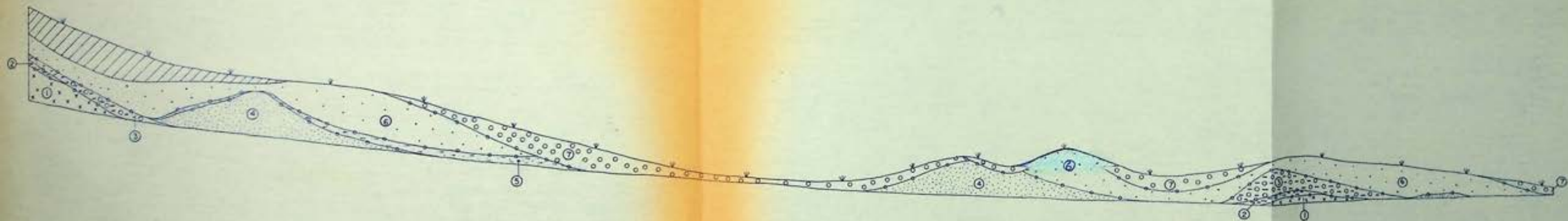


SECÇÃO SANTA BARBARA DO TUGURIO

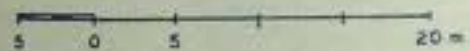




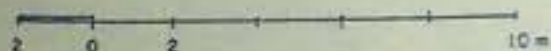
SECÇÃO TEBAS : FAZENDA BELA AURORA (rib. Cachoeirinho)

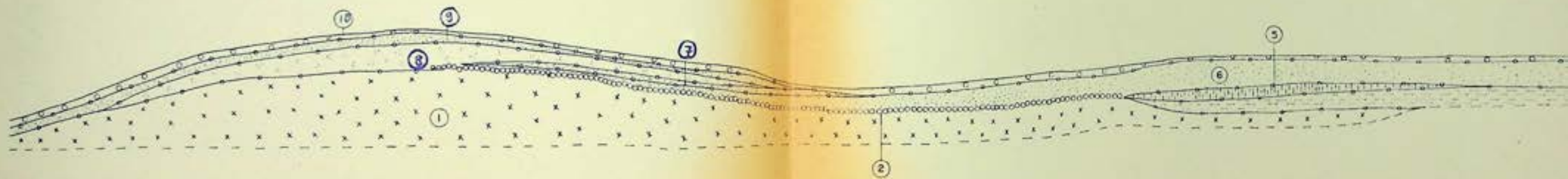


ESCALA HORIZONTAL

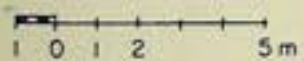


ESCALA VERTICAL

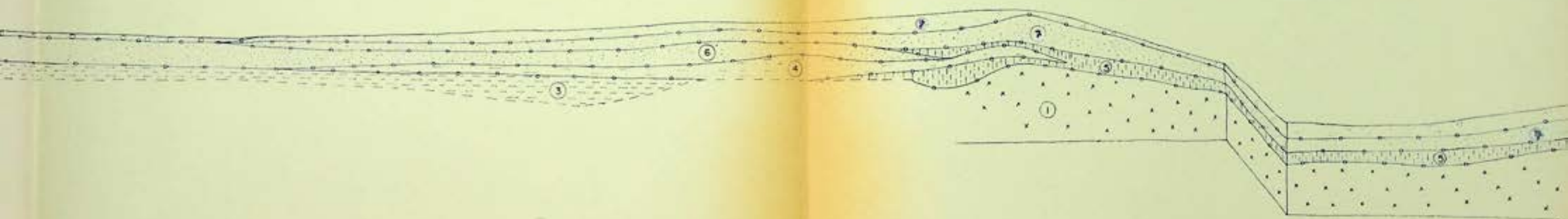




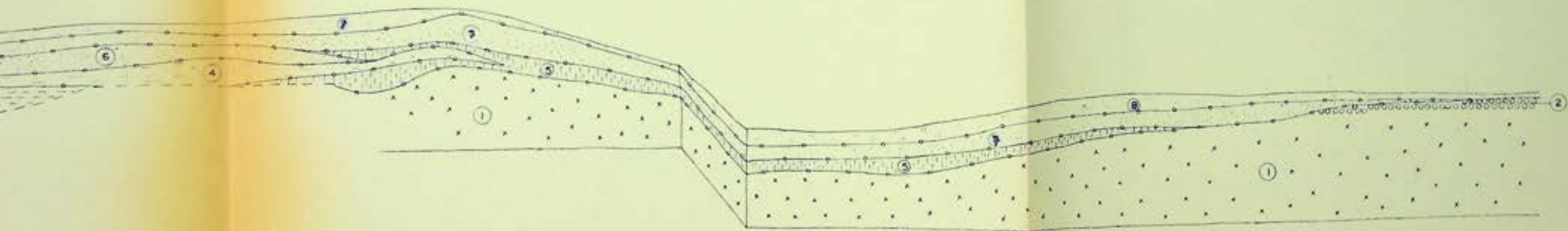
ESCALA HORIZ/VERT



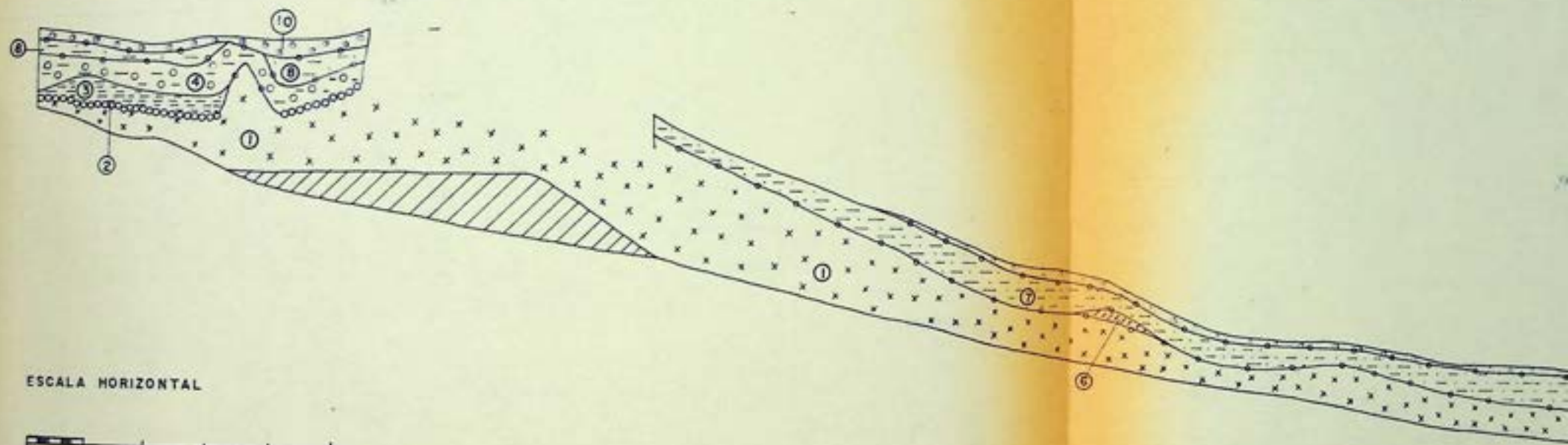
SECÇÃO CLÍNICA DA MANTIQUEIRA (Barbacena - MG)



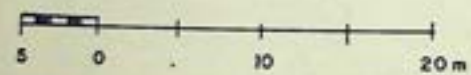
MG)



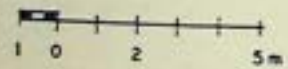
1 2 3



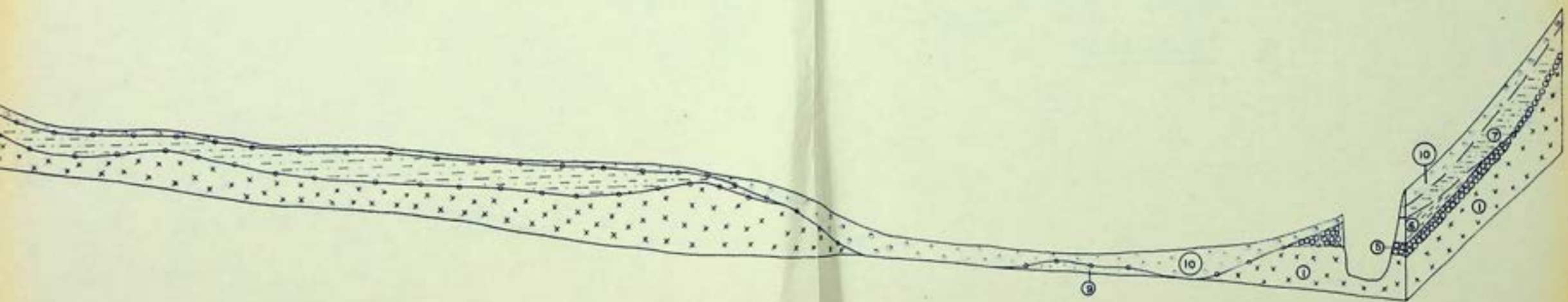
ESCALA HORIZONTAL

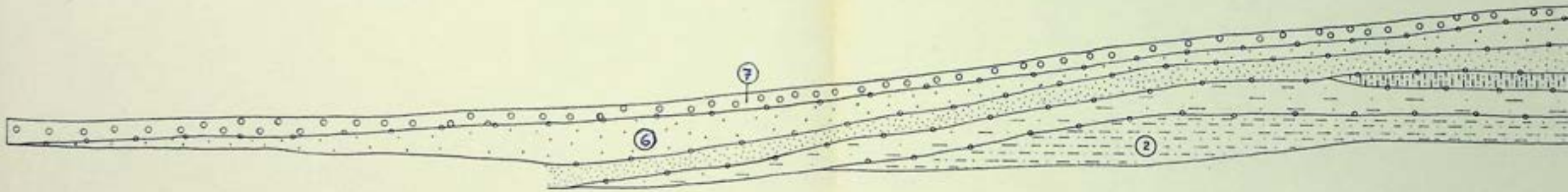


ESCALA VERTICAL

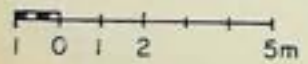


SECÇÃO TRIQUEDA

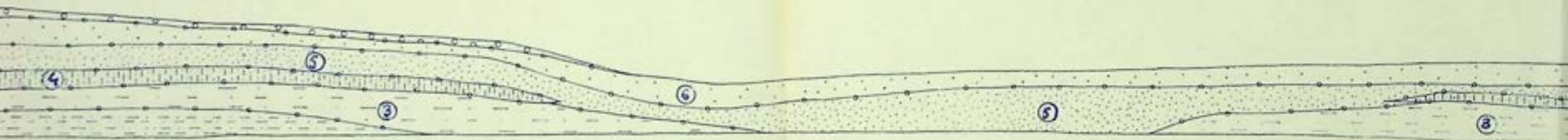


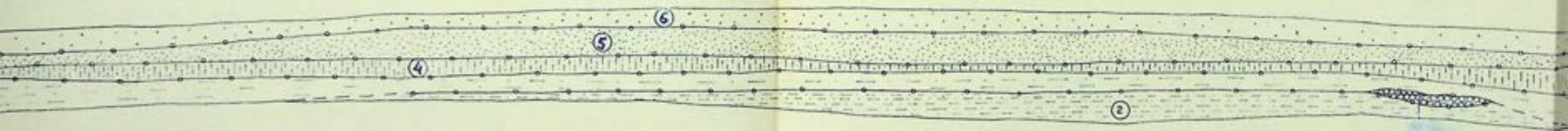


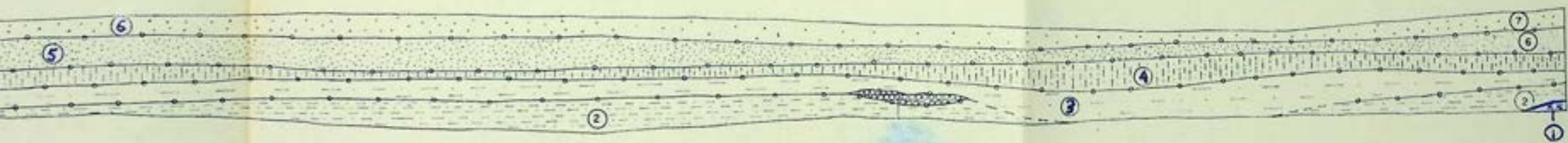
ESCALA HORIZ/VERT.



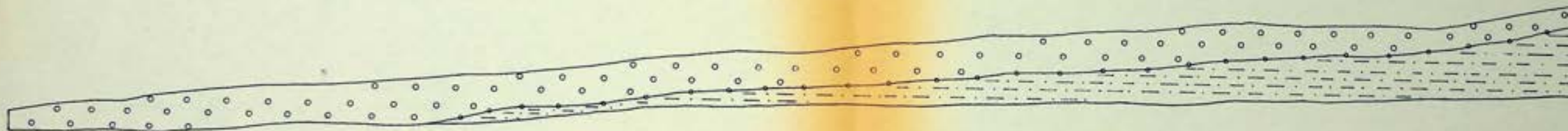
SECÇÃO GOIANA



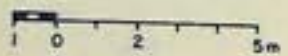




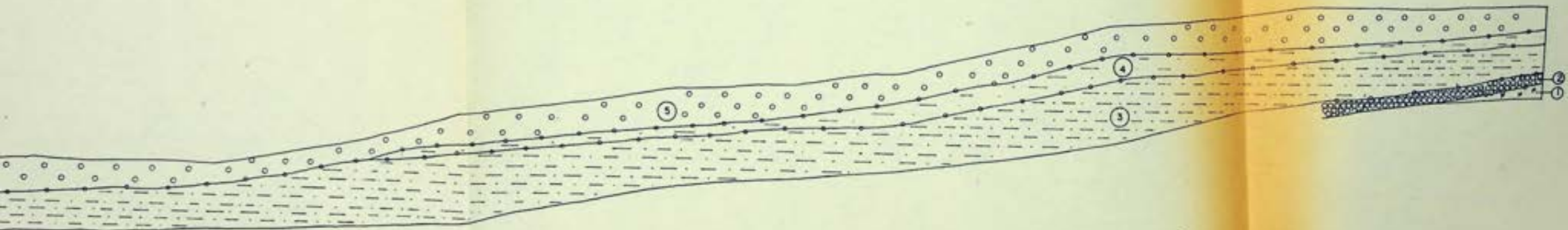
SECÇÃO SITIO DA CACHOEIRA (BICAS - MG)

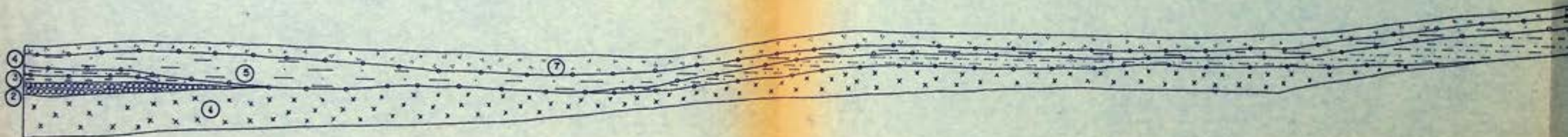


ESCALA HORIZ/VERT

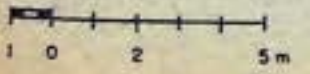


SECÇÃO SITIO DA CACHOEIRA (BICAS - MG)

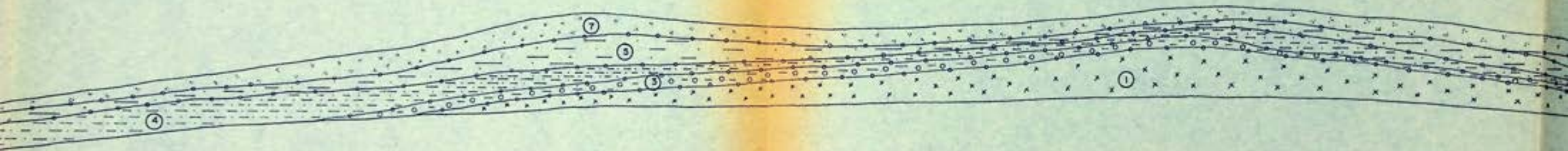


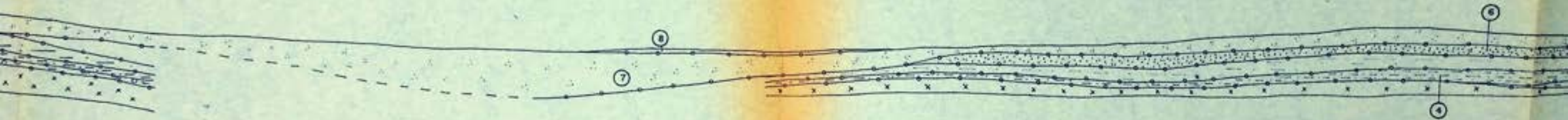


ESCALA HORIZ / VERT



SECÇÃO SANTOS DUMONT





SECÇÃO SANTOS DUMONT

