CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO NEOCENOZÓICO DA BAIXADA DA GUANABARA: FORMAÇÃO MACACU*

MARIA REGINA MOUSINHO DE MEIS e ELMO DA SILVA AMADOR**

ABSTRACT This paper gives a first description of the Lower Quaternary Macacu Formation, in a contribution to a better understanding of the geologic significance of the Barreiras Group in Southeastern Brazil. The Macacu Formation has been mapped in the surroundings of the Guanabara bay and lies unconformably over the Precambrian bedrock and the arkosic sands and montmorillonite clays of the Pre-Macacu (Tertiary) beds. It consists on a sequence of tabular beds and lenses of poorly sorted sandy clayey, clayey sandy and silty clayey incoherent, afossiliferous and seldom stratified materials. The post-depositional weathering seems to be partially responsible for the high mineralogical maturity of the sediments. The sediment characteristics indicate water flows and debris flows as the main processes involved in deposition, in a piedmont, type alluvial fan environment.

INTRODUÇÃO Desde o trabalho pioneiro de Hartt (1870), vem sendo citada com frequência a presença de testemunhos do Grupo Barreiras na região da Baía da Guanabara. Na ausência de estudos sistemáticos desses afloramentos, procura-se, no presente trabalho, analisar algumas de suas propriedades, tendo em vista fornecer subsídios a uma melhor compreensão dos ainda pouco conhecidos e diversificados aspectos apresentados pelo extenso pacote de sedimentos subaéreos cenozóicos da faixa litorânea oriental do Brasil. Acredita-se que somente estudos regionais pormenorizados possibilitarão, no futuro, o estabelecimento de correlações estratigráficas mais seguras dentro do domínio do Grupo Barreiras.

Na região da Guanabara, a seqüência deposicional posterior à elaboração da bacia calcárea de São José do Itaboraí foi tentativamente subdividida em três grandes unidades. A mais antiga corresponde às camadas Pré-Macacu, consideradas como datando do Terciário Médio. Seguem-se os eventos agradacionais do final do Terciário ao Quaternário Médio e que deram origem à Formação Macacu. Os testemunhos sedimentares correlativos à formação das "rampas" do final do Pleistoceno e dos plainos flúvio-marinhos holocênicos representam os últimos episódios de colmatagem apresentados pela área. O presente texto tem como objetivo a análise da unidade intermediária, passível de ser caracterizada como unidade litoestratigráfica.

METODOLOGIA Os trabalhos de mapeamento foram alicerçados em estudo de foto-interpretção, utilizando-se a cobertura em 1:33 000 do IBGE (vão Cruzeiro do Sul, 1956). Correções e redução de escala foram efetuadas com o auxílio das cartas topográficas em 1:50 000 (SGE e IBGE) que recobrem a região.

O reconhecimento inicial dos sedimentos teve como base perfis longitudinais e transversais à depressão da Baía da Guanabara. Foram, assim delineadas as principais unidades passíveis de diferenciação, seja por suas características litológicas, seja pelas suas relações

*Pesquisa financiada pelo CNPq e CEPG-UFRJ

**Instituto de Geociências da UFRJ, Ilha do Fundão, 20 000, Rio de Janeiro

com as formas de relevo. A rotina de levantamento de informações em campo seguiu, de modo geral, a seguinte seqüência:

- a) localização e outros dados básicos sobre o afloramento;
- b) reprodução dos mesmos em seções geológicas (com o uso de câmara polaroid) e seções colunares;
- c) coleta sistemática de amostras representativas de cada litologia aflorante.

Sondagens pouco profundas foram realizadas com o auxílio de sonda rotativa Winkie.

A rotina de laboratório constou das seguintes etapas:

- a) análise granulométrica com peneiragem e pipetagem até o diâmetro de $+9\phi$ (cerca de 0,002 mm) [confeção de diagramas, curvas de frequência e cálculo dos parâmetros granulométricos de acordo com Folk (1968)];
- b) análise dos minerais leves constituintes das frações arenosas, tendo como base a metodologia indicada por Gabriel e Cox (1929) e Hayes e Klugman (1959);
- c) o reconhecimento dos minerais pesados das frações arenosas seguiu a rotina descrita por Krumbein e Pettijohn (1938);
- d) os minerais de argila tiveram sua natureza identificada a partir de difratometria pelos raios X (Instituto Nacional de Tecnologia) e análise térmica diferencial.

Condições regionais A região em estudo compreende a encosta oriental da Serra do Mar, os maciços costeiros e a zona rebaixada que drena para a Baía da Guanabara ($22^{\circ}44'$ a $22^{\circ}57'$ latitude S e $42^{\circ}33'$ a $43^{\circ}19'$ W Gr.).

A origem dos escarpamentos é atribuída à tectônica de falha do início do Terciário. Reativações das linhas de fraqueza são consideradas como responsáveis pela deformação de depósitos calcáreos do Terciário Inferior (Couto, 1953; Beurlen e Sommer, 1954, etc.).

Na área, não se procedeu ainda a um mapeamento geológico sistemático. Somente o antigo Estado da Guanabara (atual município do Rio de Janeiro) possui cartografia geológica na escala de 1:50 000. O embasamento pré-cambriano aflora como substrato da maior parte da região: sua estratigrafia, delineada por Rosier (1965), foi recentemente modificada por Delhal *et al.* (1969) e Cordani *et al.* (1973), que descreveram a Formação Paraíba do Sul, constituída por gnaisses fitados e gnaisses graníticos contendo intercalações subsidiárias de quartzitos e mármore. Essa formação foi associada ao Ciclo Orogenético Transamazônico, tendo sido fortemente deformada e granitizada durante o Ciclo Orogenético Brasileiro, para dar origem aos gnaisses migmatíticos e granitos pós-tectônicos da Serra dos Órgãos. Corpos graníticos de caráter magmático apresentam idades mais recentes.

A região se caracteriza por fortes lineamentos estruturais, com direção dominante WSW-ENE a SE-NE. Afloramentos isolados de alcalinas do início do Terciário são mapeáveis dentro da área. Os calcáreos da Bacia de São José de Itaboraí também são identificados como de idade eoterciária. Tanto o embasamento antigo como as rochas alcalinas foram submetidos a sucessivas fases de erosão e nivelamento durante o Cenozóico, resultando em conseqüência uma topografia em degraus erosivos. Tais aplainamentos vêm sendo explicados, no sudeste do Brasil, pela ocorrência de condições paleoclimáticas mais secas e a atuação de processos de pedimentação (Bigarella e Ab'Saber, 1964; Bigarella e Andrade, 1965; Bigarella *et al.*, 1965).

O clima atual é quente e úmido. A temperatura média anual atinge 24°C , na baixada, porém cai para 20°C , nas serras. O total anual de chuvas excede os 2 000 mm, nas encostas da Serra do Mar, e permanece entre 1 250 e 1 500 mm, na baixada. Existe uma tendência no sentido do aparecimento de uma estação seca, nos meses de inverno. O fluxo dos rios

é fortemente influenciado pelos fatores climáticos e topográficos (além da ação humana). Os pequenos cursos d'água que fluem para a Baía da Guanabara, rios Macacu, Iguaçu e outros menores, mostram sensíveis flutuações sazonais de descarga. Na depressão, somente os principais coletores apresentam fluxo perene.

As camadas Pré-Macacu Após a formação da bacia calcárea de São José de Itaboraí, os sedimentos mais antigos encontrados na região correspondem às camadas Pré-Macacu. Afloram em pontos muito localizados, não sendo, portanto, passíveis de ser mapeadas em superfície. Podem ser observadas, com certa frequência, no Município de Itaboraí, onde aparecem, por vezes, nas porções basais dos cortes de estradas e nas explorações de argila. Apresentam-se, de modo geral, capeadas por materiais relativamente pouco espessos correspondentes à Formação Macacu ou pelos depósitos neopleistocênicos e/ou holocênicos. Afloramentos isolados também puderam ser observados nos municípios de Duque de Caxias e São Gonçalo, assim como na Ilha do Governador.

Sondagens sugerem espessuras superiores a 70 m, podendo os sedimentos das camadas Pré-Macacu se prolongarem a cotas inferiores a 100 m, abaixo do nível do mar (furos números 3065/01; 3131/01; 2775/01 e 2844/01 da Cia.T. Janer). Entretanto, face à relativa pobreza de informações a respeito dos depósitos a profundidades superiores a 20 m, os clásticos das camadas Pré-Macacu serão aqui tentativamente caracterizados a partir das propriedades apresentadas por sua parte superior. Espera-se que estudos posteriores venham complementar essa primeira descrição, fornecendo elementos indispensáveis a sua melhor colocação dentro da coluna estratigráfica regional.

As camadas Pré-Macacu são constituídas por intercalações de sedimentos finos, siltico-argilosos com materiais arenosos e areno-argilosos. Podem ocorrer lentes com enriquecimentos em cascalho fino, geralmente anguloso. Sinais de estratificação paralela e entrecruzada são esporadicamente encontrados. Os materiais finos têm coloração cinza-esverdeada, ligeiramente mosqueada, enquanto as unidades mais grosseiras tendem a tomar cores esbranquiçadas.

As camadas Pré-Macacu apresentam-se bastante ricas em partículas de feldspato (representam arcósios típicos, de acordo com a terminologia de Folk, 1954). Dentro das frações arenosas finas, pode-se, em algumas amostras, documentar o predomínio dos feldspatos, ainda pouco alterados, sobre os minerais de quartzo. Entre os minerais acessórios, sobressai o grupo dos opacos, seguido pelas micas e ultra-estáveis. A diversificação mineralógica é, entretanto, relativamente pequena. Das doze amostras submetidas à difratometria pelos raios X, para determinação da natureza dos minerais de argila, 84 % mostraram o predomínio do grupo das montmorilonitas.

O contato basal das camadas Pré-Macacu com as rochas do embasamento é irregular e não pôde ser controlado. Sobre as camadas Pré-Macacu, repousam, em inconformidade erosiva, os sedimentos da Formação Macacu.

Os depósitos em estudo parecem representar o resultado de um transporte de regolitos relativamente pouco intemperizados, provocando a colmatagem dos blocos tectonicamente rebaixados, ao sopé da Serra dos Órgãos, durante o Terciário Médio. Quanto à extensão espacial da área de deposição, tudo indica haver ela se prolongado até a depressão presentemente ocupada pelo baixo curso do rio Guandu.

A Formação Macacu **CONSIDERAÇÕES GERAIS** As melhores exposições da Formação Macacu são encontradas ao longo da rodovia BR-101, próximo às vias de acesso às cidades de Magé, em Alcântara, e também nas localidades de Itambi e Porto das Caixas (município de Itaboraí) (Fig. 1).

Figura 1 — Mapa esquemático da depressão da Baía da Guanabara mostrando as áreas de afloramento da Formação Macacu

A Formação Macacu é constituída em uma sucessão de lentes e camadas pouco espessas de sedimentos finos, predominantemente arenosos, pouco consolidados e afossilíferos, que representam colorações amarelas, avermelhadas e arroxeadas, com freqüente mosqueamento pelos óxidos de ferro.

O contato basal com o embasamento cristalino e as camadas Pré-Macacu representa uma superfície irregular. A espessura máxima da Formação parece ser, entretanto, inferior a 100 m. Em algumas sondagens (furo n.º 1130/01, da Cia. T. Janer), foi documentada sua ocorrência a 50 m abaixo do nível do mar. Cumpre notar, entretanto, que, nas perfurações efetuadas para a construção da Ponte Rio-Niterói, não foi constatada sua presença.

CONSIDERAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS *Morfologia e contatos* Através das seções geológicas reproduzidas em escala (veja as Figs. 2, 3, 4, 5, 6 e 7), pode-se visualizar as relações existentes entre os diferentes litossomas que compõem a unidade litoestratigráfica em estudo. As camadas e lentes tendem a apresentar uma elevada relação largura/espessura (formas tabulares, de acordo com Krynine, 1948). Predominam as associações laterais e as verticais de caráter não-gradacional; as sucessões denunciam um ritmo descontínuo de sedimentação. Estruturas de corte e preenchimento são bastante freqüentes. Esse tipo de estrutura já foi descrito para diversas bacias de deposição cenozóicas do sudeste do Brasil (Bigarella e Mousinho, 1965; Bjornberg e Landim, 1966; Suguio *et al.*, 1971, Amador, 1975, etc.).

Discordâncias nítidas separam os materiais da Formação Macacu do substrato cristalino. Os contatos com as rochas antigas não apresentam, entretanto, indícios de estarem relacionados diretamente a falhamentos penecontemporâneos ou a deformações tectônicas subseqüentes. Pela Fig. 6, pode-se, porém, pensar na possibilidade dos depósitos da Formação Macacu terem sido submetidos a deformações recentes, falhamentos de caráter possivelmente atectônico, associados a processos de acomodação do pacote sedimentar.

Figura 2 — Seção geológica na Formação Macacu localizada no km 3 da rodovia BR-135. 1 Rocha cristalina (biotita gnaisses?) decomposta; material argiloso avermelhado. 2 Material argilo-arenoso rosa-arroxeadado contendo freqüentes grânulos de quartzo e feldspato alterado. Não apresenta estratificação. 3 Material argilo-arenoso vermelho mosqueado, rico em grânulos e seixos angulosos de quartzo e feldspato alterado disseminados na matriz fina. Engloba freqüentes blocos de rocha cristalina alterada, com até 1 m de eixo maior aparente; não apresenta estratificação, porém um acamamento incipiente documentado por lineamento de fragmentos angulosos de quartzo, geralmente de diâmetro inferior a 20 cm. 4 Alinhamento espesso de fragmentos de quartzo em matriz fina. 5 Material argilo-arenoso contendo esparsos grânulos e pequenos seixos angulosos de quartzo e feldspato de diâmetros inferiores a 10 cm. Não apresenta estratificação, porém acamamento incipiente documentado por sucessivos alinhamentos descontínuos dos seixos de quartzo. 6 Linha de seixos de quartzo anguloso. 7 Material argilo-arenoso mosqueado contendo grânulos de quartzo e mais raramente de feldspato alterado, todos angulosos. Não mostra estratificação. 8 Linha de seixos de quartzo. 9 Material argilo-arenoso mosqueado contendo grânulos de quartzo e menos freqüentemente feldspato alterado. Não mostra estratificação. 10 Concentração de material grosseiro avermelhado, rico em seixos de quartzo subangulosos, com menos de 10 cm de eixo maior aparente, dentro de matriz fina argilosa. Não apresenta estratificação visível. 11 Material areno-argiloso avermelhado, contendo grânulos de quartzo anguloso. Não apresenta estratificação. 12 Material argilo-arenoso avermelhado, rico em grânulos e pequenos seixos de quartzo anguloso. Não apresenta estratificação. 13 Linha de seixos contínua constituída por quartzo anguloso a subanguloso e com 10 a 20 cm de espessura. Os elementos mais grosseiros apresentam melhor arredondamento. 14 Material areno-argiloso (colúvio) amarelo contendo grânulos de quartzo esparsos

Figura 3 — (A) Seção geológica nas camadas Pré-Macacu e Formação Macacu, na rodovia BR-180, na cidade de Itambi (município de Itaboraí). 1 Material areno-argiloso esverdeado, com grãos e grânulos de quartzo e feldspato alterado, além de mica. Não apresenta estratificação. 2 Material areno-argiloso rosado, com grãos de quartzo, feldspato e palhetas de mica. Não apresenta estratificação. 3 Material argilo-siltico esverdeado, com grãos de quartzo e feldspato; não apresenta estratificação. 4 Material argiloso vermelho e branco, mosqueado. Não apresenta estratificação. 5 Material argilo-arenoso amarelo mosqueado, com grânulos de quartzo. Não apresenta estratificação. 6 Material areno-argiloso branco avermelhado, com grãos de quartzo e feldspato; apresenta estratificação entrecruzada. 7 Material argilo-arenoso avermelhado, com grânulos e pequenos seixos de quartzo angulosos e com platina vermelho-escuro. Não apresenta estratificação. 8 Linha de seixos de pequena espessura mas contínua, com fragmentos de quartzo e sílex. 9 Material areno-argiloso (colúvio) amarelo, com grânulos de quartzo esparsos. *Observação.* As unidades 1, 2 e 3 fazem parte das camadas Pré-Macacu; as demais, da Formação Macacu.

(B) Seção geológica na Formação Macacu, na rodovia BR-180, na cidade de Itambi (município de Itaboraí). 1 Material argilo-arenoso esbranquiçado mosqueado vermelho, com quartzo e mica. Não apresenta estratificação; contém lente de material areno-argiloso branco amarelado mosqueado, com grânulos de quartzo e feldspato; apresenta estratificação entrecruzada. 2 Material areno-argiloso branco amarelado mosqueado, com grânulos e seixos de quartzo e raros de feldspato. Não apresenta estratificação. Na base da unidade ocorre concentração de seixos de quartzo, sendo os menores angulosos e subangulosos e os maiores tendendo a subarredondados e arredondados; são raros os seixos de feldspato

Figura 4 — Seção geológica na Formação Macacu, estrada que liga Venda das Pedras a Porto das Caixas, a 5,8 km de Venda das Pedras. 1 Material argilo-arenoso de cor mosqueada (branca e avermelhada), contendo grânulos de quartzo relativamente abundantes, feldspato alterado e algumas palhetas de muscovita e sem estratificação. 2 Material arenoso com argila de cor amarela arroxeada; predomínio de areias médias a grossas de quartzo; feldspatos alterados e alguma muscovita. Não mostra estratificação. 3 Material areno-argiloso grosseiro, de cor rosada, contendo grãos de quartzo de até 5 mm de diâmetro; feldspatos alterados abundantes e muscovita. Não apresenta estratificação. 4 Material argilo-arenoso de cor arroxeada mosqueada, contendo grãos de quartzo relativamente abundantes dispersos na matriz fina. O feldspato está alterado e ocorrem ainda algumas palhetas de muscovita. Não apresenta estratificação. 5 Material areno-argiloso de cor amarela avermelhada, mosqueada, rico em grãos de quartzo e feldspato alterado. Na sua base são encontradas bolotas de argila; não apresenta estratificação visível. 6 Material grosseiro formado por cascalho de quartzo em matriz fina de cor branca com nódulos avermelhados (mosqueada). O cascalho é constituído, em sua maior parte, por fragmentos subangulosos de quartzo; feldspato alterado, com diâmetros inferiores a 10 cm e sem estratificação. 7 Material muito semelhante ao anterior. 8 Linha de seixos angulosos e subangulosos de quartzo, pouco espessa e descontínua. 9 Material areno-argiloso de cor amarelada, pobre em feldspato e sem estratificação (colúvio recente). *Observação.* A seção mostra estruturas de erosão e preenchimento bem-visíveis. Ocorre inconformidade erosiva nítida entre o colúvio do topo e a parte inferior da seqüência; a descontinuidade é marcada pela linha de seixos

E

W

Figura 5 — Seção geológica na rodovia BR-180, a 2 km da estrada de Magé. 1 Material argilo-arenoso arroxeado contendo grânulos de quartzo e feldspato alterado. Não apresenta estratificação. 2 Material areno-argiloso vermelho, mosqueado, com grânulos de quartzo, feldspato alterado e muscovita. Não apresenta estratificação. 3 Material argilo-arenoso rosado contendo grãos de quartzo e feldspato alterado e sem estratificação. 4 Material areno-argiloso rico em grânulos de quartzo, feldspato alterado; sem estratificação; coloração amarelada. 5 Material argilo-arenoso avermelhado, com grânulos de quartzo e feldspato alterado. Apresenta pseudo-estratificações em sua parte superior. 6 Nível de concentração de pequenos seixos angulosos a subangulosos de quartzo e eventualmente feldspato alterado dentro de matriz fina mosqueada. 7 Material areno-argiloso mosqueado contendo grãos de quartzo e feldspato alterado e sem estratificação visível. 8 Material argilo-arenoso vermelho arroxeado contendo alguns grãos de quartzo e feldspato alterado disseminados. Não tem estratificação. 9 Material areno-argiloso amarelado, rico em grânulos e pequenos seixos angulosos de quartzo e feldspato alterado. Apresenta pseudo-estratificação. 10 Material areno-argiloso avermelhado contendo grãos de quartzo e feldspato alterado. Não apresenta estratificação; na base ocorrem crostas delgadas de óxidos de ferro. 11 Material argilo-arenoso avermelhado contendo dispersos alguns grãos de quartzo, sendo pobre em feldspato. Não apresenta estratificação. 12 Linha de seixos constituída por fragmentos silicosos (concrecionamentos pela sílica) e de quartzo, de diâmetros inferiores a 10 cm. 13 Material areno-argiloso (colúvio) castanho contendo grãos de quartzo dispersos e sem estratificação

Figura 6 — Seção geológica na Formação Macacu localizada no km 29 da rodovia BR-180. 1 Material argilo-arenoso de coloração rosada contendo grãos de quartzo e feldspato alterado. Não apresenta estratificação. 2 Material areno-argiloso rosado contendo grãos de quartzo, feldspato e muscovita. Não apresenta estratificação. A parte superior da camada mostra textura mais fina sendo mais rica em partículas de argila. A transição entre as duas porções é gradacional. 3 Material argilo-siltico de cor arroxeada. 4 Material areno-argiloso rosa-avermelhado, muito rico em feldspato alterado em diâmetro de areia e cascalho. Apresenta indícios de estratificação entrecruzada. 5 Material argilo-arenoso grosseiro de cor rosa esbranquiçada, rico em grânulos de quartzo e feldspato alterado. Não mostra sinais de estratificação. 6 Material areno-argiloso, rico em quartzo e feldspato alterado. Não apresenta estratificação. 6a Lentes de concentração de grânulos e seixos de quartzo anguloso e feldspato alterado dentro de matriz fina areno-siltico-argilosa abundante. Os rudáceos não mostram ordenação aparente. 7 Material argilo-arenoso arroxeado contendo fragmentos arenosos de quartzo esparsos. Não apresenta estratificação. 8 Material areno-argiloso contendo grãos de quartzo e mais raramente de feldspato alterado. A coloração é avermelhada e não mostra estratificação visível. 9 Material areno-argiloso amarelado rico em partículas grosseiras. Apresenta sinais de estratificação com estratos bastante ricos em grânulos e até pequenos seixos de quartzo subanguloso a subarredondado (até 10 cm de diâmetro) e feldspato alterado. 10 Material argilo-arenoso, rico em grânulos de quartzo e feldspato alterado. Coloração mosqueada (vermelho-amarelo) e sem estratificação. Em seu interior ocorrem pequenas lentes de arcias arco-sianas. 11 Material argilo-arenoso avermelhado contendo grãos de quartzo disseminados. Não apresenta estratificação. 12. Material areno-argiloso (colúvio) amarelo contendo grânulos esparsos de quartzo. Seu limite inferior contém concrecionamento pelos óxidos de ferro

Figura 7 — Seção geológica no loteamento Bom Retiro próximo ao km 19 da rodovia BR-101. 1 Material argilo-arenoso de coloração esverdeada contendo grãos de quartzo, feldspato freqüente e muscovita. Não apresenta estratificação. 2 Material argilo-siltico esverdeado e mosqueado contendo raros grãos de quartzo e muscovita. Não apresenta estratificação. 3 Concentração de grânulos e pequenos seixos de quartzo subarredondados, de diâmetros inferiores a 2 cm, e feldspato bastante alterado. A coloração é amarelada e a matriz arenosa grosseira. 4 Material areno-argiloso rosado, rico em quartzo, feldspato alterado e muscovita. Apresenta estratificação entrecruzada nítida com concentrações de grânulos de quartzo e minerais pesados. 5 Material areno-argiloso amarelado, com grânulos de quartzo, feldspato decomposto e muscovita. Não apresenta estratificação (lineações?). 6 Material argilo-arenoso, com grãos e grânulos de quartzo, feldspato alterado e muscovita. Coloração acinzentada. Sem estratificação. A parte superior da unidade torna-se gradativamente mais fina, desaparecendo os rudáceos. 7 Material areno-argiloso de granulação

muito grosseira de cor esbranquiçada e contendo grânulos de quartzo e feldspato alterado abundante. Apresenta indícios de estratificação. 8 Concentração de seixos subarredondados de quartzo, de diâmetro variando de 2 a mais de 20 cm, em matriz arenosa. 9 Material areno-argiloso (colúvio) castanho contendo grânulos de quartzo e sem estratificação. *Observações.* As unidades inferiores (1 e 2) pertencem às camadas Pré-Macacu. Note-se, ainda, que a concentração de cascalho descrita no topo da seqüência se reproduz capeando as colinas da vizinhança, nos níveis topográficos rebaixados da região

Nas seções reproduzidas, pode-se ainda verificar as inconformidades que normalmente separam os materiais da Formação Macacu das coberturas coluviais neoquaternárias que acompanham, a grosso modo, as vertentes atuais. Outras inconformidades separam o corpo sedimentar mais antigo dos materiais depositados por ocasião da elaboração dos níveis de erosão rebaixados. Na Fig. 7, observa-se uma unidade inferior recoberta por cascalhos e colúvios vermelhos associados à forma do topo da elevação do terreno. De modo geral, os seixos de quartzo apresentam-se relativamente bem rolados e com diâmetros inferiores a 20 cm. Fragmentos grosseiros de rochas cristalinas de litologias variáveis podem ser encontradas nas porções mais periféricas da bacia de deposição. Das inconformidades relacionadas à esculturação dos níveis topográficos pleistocênicos, chama particularmente a atenção aquela localizada no morro do Matoso (Ilha do Governador).

Normalmente a deposição correlativa aos níveis de erosão mais recentes parece se limitar a um capeamento pouco espesso de materiais rudáceos e coluviais. A Ponta do Matoso (veja a Fig. 8), entretanto, documenta uma sucessão de episódios de degradação e aggradação. A sedimentação da unidade mais recente liga-se à fase de modelagem da

forma topográfica rebaixada à qual serve de substrato. Uma análise desse depósito mostra ser ele semelhante aos demais materiais constituintes da Formação Macacu, devendo, portanto, ser incluído na unidade litoestratigráfica em estudo.

Figura 8 — Formação Macacu: perfil esquemático da estrutura do Morro do Matoso, na Ilha do Governador. Ao nível mais alto da topografia, correspondem sedimentos relativamente finos. À superfície topográfica mais rebaixada, ligam-se depósitos muito ricos em rudáceos. Os dois materiais são separados por inconformidade erosiva

Associações litológicas A Formação Macacu apresenta associações de materiais areno-argilosos, argilo-arenosos e argilo-silticos, predominando os primeiros. É relativamente pobre em rudáceos: aproximadamente 20 % das amostras analisadas mostravam teores em cascalho superiores a 5 %. O teor médio atinge 2,55 % contra 5,02 % das camadas Pré-Macacu. Apenas as cascalheiras correspondentes às fases de elaboração dos níveis topográficos rebaixados podem apresentar até mais de 60 % de fenoclastos.

Pela Fig. 9, obtém-se uma visão comparativa das características texturais apresentadas pela Formação Macacu e pelas camadas Pré-Macacu. A maior parte das amostras da Formação Macacu, agrupadas nos setores 1, 2 e 3 do gráfico, apresentam, em campo, o aspecto de areias feldspáticas muito alteradas. Trata-se de materiais arenosos, mal-selecionados e que guardam, por vezes, vestígios de estratificação. As impregnações pelos óxidos de ferro e sílica, em leitos delgados justapostos, podem dar origem a padrões diversificados de pseudo-estruturas. Em alguns afloramentos, foi possível observar a presença de bolotas de argila, assim como de fragmentos de seixos arredondados de quartzo (*broken rounds*) e de feldspato intemperizado disseminados na matriz fina. A coloração das camadas é, em geral, de amarela a rosada, mosqueada.

Os materiais arenosos mostram nódulos de concrecionamento e finas crostas de hematita, freqüentemente associadas a planos de descontinuidade das propriedades físicas dos materiais. Nos afloramentos do vale do Rio Saracuruna e Magé, foi também possível observar a presença de leitos delgados de sílica, que endurecem quando expostos à atmosfera, tomando formas irregulares e cavernosas. Aparentemente relacionam-se a um preenchimento parcial dos poros e interstícios pelos precipitados de SiO_2 . Tais fenômenos já foram descritos para o Barreiras, no Rio Grande do Norte (Kegel, 1957) e Sergipe (Amaral, 1961). As condições responsáveis pela dissolução e precipitação do ferro e da sílica devem ter sido penecontemporâneas à deposição do material ou, no mais tardar, ligadas a sua evolução posterior, durante o Pleistocênico. Os fragmentos de concreções chegam a representar, em alguns locais, mais de 20 % dos elementos constituintes das linhas de seixos que separam a Formação Macacu dos colúvios do Pleistoceno Superior. Esses últimos, por sua vez, podem apresentar pequenos fragmentos isolados de antigas concreções retrabalhadas.

Os materiais argilo-arenosos e argilo-silticos (setores 6 e 7 do gráfico da Fig. 9) da Formação Macacu são geralmente desprovidos de sinais de estratificação. Apresentam, na maioria das vezes, estruturas maciças e colorações de avermelhadas a arroxeadas, frequentemente mosqueadas.

Nas exposições do vale do Rio Saracuruna, região de Magé e Ilha do Governador, tendem a predominar as areias feldspáticas alteradas. Somente nas seções localizadas no município de Itaboraí (e parte de São Gonçalo) aumenta a importância dos materiais mais finos. Entretanto estudos comparativos das litossomas encontradas nas diferentes regiões de afloramento levaram Ferreira *et al.* (1974) a concluir pela inexistência de sensíveis diversificações regionais nas associações litológicas. Por outro lado, o alto grau de intemperismo pós-deposicional sofrido pelo depósito não justifica o emprego de métodos esta-

Figura 9 — Diagrama triangular de nomenclatura (de acordo com Shepard, modificado por Bigarella e Salamuni, 1962). A — Camadas Pré-Macacu. B — Formação Macacu; 1 areia; 2 areia argilosa; 3 areia siltica; 4 areia siltica argilosa; 5 argila siltica arenosa; 6 argila arenosa; 7 argila siltica; 8 argila; 9 silte arenoso-argiloso; 10 silte argiloso; 11 silte arenoso; 12 silte

tísticos usuais para a verificação dessas tendências (Meis e Amador, 1974). Os dados de natureza qualitativa podem apenas sugerir uma relativa queda da energia do veículo de deposição na área correspondente ao médio e baixo vales do Rio Macacu.

Apesar da impossibilidade de se chegar à execução de um mapeamento das associações litológicas e de se caracterizar, com segurança, o gradiente energético dentro da bacia de deposição, acredita-se que a presente área de afloramento, da Formação Macacu, está muito longe de superpor o espaço originalmente ocupado pela mesma. Em análise de detalhe, é possível reconhecer exposições isoladas e disseminadas que agrupam materiais, aqui denominados de " fácies periféricas " (veja a Fig. 2), assim como uma tipologia ligada às " fácies de baixa energia " (veja as Figs. 3, 4, 5 e 6).

Estruturas sedimentares primárias Um aspecto que chama a atenção é a freqüente presença de bolotas de argila, de diâmetros inferiores a 5 cm, dentro dos materiais estratificados. De acordo com a literatura, as bolotas de argila parecem sofrer um transporte curto, arredondando-se rapidamente nos canais de drenagem (Smith, 1972; Karcz, 1972). Preservam-se apenas quando completamente recobertas no momento da deposição, desintegrando-se quando submetidas a umidificações e ressecamentos sucessivos (Bull, 1964; Karcz, 1969). Por outro lado, acredita-se que não se formariam em canais de fluxo prolongado, nos quais as argilas perderiam a agregação necessária a sua preservação como unidade clástica grosseira.

Alguns materiais não-arenosos, não-estratificados, da formação Macacu mostram, com freqüência, sinais de lineações. Allen (1964) demonstrou que tais feições tendem a formar-se durante o estágio de baixa rugosidade dos canais fluviais em fluxo de alta energia.

Os materiais areno-argilosos da Formação Macacu apresentam-se normalmente desprovidos de estratificação, com estrutura maciça caracterizada pela inexistência de planos de estratificação ou acamamento. No detalhe, entretanto, percebem-se localmente alguns vestígios de estratificação entrecruzada, de tipo planar e acanalado de escala média (de acordo com a classificação de McKee e Weir, 1953), que passam lateralmente a setores não-estratificados. De modo geral, os estratos mostram espessuras inferiores a 1 cm. Seu comprimento e mergulho é altamente variável, evidenciando variações laterais dentro de uma topografia de leito de fluxo irregular. Os materiais argilo-silticos raramente mostram sinais de estratificação. Onde ela ocorre, apresenta-se ora sob o aspecto de finos estratos paralelos, ora como laminações entrecruzadas muito finas e de pequena escala (cerca de 5 cm). Documentariam as condições descritas por Simons e Richardson (1961) como de *lower flow*, regime ou a deposição de suspensões sobre superfícies planas (Conybeare e Crook, 1968). As unidades argilo-arenosas, por outro lado, evidenciam ausência total de estratificação.

CONSIDERAÇÕES PETROGRÁFICAS *Mineralogia* Numa primeira aproximação à problemática levantada pela composição mineralógica das frações arenosas da Formação Macacu, ressalta-se o grande predomínio do quartzo. A abundância do quartzo associado aos minerais acessórios considerados como de elevada estabilidade justifica a caracterização do depósito como de alta maturidade mineralógica.

Pela Fig. 10, observam-se os resultados de análises efetuadas em dez amostras representativas do total de quarenta analisadas: a participação do quartzo tende a diminuir com o diâmetro do grão. Enquanto nas areias grossas, o quartzo tende a representar mais que 90 % dos minerais leves, nas areias finas cresce a freqüência dos feldspatos semi-alterados e minerais de neoformação. Tal padrão, de acordo com Meis e Amador (1974) e Monteiro *et al.* (1974), liga-se ao próprio processo de intemperismo dos silicatos.

Figura 10 — Formação Macacu: histogramas com os percentuais dos principais grupos de minerais constituintes das frações das areias grossas (+1Ø) e finas (+3Ø). Na legenda de "outros" estão englobados os minerais pesados

O estudo semiquantitativo dos minerais pesados da Formação Macacu, efetuado em 24 amostras aleatórias, mostrou o predomínio constante dos minerais opacos, assim como a presença do zircão, muscovita, rutilo e subsidiariamente monazita. No diâmetro das areias grosseiras (+1Ø ou 0,5 mm), ocorrem apenas traços de minerais opacos ou altamente oxidados. Nas areias finas (+3Ø ou 0,125 mm), aumenta, entretanto, a representatividade dos minerais pesados em termos quantitativos. O grupo dos opacos (magnetita, ilmenita, leucoxênio) constituem mais que 50% das partículas. A frequência de elementos do grupo ultra-estável fornece, ao depósito, caráter de alta maturidade (veja a Fig. 11). Nas areias muito finas (+4Ø ou 0,062 mm), os percentuais dos minerais opacos são ainda

Figura 11 — Formação Macacu: natureza dos minerais pesados. Note-se que grande número de amostras analisadas não puderam ter sua constituição representada graficamente por apresentarem apenas traços de minerais pesados

altos: somente duas amostras apresentaram valores inferiores a 80 %. Entre os minerais translúcidos, acentua-se o predomínio do zircão (1 a 20 % dos constituintes), com traços de monazita, rutilo, topázio, apatita ou concentrações de biotita (até 5 %) e muscovita. A riqueza em zircão, rutilo e monazita, já foi documentada em outros depósitos cenozóicos do sudeste do Brasil (Wernick, 1966; Suguio, 1969; Coutinho e Coimbra, 1974).

Pela análise dos minerais constituintes das frações arenosas da Formação Macacu, obtém-se indícios de um intemperismo muito intenso. Em termos comparativos, as camadas Pré-Macacu, assim como parte dos elúvios de granitos e gnaisses da Guanabara, apresentam uma diversificação mineralógica mais acentuada.

Um total de 22 amostras de sedimentos da Formação Macacu foi submetido à difratometria pelos raios X, para determinação da natureza dos argilominerais presentes. A amostragem foi feita de modo a que nela estivessem representados os materiais areno-argilosos e os argilo-sílticos. Tal cuidado tornou-se necessário tendo em vista a observação de que parte dos minerais de argila, presentes nas amostras mais grosseiras, deveriam provir do intemperismo pós-deposicional, não sendo, portanto, primários. Os resultados obtidos (veja a Tab. II) levaram à conclusão de que predomina o grupo das caolinitas. Todos os indícios levam a crer que tanto a formação dos argilominerais clásticos, como os ligados ao intemperismo pós-deposicional, processou-se em ambientes relativamente ácidos e com intensa lixiviação dos cationes metálicos.

A superposição de materiais caulíníticos a sedimentos ricos em montmorilonita, verificada na seqüência sedimentar da Baía da Guanabara (camadas Pré-Macacu e Formação Macacu), foi também observada por Suguio (1969) e Amador (1975), nos depósitos cenozóicos do médio vale do Rio Paraíba. Suguio sugere a possibilidade de uma caolinitização das montmorilonitas sob as condições de intemperismo atual, onde as precipitações excedem à evaporação. Tal quadro torna-se, porém, de difícil aplicação no caso da Formação Macacu: a associação das caulinitas às distribuições areno-argilosas que mostram a presença de silicatos bastante alterados leva realmente a especular sobre a eficiência do intemperismo pós-deposicional. Entretanto a constituição semelhante apresentada pelos argilominerais das lentes de materiais argilo-sílticos parece colocar em dúvida uma origem autógena para todas as argilas caulíníticas da Formação Macacu.

Textura Em nível de menor complexidade, foram abordadas as características evidenciadas pelos grãos individualmente. Os cristais de quartzo guardam seu brilho natural, sem sinais de polimento. Evidências de dissolução parcial, corrosão e impregnação pelos óxidos de ferro são freqüentemente encontrados. De acordo com o padrão classificatório visual de Powers (*in* Folk, 1968), as areias de quartzo da Formação Macacu são caracterizadas pelo baixo grau de arredondamento (veja a Tab. I). Alguns fragmentos de quartzo, de diâmetros entre 5 e 15 cm, encontrados disseminados e em aparente desordem no interior da matriz fina, apresentam, entretanto, elevado arredondamento. Justapõem-se, porém, a seixos de angulosos a subarredondados. A medição do grau de arredondamento dos seixos foi dificultada por sua preservação como *broken rounds*.

A interpretação dos resultados das análises granulométricas foi dificultada pelo fato de que a maior parte das 184 amostras coletadas apresentava distribuições de freqüência que se afastavam flagrantemente das distribuições "normais". Curvas bi- e plurimodais são muito comuns e, de modo geral, as classes modais tenderam a incidir sobre diâmetros de grão bem diferenciados (areias e argilas).

Numa primeira aproximação ao comportamento dos parâmetros texturais referentes às medidas de tendência central, foram calculadas curvas médias indicadoras da porcentagem de incidência dos diâmetros de grão mediano e médio (veja a Fig. 12). Valores

medianos incidindo sobre diâmetros superiores das areias finas (+ 3 ϕ ou 0,125 mm) associam-se às amostras arenosas e areno-argilosas. A amplitude da mediana para a direita, em relação à classe modal, é função de sua sensibilidade em denunciar as distribuições assimétricas positivas. Valores de grão mediano, dentro da classe textural das argilas, ligam-se aos materiais argilo-silticos e, subsidiariamente, aos argilo-arenosos muito finos. Finalmente diâmetros intermediários representam, de modo geral, as camadas argilo-arenosas.

Tabela I – Valores médios do arredondamento dos grãos de quartzo (%)

Diâmetro do grão	muito anguloso	anguloso	subanguloso	seleção (de Folk, 1968)
+ 2 ϕ (0,25 mm)	49	44	7	0,47 (muito boa seleção)
+ 3 ϕ (0,125 mm)	82	17	1	—

Figura 12 — Formação Macacu: distribuição de frequência dos percentuais de ocorrência dos valores do grão mediano (A) e médio aritmético (B)

A curva dos valores da média aritmética (M_z) parece diagnosticar melhor os diferentes tipos de distribuições contidos na Formação Macacu. O pico principal apresentado pela curva da média representa as camadas areno-argilosas e o secundário, as argilo-arenosas. A incidência dos diâmetros médios no domínio das siltes documenta um relativo equilíbrio entre as populações arenosas e argilosas das distribuições bi- a plurimodais.

Os valores obtidos para o desvio-padrão são normalmente elevados (materiais de muito mal a extremamente mal-selecionados, de acordo com Folk, 1968), enquanto que os da curtose apresentam-se rebaixados (de curvas platicúrticas a muito platicúrticas, ainda de acordo com Folk). Um relativo aumento da seleção associa-se ao aparecimento de formas platicúrticas e leptocúrticas, significando, possivelmente, uma diminuição da importância apresentada, dentro das distribuições, pelas modas secundárias. Materiais

Tabela II — Argilominerais da Formação Macacu

N.º da amostra	Tipo de sedimento	Argilomineral principal	Argilomineral secundário	Argilomineral acessório
DTA 11	arg-arenoso	caulinita	—	—
DTA 4	ar-argil. estrat.	caulinita	—	—
DTA 5	arg-arenoso	caulinita	—	montm.
DTA 14	arg-siltico	caulinita	—	—
DTA 12	arg-argiloso	caulinita	—	—
DTA 2	arg-siltico	caulinita	—	—
DTA 19	arg-arenoso	caulinita	—	—
DTA 6	ar-argil. estrat.	caulinita	—	—
DTA 3	ar-argiloso	caulinita	—	montm.
RX 8	arg-siltico	caulinita	—	montm.
RX 4	ar-argil. estrat.	caulinita	—	montm./il.
RX 21	ar-argiloso	caulinita	—	il./montm.
RX 25	ar-argiloso	caulinita	—	montm./il.
RX 5	ar-argiloso	caulinita	montm.	ilita
RX 14	ar-arg. estrat.	caulinita	—	—
RX 12; DTA 20	ar-arg. estrat.	caulinita	ilita	CM i-m
RX 11; DTA 15	ar-arg. estrat.	caulinita	ilita	CM i-m
RX 17; DTA 28	arg-siltico	caulinita	montm. il.	CM i-m
RX 30; DTA 27	ar-arg. estrat.	caulinita	ilita	CM i-m
RX 10; DTA 21	ar-arg. estrat.	caulinita	ilita	CM m-il.
RX 13; DTA 16	arg-siltico	caulinita	ilita	CM m-il.

com modas secundárias pouco desenvolvidas, ou com classes modais próximas, satisfazem melhor tais exigências (Folk e Ward, 1957).

Quanto à assimetria (SK_I , Fig. 13), delineam-se dois padrões distintos: assimetrias positivas elevadas, relacionadas aos materiais mais grosseiros, e negativas elevadas, ligadas aos argilo-silticos e alguns argilo-arenosos. Deve-se notar que, nas amostras em que os teores em grosseiros (areias) e finos (argilas) tendiam a se equivaler, foram obtidos valores baixos de assimetria e curvas quase-simétricas.

Tais considerações a respeito do comportamento dos parâmetros texturais e suas relações com os principais tipos de materiais da Formação Macacu podem ser facilmente visualizados a partir do emprego de gráficos de correlação. Pela Fig. 14, verifica-se a tendência de os valores do desvio-padrão diminuírem em função do diâmetro do grão. Dentre os materiais areno-argilosos, os de melhor seleção representam distribuições com moda principal nas frações arenosas e outra secundária, argilosa, pouco desenvolvida. Os materiais argilo-arenosos, com desvios-padrão relativamente altos, podem apresentar certo aumento de seleção, desde que as partículas argilosas passem a predominar sensivelmente na distribuição. Os melhores índices de seleção são associados, porém, aos materiais argilo-silticos.

Figura 13 — Formação Macacu: distribuições de frequência dos percentuais de ocorrência dos valores dos parâmetros texturais de desvio-padrão (σ_I), curtose (K_G) e assimetria (SK_I), calculados de acordo com Folk e Ward (1957)

Na correlação da média com a curtose (Fig. 15), nota-se que os sedimentos areno-argilosos e argilo-arenosos tendem a apresentar, como era de se esperar, curvas muito platicúrticas. Denunciam a ocorrência de modas distantes e bem-desenvolvidas. Eventuais curvas leptocúrticas, dentro do domínio areno-argiloso sugerem o domínio flagrante da moda principal arenosa (Cronan, 1972). Apenas os materiais argilo-sílticos caracterizam-se pelas curvas de meso- a leptocúrticas; denunciam a existência de uma moda relativamente bem-marcada, em associação com modas secundárias pouco desenvolvidas ou, ainda, curvas unimodais.

Pela Fig. 16, percebe-se, ainda, que os materiais areno-argilosos tendem a assimetrias fortemente negativas. Os argilo-arenosos, além de mostrarem assimetrias negativas ou fortemente negativas, podem produzir também curvas quase-simétricas. Finalmente, os argilo-sílticos, com tendência à unimodalidade, levam valores de assimetria fortemente negativos. De modo geral, pode-se dizer que as assimetrias positivas tendem a cair com a diminuição do diâmetro do grão médio até o diâmetro dos siltes grosseiros, quando as

Figura 14 – Formação Macacu: representação gráfica de correlação entre os parâmetros texturais do grão médio (M_z) e do desvio-padrão (σ_1)

Figura 15 — Formação Macacu: correlação entre os parâmetros texturais do grão médio ($Mz\phi$) e da curtose (K_G)

FORMAÇÃO MACACU

CORRELAÇÃO DA MÉDIA COM A ASSIMETRIA

Figura 16 — Formação Macacu: representação da correlação entre os parâmetros texturais do grão médio ($Mz\phi$) e da assimetria (SK_1)

curvas apresentam-se quase-simétricas. Continuando a se reduzir o diâmetro médio, ocorre novo aumento dos valores de assimetria, tomando, dessa vez, um caráter negativo.

Uma primeira comparação entre os caracteres texturais dos materiais das camadas Pré-Macacu e da Formação Macacu denuncia ser a última mais rica em distribuições bi- a plurimodais. Também nela ocorrem associações granulométricas mais finas. Em compensação, o depósito mais antigo apresenta-se mais rico em partículas de siltes, sobretudo escassas na Formação Macacu.

CONCLUSÕES Meis e Amador (1974) sugeriram que as transformações pós-depositacionais (especialmente o intemperismo do feldspato) sofridas pelos depósitos da Formação Macacu dificultam o reconhecimento dos processos ligados a sua sedimentação. As informações de cunho textural, mineralógico e estrutural fornecidas pelo sedimentos tornariam pouco consistentes muitos dos resultados que, por ventura, se pudesse obter a partir da utilização de modelos correntemente empregados para a reconstituição paleoambiental. Exemplificando: experimentalmente foram amostradas vinte unidades areno-argilosas,

com estratificação entrecruzada nítida; submetidas a teste preconizado por Sahu (1964) para interpretação paleoambiental, dezoito das amostras indicaram a ação de fluidos de alta densidade e apenas duas a deposição pelas águas correntes.

Dentro de uma análise mais indutiva, Meis e Amador mostraram que os materiais estratificados da Formação Macacu apresentavam caracteres texturais muito semelhantes a de certos colúvios recentes, distanciando-se das propriedades observadas nos alúvios holocênicos. Por outro lado, as distribuições texturais dos setores estratificados e desprovidos de estratificação tendiam a se superpor nitidamente. Concluíram que a perda de estratificação não denunciaria variações na densidade dos fluxos, porém, mais provavelmente, deformações penecontemporâneas ou posteriores à deposição. Os materiais areno-argilosos seriam, por conseguinte, ligados a antigos canais fluviais.

O fraco grau de arredondamento e demais feições superficiais apresentadas pelas areias de quartzo sugerem transporte curto dos clásticos da Formação Macacu. A presença de seixos arredondados de quartzo justapostos a outros angulosos justifica a hipótese de sucessivos retrabalhamentos.

Os materiais argilo-arenosos da Formação Macacu tendem a formar camadas relativamente mais espessas que as areno-argilosas. De modo geral, suas características sugerem uma ligação aos processos de deposição ligados a fluidos de alta densidade. É digno de referência o fato de que tais materiais tendem a ser dominantes nas seções geológicas caracterizadas como de " fácies periférica ". Nessas seções, podem eventualmente envolver até volumosos matacões de rochas cristalinas e seus contatos serem marcados por linhas de seixos de quartzo anguloso. Nas porções onde os depósitos denunciam uma diminuição da energia do veículo de transporte, os materiais argilo-arenosos perdem parte de seu significado em detrimento dos areno-argilosos, fluviais; tornam-se também mais pobres em rudáceos. A diminuição do diâmetro dos cascalhos envolvidos pelas corridas de lama com o afastamento da área-fonte já foi descrita por Blissenbach (1952), Bluck (1964), etc.

Os materiais argilo-silticos indicam condições de baixa energia, com a deposição de partículas transportadas predominantemente em suspensão. Como se apresentam, de modo geral, em litossomas lenticulares pouco espessas, sugerem o preenchimento de depressões rasas por fluxos de pequena velocidade.

O quadro descrito na literatura para as macroestruturas dos depósitos de rios meândricos (Sundborg, 1956; Harms *et al.*, 1963; Visser, 1965; etc.) se aplica relativamente bem aos depósitos das várzeas holocênicas da área da Guanabara. Dissocia-se, porém, por completo da realidade reproduzida pelas seções levantadas na Formação Macacu. Aparentemente, ela se enquadraria melhor no domínio dos depósitos de piemonte, tais como os cones aluviais descritos por Blissenbach (1954), McKee (1957), Bluck (1964), Hooke (1967) e outros autores. Os cones aluviais funcionam como sistemas abertos: mudanças nas condições da bacia de drenagem repercutem nas características de sua topografia e do depósito associado (veja Sundborg, 1967; e outros). Simples alterações nas posições dos canais, capturas, aumentos do gradiente face à própria sedimentação, etc. podem dar origem a eventos erosivos localizados e capazes de gerar estruturas de corte e preenchimento.

Dissociando-se da maior parte dos depósitos de cones aluviais descritos na literatura, os depósitos da Formação Macacu sugerem a remoção de mantos de intemperismo relativamente bem-desenvolvidos. A pobreza em rudáceos, sua natureza e o predomínio das argilas caulínticas fazem com que se visualize, para a área-fonte do material, condições semelhantes às descritas por Tricart e Silva (1958) para a unidade superior da bacia de Taubaté: remoção rápida de regolitos durante fases de desequilíbrio das encostas.

A datação do episódio (ou episódios) de deposição da Formação Macacu é ainda

duvidosa, não devendo ela, entretanto, ser mais antiga que a superfície de erosão mais extensa (Pd1) que se desenvolve no recôncavo da Baía da Guanabara. Caso se aceite a elaboração da superfície de erosão como relacionada ao final do Plioceno e primeiros episódios glaciais do Pleistoceno, ter-se-ia pelo menos um marco para o início da deposição. Como unidade litoestratigráfica, porém, a Formação Macacu parece envolver também episódios deposicionais mais recentes, ligados aos aplainamentos do Pleistoceno Médio. Tais aplainamentos associam-se normalmente a *veneers* pouco espessos. A inconformidade observada na Ponta do Matoso sugere, porém, pelo menos uma fase nítida de degradação linear entremeada aos episódios deposicionais. Ajusta-se, portanto, ao esquema proposto por Bigarella e Ab'Sáber (1964), Bigarella e Andrade (1965) e Bigarella *et al.* (1965), para a evolução geomorfológica do sudeste do Brasil durante o Quaternário. De acordo com esses autores, durante o Pleistoceno teriam se sucedido episódios recorrentes de aggradação e degradação, ligados a um condicionamento climático da dinâmica paleohidrológica.

Agradecimentos O trabalho contou com o patrocínio do CNPq e do CEPG-UFRJ. Nele colaboraram os bolsistas A. M. F. Monteiro, A. L. C. N. Silva, J. R. da Silva, M. B. Machado e S. B. Cunha. Agradecemos ainda a Academia Brasileira de Ciências, pelo empréstimo da sonda Winkie utilizada durante a pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J. R. L. — 1964 — Primary current lineation in the Lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh basin: *Sedimentology*, **3**: 98-108
- AMADOR, E. S. — 1975 — Estratigrafia e Sedimentação da Bacia de Rezende — International Symposium on the Quaternary. *Anais da Acad. Bras. Cienc.*, **47** supl.
- AMARAL, S. E. — 1961 — Silicificação de arenitos de Sergipe (Série Barreiras) e de Varnhagen, São Paulo (Série Itararé). *Bol. Soc. Bras. Geol.*, **10**: 79-99
- BEURLIN, K. e SOMMER, F. W. — 1954 — Restos vegetais fósseis e tectônica da bacia calcárea de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro *Bol.* **149**, da DGM: 27 pp
- BIGARELLA, J. J. e AB'SÁBER, A. N. — 1964 — Paläogeographische und Paläoklimatische Aspekte des Känozoikums in Sudbrasilien. *Z. für Geom.*, **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 — Contribuição ao estudo da Formação Pariqueira-Açu, Estado de São Paulo. *Bol. Paran. Geogr.*, **16/17**: 17-42
- BIGARELLA, J. J., MOUSINHO, M. R. M. e SILVA, J. X. — 1965 — Processes and Environments of the Brazilian Quaternary. VII INQUA Congress, Fairbanks. *Imprensa da Univ. do Paraná*: 156 pp
- BJORNBERG, A. J. S. e LANDIM, P. M. B. — 1966 — Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro (Neocenoico). *Bol. Soc. Bras. Geol.*, **15**: 43-68
- BLISSENBAUGH, E. — 1952 — Relation of surface angle distribution to particle size on alluvial fans. *J. Sed. Petrol.*, **22**: 25-28
- BLISSENBAUGH, E. — 1954 — Geology of alluvial fans in semiarid regions. *Geol. Soc. America Bull.*, **65**: 175-190
- BLUCK, B. J. — 1964 — Sedimentation of an alluvial fan in Southern Nevada. *J. Sed. Petrol.*, **34**: 395-400
- BULL, W. B. — 1964 — Geomorphology of Segmented alluvial fans in Western Fresno County, California. *USG Survey Prof., Paper*, **352E**: 89-129
- CONYBEARE, C. E. B. e CROOK, K. A. W. — 1968 — Manual of Sedimentary structures. *Bureau Min. Res. Geol. and Geophys. Bull.*, **102**, 327 pp

- CORDANI, U. G., DELHAL, T. e LEDENT, D. — 1973 — Orogenèses successives dans le Precambrian du Brésil Sud. Oriental. Rev. Bras. Geoc., **3**: 1-22
- COUTINHO, J. M. V. e COIMBRA, A. M. — 1974 — Os pesados do Barreiras na costa oriental brasileira. Res. Comun. 28.º Congr. Bras. Geol.: 329-333
- COUTO, C. P. — 1953 — A bacia calcárea de Itaboraí e a tectônica da costa sudeste do Brasil. DGM Notes Publ. Estudos, **75**: 12 p
- CRONAN, D. S. — 1972 — Skeness and Kurtosis in polymodal sediments from the Trish Sea. J. Sed. Petrol., **42**: 102-106
- DELHAL, J., LEDENT, D. e CORDANI, U. G. — 1969 — Ages Pb/u. Sr. Rb et Ar/k des formations metamorphiques et granitiques du sudest du Brésil. Ann Soc. Geol. Belgique, **92**: 271-283
- FERREIRA, A. M., COELHO NETTO, A. L., MEIS, M. R. M. — 1975 — Formação Macacu: variações texturais e aproveitamento econômico. Bol. Paul. Geogr., **49**: 45-63
- FOLK, R. L. — 1954 — The distinction between grain-size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. J. Sed. Petrol., **62**: 344-359
- FOLK, R. L. — 1968 — Petrology of sedimentary rocks. Univ. Texas Geol. 370 k, Hemphill's Austin: 170 pp
- 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
- GABRIEL, A. e COX, E. P. — 1929 — A staining method for the quantitative determination of certain rock minerals. Am. Mineral., **14**: 290-292
- HARMS, J. C., MACKENZIE, D. B. e MAC CUBBIN, D. G. — 1963 — Stratification in modern sands of the Red River, Louisiana. J. Geol., **71**: 556-580
- HARTT, C. F. S. — 1870 — Geology and Physical Geography of Brazil. Fields osgood, **6**: 620 pp
- HAYES, J. R. e KLUGMAN, M. A. — 1959 — Feldspar Staining methods. J. Sed. Petrol. **29**: 227-232
- HOOKE, R. B. — 1967 — Processes on arid region alluvial fans. J. Geol. **75**: 438-460
- KARCZ, I. — 1969 — Mud pebbles in a flash flood environment. J. Sed. Petrol. **39**: 333-337
- KARCZ, I. — 1972 — Sedimentary structures formed by flash floods in Southern Israel. Sed. Geol. **7**: 161-182
- KEGEL, W. — 1957 — Contribuição ao estudo da bacia costeira do Rio Grande do Norte. DNPM, DGM, Bol., **170**: 52 pp
- KRUMBEIN, W. C. e PETTIJOHN, F. S. — 1938 — Manual of Sedimentary Petrography. Appleton Century Crofts (NY): 419 pp
- KRYNINE, P. D. — 1948 — The megascopic study and classification of sedimentary rocks. J. Geol., **56**: 130-165
- MEIS, M. R. M. e AMADOR, E. S. — 1974 — Note on weathered arkosic beds. J. Sed. Petrol., **44**: 727-737
- MCKEE, E. D. — 1957 — Primary structures in some recent sediments Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., **41**: 1 704-1 747
- MCKEE, E. D. e WEIR, G. W. — 1953 — Terminology for stratification and cross stratification in sedimentary rocks. Geol. Soc. America, Bull., **64**: 381-390
- MONTEIRO, A. M. F., SILVA, A. L. C. N., SILVA, J. R., CARDOSO, L. F. e MEIS, M. R. M. — 1974 — Considerações petrográficas sobre alúvios recentes da região da Serra do Mar, RJ. XXVIII Congr. da Soc. Bras. Geol., Bol. **1**: 421-426
- ROSIER, G. F. — 1965 — Pesquisas geológicas na parte oriental do Estado do Rio de Janeiro e na parte vizinha do Estado de Minas Gerais. DGM, Bol. **222**: 41 pp
- SAHU, B. K. — 1964 — Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. J. Sed. Petrol., **34**: 73-83
- SIMONS, D. B. e RICHARDSON, E. V. — 1961 — Forms of bed roughness in alluvial channels. Amer. Soc. Civil Eng. Proc. 87 UY3, paper 2 816
- SMITH, N. D. — 1972 — Flume experiments on the durability of mud clasts. J. Sed. Petrol., **42**: 378-383
- SUGUIO, K. — 1969 — Contribuição a Geologia da bacia de Taubaté, vale do Paraíba, Estado de São Paulo. Bol. FFCL-USP: 106 pp

- SUGUIO, K., FÚLFARO, V. e COUTINHO, J. M. V. — 1971 — Tipos de contatos e estruturas sedimentares associados da bacia de S. Paulo. XXV Congr. Bras. Geol., Anais, **2**: 215-218
- SUNDBORG, A. — 1956 — The river Karalven — a study of fluvial processes. Geogr., Annaler, **38**: 127-316
- SUNDBORG, A. — 1967 — Some aspects of fluvial sediments and fluvial morphology. 1 — general views and graphic methods. Geogr., Annaler, **49A**: 333-343
- TRICART, J. e SILVA, T. C. — 1958 — Aspects généraux de la sédimentation du bassin de Taubaté (St Paul, Brésil). Eclogae Geol., Helvetiae, **51**: 795-803
- VISHER, G. S. — 1965 — Use of vertical profile in environmental reconstruction. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull., **49**: 41-61
- WERNICK, E. — 1966 — Análise Granulométrica dos Sedimentos da Bacia de São Paulo. Eng. Min. Metal., **43**: 63-68