

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA FORMAÇÃO RIO CLARO (NEOCENOZÓICO) (*)

Por

ALFREDO JOSÉ SIMON BJORNBERG

Cadeira de Geologia da Escola de Engenharia de São Carlos, U. S. P.

e

PAULO MILTON BARBOSA LANDIM

Cadeira de Geologia e Paleontologia da Faculdade de
Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, S. P.

ABSTRACT

The morphological and sedimentological studies in the State of São Paulo led the Authors to the recognition of some fluvial terraces remanent occuring at diferent elevations.

There is a certain similarity between these Neocenozoic sediments and Botucatu Sandstone (Eocretaceous), but the former usually has coarser particles, rich in magnetite content and fossilized plants.

Sedimentology and Structural data indicate that the sedimentation has been performed under climatic fluctuations, from semiarid to humid conditions.

The Authors propose the stratigraphical designation of Rio Claro Formation (Neocenozoic) for the sediments lying at 600-800 m. level in the Piracicaba-River Basin.

RESUMO

No interior do Estado de São Paulo os autores verificaram a existência de uma cobertura sedimentar de espessura variável, capeando superfícies marcadamente aplainadas.

Pela distribuição granulométrica, os sedimentos estudados assemelham-se extremamente ao Arenito Botucatu (Eocretáceo). Entretanto, a fração grosseira e os valores das medianas, indicando maior compe-

(*) Trabalho realizado com o auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

tência do veículo, bem como a maior percentagem de magnetita presente e as estruturas primárias de deposição e presença de restos vegetais são características extremamente valiosas na diferenciação de ambos os sedimentos.

Tal deposição post-cretácica efetuou-se obedecendo a uma drenagem com traçado semelhante ao atual e provavelmente em clima semi-árido, com flutuações para fases climáticas mais úmidas.

Os Autores propõem para os depósitos sedimentares encontrados na bacia do Rio Piracicaba, a uma altitude de 600-800 m a designação estratigráfica de Formação Rio Claro (Neocenozóica) com a secção tipo em Rio Claro (S.P.).

1. INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo o estudo sedimentológico de depósitos cenozóicos tem se restringido às bacias de São Paulo e Taubaté. Todavia, cortando tanto o Cristalino como os Planaltos Interioranos aparecem níveis topográficos escalonados na paisagem correspondendo a fases de aplainamento, cobertos por uma capa detrítica cenozóica, geralmente pouco espessa. Essa cobertura sedimentar, tem merecido algumas referências, e a primeira delas encontra-se no mapa geológico do Estado de São Paulo de 1929, feita por FLORENCE & PACHECO, na região de Tanque, no vale do Atibaia.

Outras se seguiram: na bacia dos rios Tietê, Sorocaba e Mogi-Guaçu (ALMEIDA, 1952); arredores de Atibaia e Bragança Paulista (WOHLERS, MEZZALIRA, SETZER, 1954); nos arredores de Piracaia, Rio Claro, Vargem Grande do Sul, São Carlos, Botucatu, São José dos Campos, e no vale do Rio Jaguari, nas proximidades de Aguaí (MEZZALIRA, 1948, 1949, 1964); terraços nos vales dos rios Corumbataí, Piracicaba e Tietê (ALMEIDA & BARBOSA, 1953:79); na Serra de Santana (CHRISTOFOLETTI & QUEIRÓZ NETO, 1960); vale do Rio Jundiá, Atibaia e Jaguari (PENALVA, 1964).

De tôdas essas ocorrências, a registrada na última carta Geológica do Estado de São Paulo, editada em 1963 pelo IGG, é a de Tanque, por ser a única com possibilidade de mapeamento, em virtude da escala do mapa (WOHLERS, 1964: 155).

Após, porém, as pesquisas de BJORNBERG, MACIEL e GANDOLFI (1964; BJORNBERG, LANDIM & MEIRELLES (1964, e principalmente BJORNBERG (1965), ficou demonstrado que tais ocorrências podem se apresentar em extensas áreas muito maiores do que se supunha sendo passíveis de mapeamento.

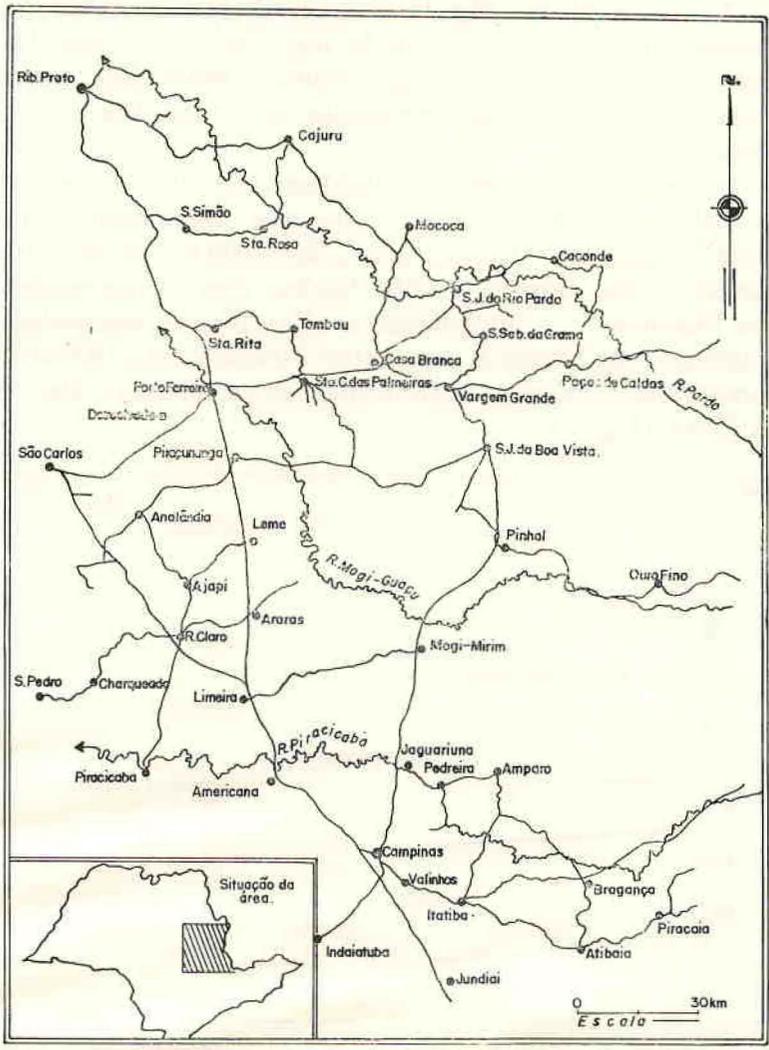


Fig. 1 — Região estudada no leste do Estado de São Paulo.

No presente trabalho procuramos além de caracterizar as feições litológicas desse conjunto de sedimentos, discutir o seu provável ambiente de deposição.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área estudada (Fig. 1) compreende uma faixa de aproximadamente 13.000 km² disposta entre os rios Piracicaba e Pardo, a este do Estado de São Paulo. Dentro dela investigações detalhadas foram executadas entre Rio Claro e São Carlos (S. P.).

Nessa região conseguimos localizar três níveis topográficos principais capeados por sedimentos apresentando diferentes espessuras. O mais alto, a 900-1000 m., sôbre o qual situa-se o sítio urbano de São Carlos, com prolongamentos para Descalvado; o intermediário, sôbre o qual desenvolve-se o "cerrado" de Itirapina, com cotas variando entre 800-900 m e finalmente o inferior, sôbre o qual se encontra a cidade de Rio Claro (Fig. 2).

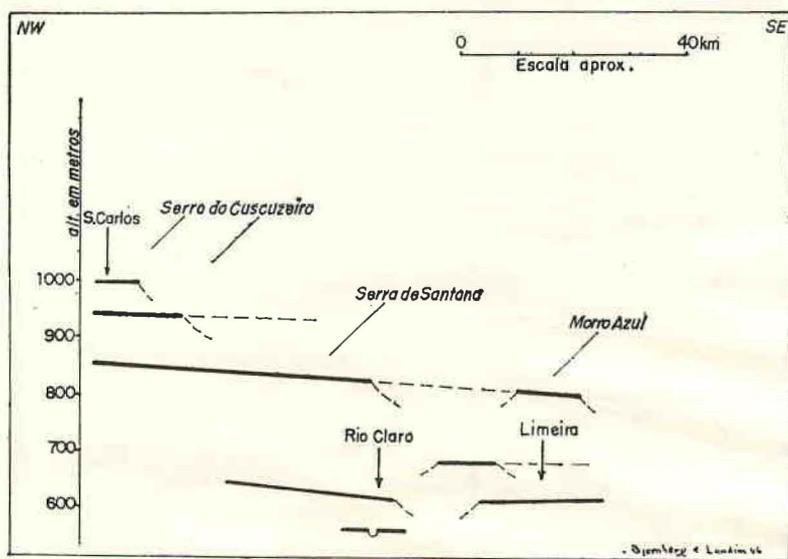


Fig. 2 — Situação dos níveis topográficos principais capeados por sedimentos neocozóicos.

Este nível, desenvolvido pelo vale do Rio Piracicaba, capeando o topo dos interflúvios numa altitude que varia de 600-800 m com espessura máxima sedimentar de 30 m, eleva-se para o norte de cerca de 3 m por km, acompanhando a

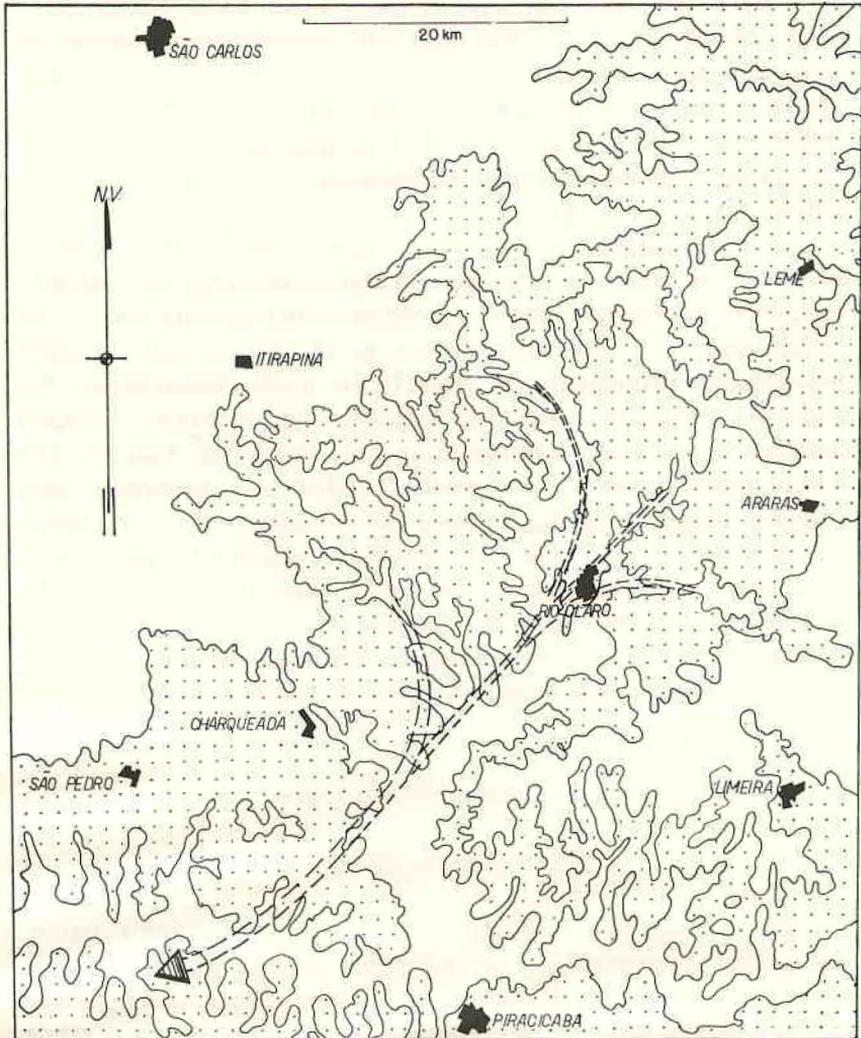


Fig. 3 — Área coberta pelos sedimentos da Formação Rio Claro. As flexas indicam o sentido geral do transporte.

drenagem atual, sofrendo endentações nas cabeceiras do Rio Corumbataí.

Tanto êste, como os demais níveis acham-se entalhados, em superfícies de erosão, apresentando no contato com as formações subjacentes uma pavimentação detrítica rudácea.

Como não estamos certos da continuidade física entre êsses níveis, que se desdobram em patamares secundários, propomos a designação estratigráfica de Formação Rio Claro apenas para o nível inferior (Fig. 3) aguardando futuros estudos que permitam garantir a ampliação em área dessa Formação, ou designações formacionais específicas para os outros níveis (Fig. 4).

Nos níveis mais antigos aparecem leitos extremamente finos de estrutura e textura reconhecíveis com dificuldade ocupando depressões locais, às vêzes retrabalhados em vários ciclos erosivos. Sua permanência se dá devido à fraca competência da drenagem nas superfícies pouco inclinadas. No sopé das elevações e nas proximidades das encostas alcançam maiores espessuras, mostrando características de taludes. Em níveis mais novos os sedimentos podem se apresentar sem estratificação, ou ausência aparente de planos de acamamento, estando a seqüência interrompida localmente por níveis de seixos, a seleção é má e a maturidade incipiente; ou depósitos estratigráficos, mal classificados, muitas vêzes arco-sianos e coluviais, de estruturas e texturas variadas, passando em alguns casos gradualmente na parte superior para o tipo anterior.

3. SEDIMENTOLOGIA

3.1. *Análise Mecânica*

Após analisadas 138 amostras, os dados obtidos a partir da análise mecânica foram reunidos em classes e a seguir expressos em curvas de freqüência acumulada e histogramas. Após uma verificação preliminar, pareceu-nos haver grande semelhança entre a fração arenosa do sedimento estudado e o Arenito Botucatu, quanto às suas características texturais

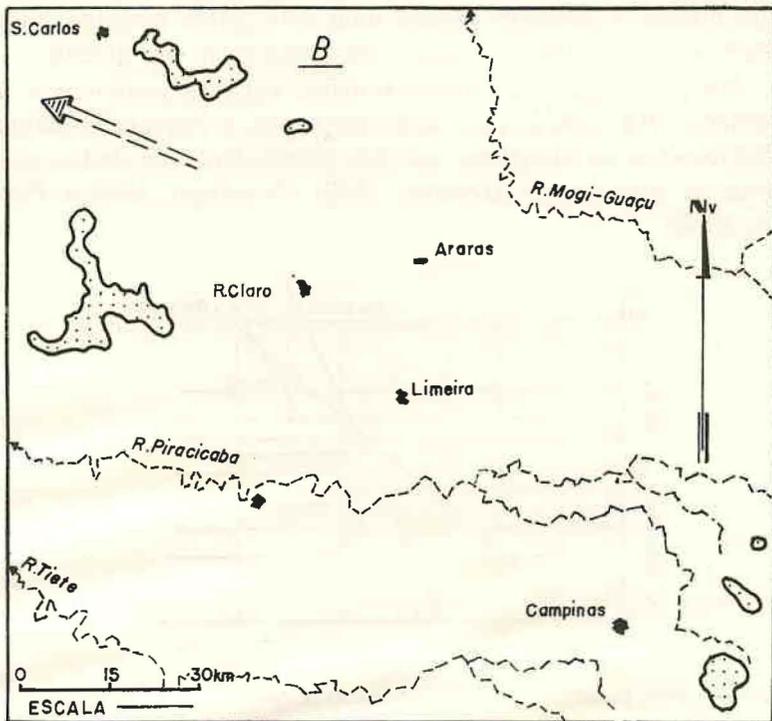
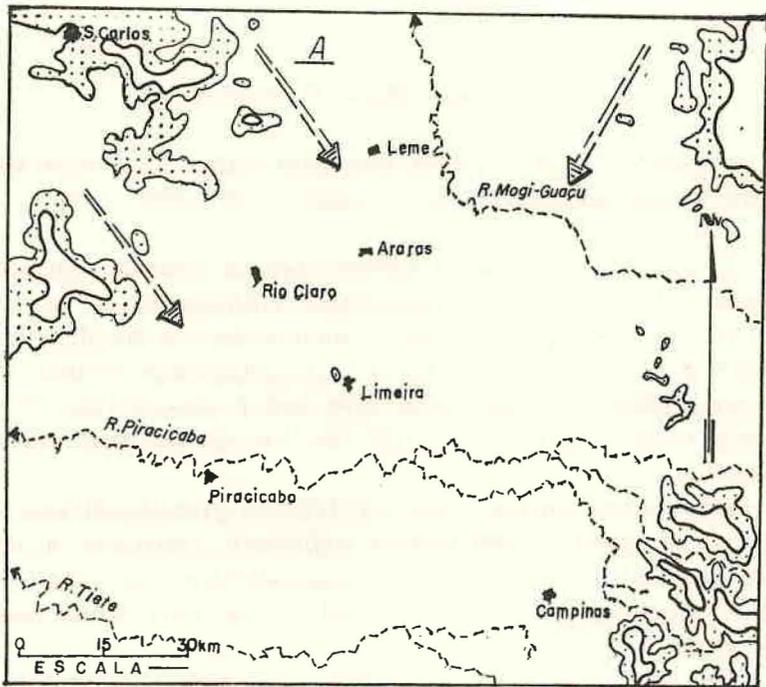


Fig. 4 — Situação aproximada das áreas cobertas pelos sedimentos neocenozóicos. As flexas indicam o sentido geral do transporte: A — nível intermediário com cotas variando entre 800-900 m; B — nível superior com altitudes de 900-1000 m.

de tamanho. Para se obter um meio direto de comparação entre ambos os sedimentos, utilizamos do método divulgado por Lohse (1955).

Tendo em vista que a fração clástica arenosa dos sedimentos obedece a uma distribuição granulométrica lognormal, e ciente de que os valores acumulados de tal distribuição, quando colocados em papel de probabilidade normal, são representados por uma reta, esse autor desenvolveu o seguinte método, para a obtenção de "curvas padrões" de sedimentos:

Depois de expressas as distribuições granulométricas de várias amostras de um mesmo sedimento, calcula-se a porcentagem média em que ocorre uma determinada classe da fração grosseira do sedimento, assim como uma determinada classe da fração fina.

Colocando-se esses dois pontos em papel de probabilidade normal e fazendo passar uma reta pelos mesmos, obteremos a distribuição "padrão" do sedimento em questão.

Na confecção das curvas padrões para os sedimentos da Formação Rio Claro, Formação Botucatu e Formação Bauru, utilizamo-nos de amostras por nós estudadas e de dados existentes na literatura (ALMEIDA, 1953; CARVALHO, 1954 & FREITAS, 1955).

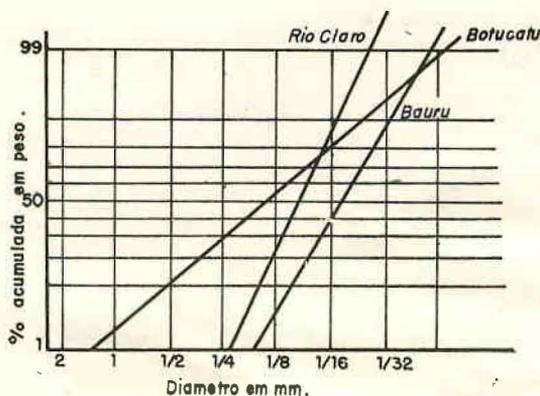


Fig. 5 — Curvas padrões, segundo o método de Lohse (1955) de sedimentos das Formações Rio Claro, Bauru e Botucatu, colocadas em papel de probabilidade normal.

A figura 5 mostra claramente que os psamitos da Formação Rio Claro apresentam uma semelhança mais pronunciada com o Arenito Botucatu do que com o Arenito Bauru.

Para se ter melhor idéia disso lançamos mão do método estatístico conhecido como cálculo do χ^2 (chi-quadrado) o qual nos permite maior segurança dos resultados.

O χ^2 é obtido pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} + \frac{(o_2 - e_2)^2}{e_2} + \dots + \frac{(o_k - e_k)^2}{e_k}$$

Os valores de "o" representam os dados granulométricos observados nas amostras coletadas e os valores "e" são os espados, ou seja, as frequências do Arenito Botucatu.

Em termos matemáticos, a figura 6 representa o seguinte:

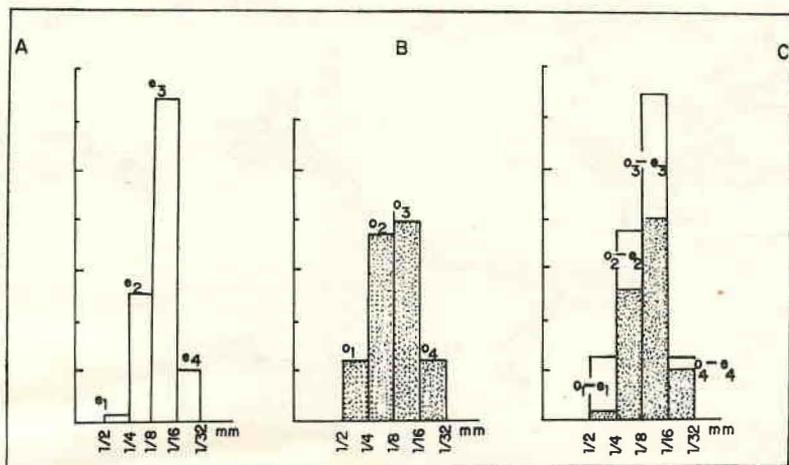


Fig. 6 — Histogramas representativas da distribuição do Arenito Botucatu (A), distribuição de uma amostra qualquer de sedimento da Formação Rio Claro (B) e comparação entre ambos os sedimentos (C).

A é o histograma dos valores esperados (Formação Botucatu)

B é o histograma de uma amostra qualquer (Formação Rio Claro)

C nos mostra gràficamente as diferenças entre A e B

Para $x^2=0, a=b$

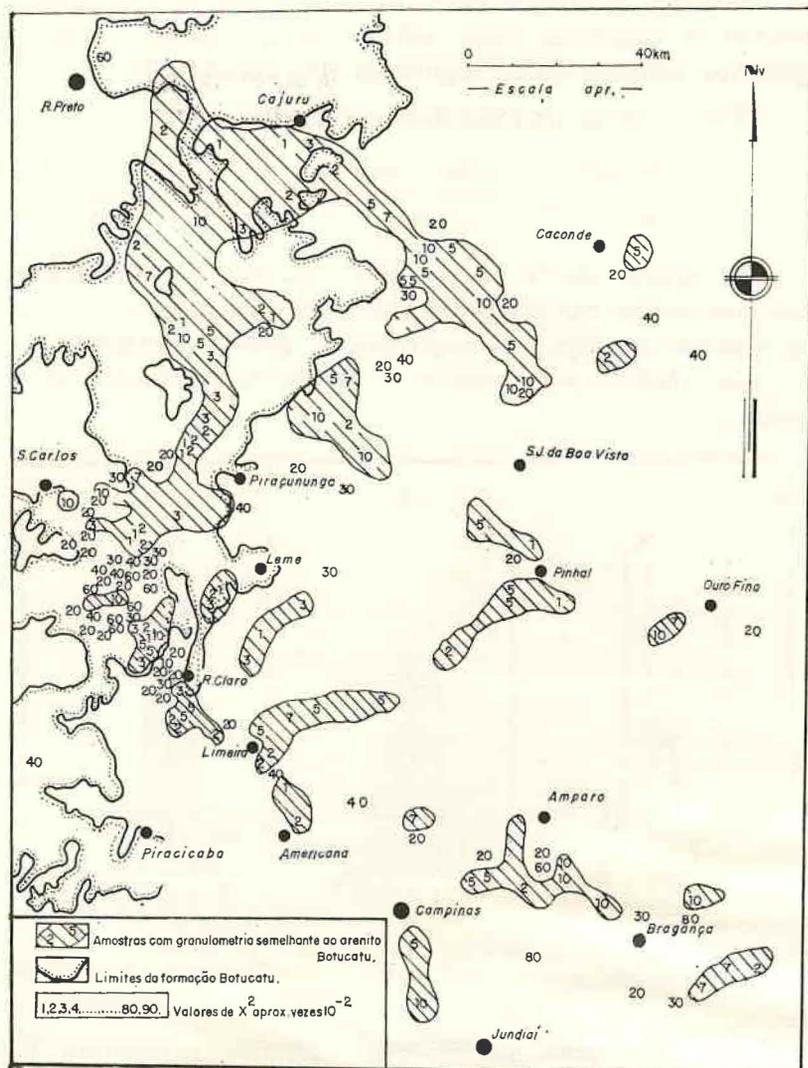


Fig. 7 — Valores de x^2 calculados para o Arenito Botucatu (valores esperados) e Formação Rio Claro (valores obtidos), notando-se em tôda a região manchas correspondentes a sedimentos que se assemelham granulomêtricamente ao Arenito Botucatu.

Quanto maior fôr a discrepância entre A e B maior será o valor de x^2 .

Os valôres de x^2 calculados foram reunidos em intervalos de 1000 e lançados em mapa (Fig. 7), onde aparecem também os afloramentos do Botucatu, dando-nos uma idéia melhor da distribuição em área dos dois tipos de sedimentos. Nota-se haver, em tôda a região estudada, manchas correspondentes a sedimentos que se assemelham granulométricamente ao arenito Botucatu, inclusive bem para este, nas cabeceiras de alguns rios atuais (Pardo, Moji-Guaçu, Jaguari). A área pontilhada corresponde aos afloramentos de arenito Botucatu, traçado segundo carta geológica do IGG (1963).

A conclusão tirada do exposto é a de que sendo o Arenito Botucatu, como tudo indica, o principal fornecedor para a sedimentação da Formação Rio Claro, torna-se extremamente difícil, baseando-se apenas na análise granulométrica diferenciar êsses dois sedimentos. Exatamente por isso que outros pesquisadores sempre os consideram como pertencentes a uma mesma Formação, ou seja, o próprio Arenito Botucatu.

3.2. ANÁLISE MORFOSCÓPICA

3.2.1. *Arredondamento*

Tomamos de cada amostra 400 grãos de quartzo de fração 0,500-0,250 escolhidos ao acaso que, após examinados, à lupa, foram comparados com uma tabela padrão de arredondamento (KRUMBEIN & SLOSS 1963:111). Com os dados obtidos construímos histogramas porcentuais da distribuição de arredondamento.

Aqui também utilizamo-nos do teste do x^2 para comparação entre os sedimentos.

Na figura 8 os números de 1 a 30, situados nos locais de coleta, correspondem a grupos de valôres de x^2 . Esta re-

apresentação, torna possível uma visão espacial das relações com o arenito Botucatu.

Estatisticamente, os grupos de valores correspondentes aos números 1, 2 e 3 indicam certa semelhança com o arenito

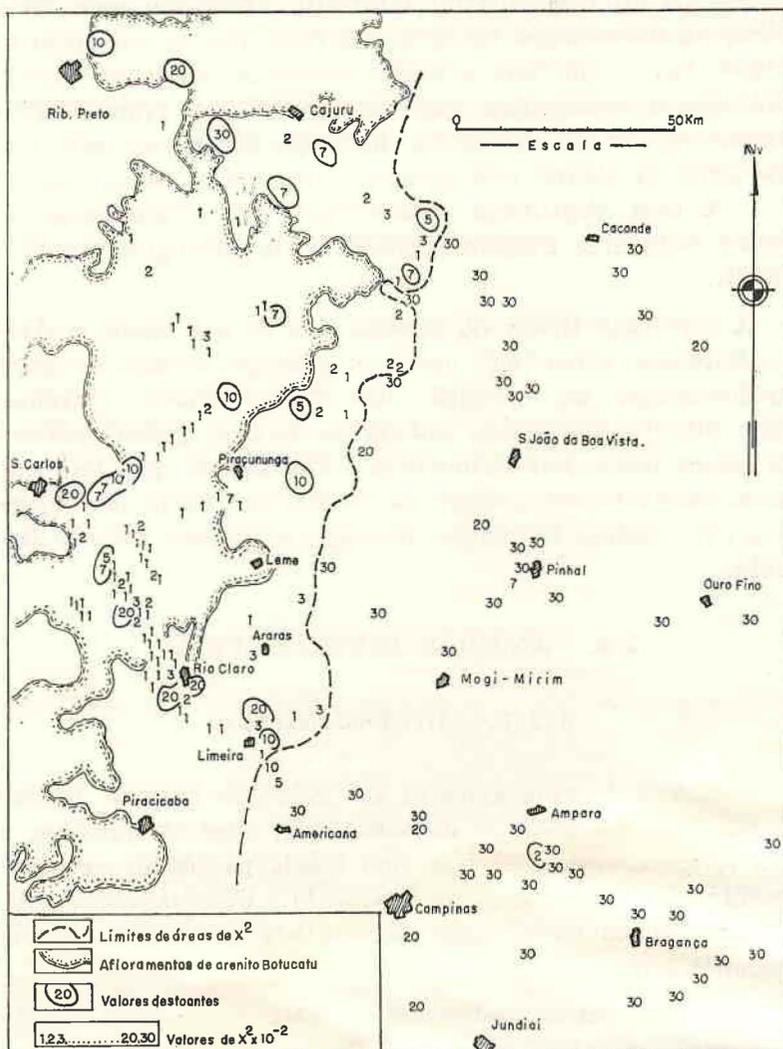


Fig. 8 — Valores de arredondamento, obtidos da comparação entre sedimentos da Formação Botucatu e Formação Rio Claro, pelo método do x^2 , dispostos em área.

Botucatu, enquanto os representados por 5 e 7 apresentam certa discrepância, e finalmente, os grupos 10, 20 e 30 mostram forte discrepância.

A linha sinuosa contínua, de direção geral NEE-SSW, delimita duas áreas distintas de valores de x^2 , sendo que para W êstes se aproximam do valor padrão, o que não se verifica para E.

A região pontilhada indica afloramentos do arenito Botucatu, segundo carta geológica do IGG (1963).

DISCUSSÃO DO ARREDONDAMENTO

Estudos de KRUMBEIN & SLOSS (1963:207-209) referentes a fenômenos abrasivos durante o movimento de tração, revelam que no início do transporte o mecanismo de arredondamento das partículas é rápido, diminuindo constantemente com a distância percorrida. Isto acontece porque, ao iniciar-se o transporte, o clástico está muito anguloso, oferecendo grande superfície à abrasão, superfície esta que paulatinamente diminuirá acarretando desgaste mais lento.

O arredondamento ocorre de modo mais rápido que a redução de tamanho por abrasão, o que se explica pelo desaparecimento das pequenas angulosidades, cuja influência na diminuição do diâmetro das partículas é pequena.

Observam ainda que o tamanho médio das partículas, decresce, à jusante dos rios, mais rapidamente do que se poderia prever pela abrasão. Este fato sugere ser o transporte seletivo mais importante, sendo muitas vezes perturbado por fenômenos que modificam as condições do rio, tais como a junção dos tributários, inundações, quebra do perfil longitudinal, etc..

No nosso caso, é possível que os sedimentos bem arredondados existentes para W sejam provenientes de depósitos mais antigos desta mesma área.

Os rios Mogi-Guaçu, Atibaia e Pardo correm nas suas cabeceiras sobre rochas Pré-Cambrianas. Clásticos bem arredondados, em amostras provenientes destes locais, ainda

que em pequena quantidade sugerem retrabalhamento de rochas sedimentares previamente existentes nestas áreas. Esta sugestão é bastante plausível, lembrando-se da existência de arenitos eólicos no planalto de Poços de Caldas (BJORNBERG & LANDIM, 1966).

3.3. COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

3.3.1. *Fração leve*

Na composição mineralógica dos sedimentos analisados o principal componente é o quartzo ocorrendo o feldspato subsidiariamente, em baixa proporção. Em algumas amostras, todavia, o feldspato pode aparecer em destaque, juntamente com a mica. Nota-se ainda a presença de argila predominando em certas lentes, interpretadas como antigos meandros abandonados, constituindo hoje depósitos de valor econômico. Nêstes sedimentos, podemos constatar a influência das rochas encontradas nas vizinhanças. Assim, junto a afloramentos do Grupo Tubarão, os depósitos de argila são predominantemente do tipo montemorilonítico (taguás). Fora dessa área predominam as argilas caoliníticas. Intercalações de esponglitos podem ser comuns nos depósitos lagunares, como por exemplo no vale do Rio Mogi-Guaçu.

3.3.2. FRAÇÃO PESADA

3.3.2.1. *Minerais opacos*

Entre os alotígenos predomina incontestavelmente a magnetita, devido a proximidade de corpos basálticos. A verificação da presença de magnetita é uma característica extremamente valiosa para diferenciar a Formação Rio Claro da Formação Botucatu, pois naquela apresenta-se em alta proporção, enquanto no Arenito Botucatu, ocorre em menor quantidade relativa.

3.3.2.2. *Minerais transparentes*

Em média porcentuar e ocorrência de minerais pesados é a seguinte:

| | |
|-------|----------------|
| 44 % | de turmalina |
| 37,5% | de estauroлита |
| 7,5% | de zircão |
| 5,0% | de silimanita |
| 0,5% | de cianita |
| 0,5% | de monazita |

Total 100,0%

Para efeito de comparação, amostras coletadas ao longo dos rios Jaguaú, Mogi-Guaçu e Pardo, forneceram a seguinte relação:

| | |
|-------|---------------|
| 43,5% | de silimanita |
| 43,5% | de hornblenda |
| 8,5% | de cianita |
| 4,5% | de zircão |

Total 100,0%

Para se ter melhor idéia da distribuição dos minerais pesados transparentes foi construído um mapa (Fig. 9) onde estão agrupados em linhas fechadas os minerais mais frequentes. Notamos que turmalina, zircão e estauroлита aparecem juntos, principalmente numa faixa larga a N e W, e silimanita, cianita, hornblenda e biotita ocupam três faixas de direção geral NW, acompanhando a drenagem atual. Silimanita, cianita, hornblenda e biotita são minerais encontrados em rochas de alto grau de metamorfismo regional, sendo que os dois últimos podem ocorrer em rochas ígneas ácidas. Silimanita, cianita e hornblenda são menos resistentes, que turmalina, zircão e estauroлита, podendo entretanto, inicialmente estarem reunidos. Ulteriormente os três primei-

ros seriam destruídos por intemperismo ou retrabalhamento, sendo hoje encontrados em depósitos ou terraços de rios atuais (vide Fig. 9).

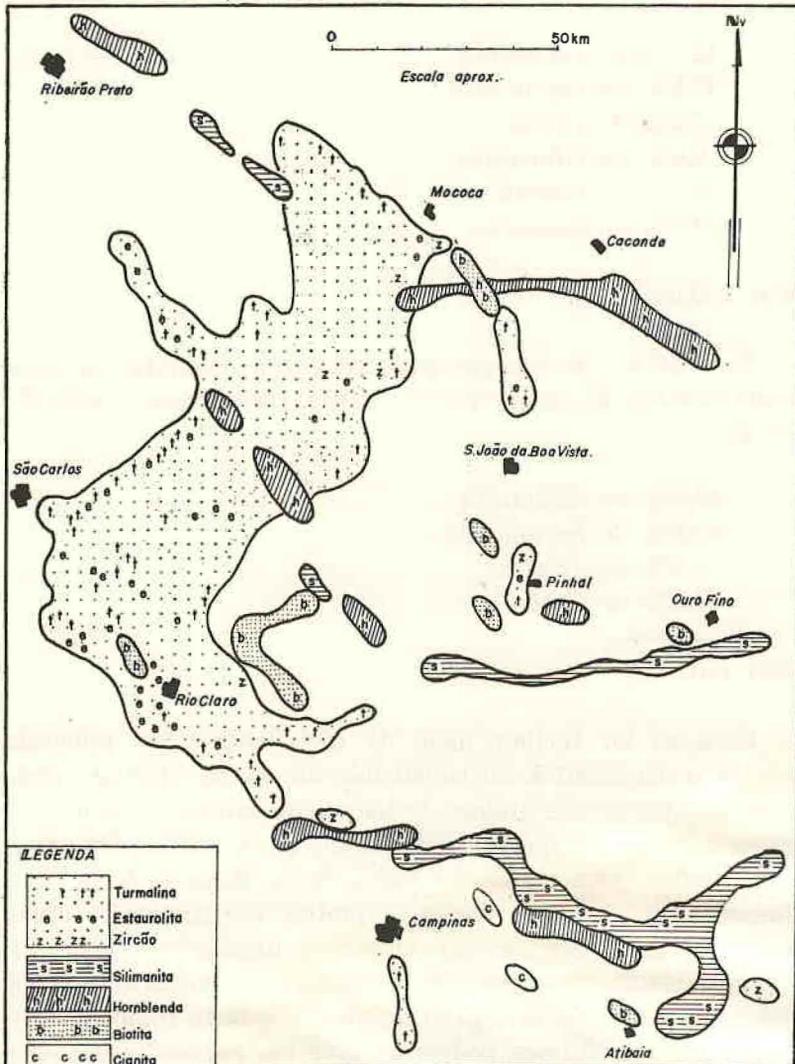


Fig. 9 -- Distribuição em área dos minerais pesados. Turmalina, zircão e estaurolita ocorrem numa larga faixa de direção aproximada NS. Silimanita, cianita, hornblenda e biolita ocupam três faixas de direção geral NW-SE, acompanhando a drenagem atual.

PETTIJOHN (1949:96-97) é de opinião que, em uma rocha sedimentar onde faltam os minerais instáveis, a ocorrência de minerais pesados estáveis, com alto grau de arredondamento, indica que sedimentos pré-existentes foram retrabalhados. Na pesquisa que fizemos, turmalina, estaurolita e zircão parecem preencher as condições citadas.

Há pois a possibilidade de fontes de diferentes composições mineralógicas para explicar a referida disposição dos pesados. A turmalina, estaurolita e zircão poderiam ter provindo tanto do flanco oeste ou seja da Serra Geral, como do flanco este, no Cristalino, de sedimentos mais antigos que capeariam o complexo cristalino nessa época. Esgotados estes últimos, a drenagem teria se encaixado em rocha pré-Cambriana, daí retirando a hornblenda, silimanita e cianita. Segundo EBERT (comunicação pessoal) a silimanita é somente encontrada nas rochas cristalinas situadas bem a oriente nas cabeceiras do Rio Grande.

4. *ESTRUTURAS SEDIMENTARES*

4. ESTRUTURAS SEDIMENTARES

Nos sedimentos estudados predomina a estrutura maciça. Todavia nos afloramentos aonde é dado observar feições estruturais, de origem sedimentar, estas alternam-se com grande grau de variabilidade.

A fim de exemplificar podemos citar o perfil, obtido na boçoroca a 1 km a NE de Ajapi (S.P.).

altitude do topo = 660 m.

1,00 m = solo

2,00 m = arenito de côr marrão, sem estratificação, com seixos dispersos.

0,40 m = brecha de argila em matriz arenosa de cores variadas. Restos de vegetais.

- 1,50 m = arenito conglomerático sem estratificação nítida passando a apresentar estratificação cruzada na base.
- 3,00 m = arenito conglomerático maciço.
- 2,30 m = arenito com estratificação sub-horizantal, localmente passando a estratificação cruzada, com estruturas de corte e preenchimento.
- 0,20 m = camada argilosa avermelhada.
- 12,10 m = arenitos conglomeráticos de estratificação sub-horizantal e cruzada, com estrutura, de corte e preenchimento; em certos níveis em alternância com lâminas argilosas.
- 0,40 m = conglomerado de seixos de quartzo, siltito, arenito, em contato erosivo sôbre a Formação Corumbataí.

4.1. *Estrutura Maciça*

A estrutura maciça caracteriza-se pela ausência de planos de estratificação ou acamamento, dando a impressão de continuidade, sendo em certos pontos interrompida por níveis de seixos de curta persistência horizontal.

Diferenças texturais em alguns casos são perceptíveis, com um exame cuidadoso, usando-se lupa de aumento superior a 30 x.

Para a formação dêste tipo de estrutura existem autores que consideram o clima como o agente responsável. Assim, STRAHLER (1960:356-357) é de opinião que um rio ao receber quantidades maiores de material de que é capaz de transportar, sofre múltiplas divisões e anastomoses, resultando uma

drenagem ampla do tipo areolar (braided). A razão disto seria que a deposição na calha fluvial, forçando o rio a abandonar o seu leito, destruiria qualquer tipo de estrutura previamente formada. Este fenômeno é observado em regiões áridas, onde a quantidade de detritos rochosos provenientes de encostas satura o rio.

CAILLEUX (1950:243-270) baseando-se em observações de campo e compilando dados de vários autores, conclui que somente em clima semi-árido se verifica a drenagem areolar, gerada por torrentes, provocando pedimentação.

Entretanto, na Nova Zelândia, onde o clima é temperado úmido, ocorre o mesmo tipo de drenagem. COTTON (1952:194-195) todavia explica isto como sendo o resultado de ativa erosão remontante.

Verifica-se no caso presente que a concentração dos minerais pesados transparentes bem como da magnetita é tanto maior, quanto mais próxima às rochas portadoras de grande quantidade desses minerais.

Além disso as amostras contendo clásticos bem arredondados limitam-se às áreas próximas dos afloramentos sedimentares do Botucatu.

Quanto à distribuição granulométrica, podemos dizer que os sedimentos apresentam, de modo geral, boa seleção. Isto, à primeira vista, parece contradizer à hipótese de um pequeno transporte, porém facilmente se explica em virtude do clástico provir de um sedimento primariamente bem selecionado, ou seja, Arenito Botucatu.

Tudo isso indica que o transporte foi curto, sendo responsável por conseguinte por esse tipo de estratificação maciça.

4.2. *Estratificação cruzada*

Dos vários afloramentos estudados, em apenas 16 constatamos a presença de estratificação cruzada.

Na Fazenda Santa Eulália, assim como no km 9,3 da estrada Analândia-Corumbataí, predominam estratos longos e pouco inclinados em arenitos arcossianos grosseiros, com sei-

xos de quartzo de até 16 cm x 12 cm x 10 cm de tamanho. A seleção dos seixos é fraca achando-se distribuídos irregularmente na massa de finos. Nota-se entretanto, que há uma certa ritmicidade observável macroscopicamente, ocorrendo na base de cada estrato uma maior concentração de clásticos grosseiros, lembrando estrutura gradacional.

Em depósitos de intercalhas podem ocorrer estratificação cruzada de correnteza. São muito variáveis, inclinadas ou não, longas ou curtas, retas ou curvas, indicando as mais diversas condições de deposição.

4.3. *Estrutura de corte e preenchimento (cut-and-fill)*

Ocorrem principalmente nos sedimentos próximos a Serra Geral, seixos com a seguinte variação litológica: a) quartzo, b) limonita, c) turmalina, d) argila.

a) Os seixos de quartzo são os que aparecem em maior quantidade, neste tipo de depósito. Sua fonte de origem está nos depósitos mais antigos em terraços da Serra Geral, como foi possível verificarmos, baseando-nos em estudos realizados por PETTIJOHN (1949:396-398) sobre a relação da distribuição do tamanho de seixos de quartzo com as possíveis condições topográficas reinantes na época de deposição.

b) A limonita provavelmente tem sua origem nas rochas ricas em ferro existentes na região.

c) Turmalina é o constituinte de menor tamanho encontrado neste tipo do depósito, variando ao redor de 5 mm. Algumas vezes, aparecem incrustada em seixos de quartzo, denotando sua proveniência de zonas pegmatíticas.

d) A argila ocorre sob a forma de pelotas (mud pellets), como um constituinte raro de alguns depósitos de calha. BELL (1940) é de opinião que a origem dos seixos de argila nos rios, relaciona-se a condições de supersaturação detrícia na época de grandes enchentes. Isto notamos nas cabeceiras dos

rios Jaguari, Corumbataí, em sedimentos de calha inconsolidados. Podemos acrescentar que as pelotas também ocorrem em pontos à jusante de níveis de base locais, como lagos, cortados pelos rios na época das chuvas.

BELL ainda estabelece uma relação entre a velocidade da corrente e o diâmetro das pelotas.

Estendendo êste critério para explicarmos a velocidade das correntes na época da formação dos depósitos citados, notamos que estas seriam de 10 m/s, isto porque a média das partículas estudadas é de 5 cm. Êste valor nos pareceu ser muito exagerado, de acôrdo com observações de campo, a velocidade, para movimentar partículas dessa ordem de grandeza, seria ao redor de 5 m/s.

Cumpre-nos ainda salientar a presença de seixos de sílica nos depósitos de calha na base dos sedimentos modernos, encontrados no km. 177 da rodovia Rio Claro-São Carlos. Êstes seixos parecem provir de silcretos, porém não sabemos se foram formados nêstes sedimentos ou se secundariamente no arenito Botucatu.

4.4. *Estruturas de Dessecamento*

Em depósitos lentiformes, de até 50 m de comprimento e 4 m de espessura, ocorrem fendas ocupadas por material arenoso de camada superior. Tais estruturas parecem ser de dessecamento.

5. *Fósseis*

São todos fragmentados vegetais dispostos caòticamente, alguns limonitizados e a maioria carbonizada, existindo também algumas impressões. Foram identificados *Renales* e restos de *Pteridophyta* (MEZZALIRA, 1964) e restos pertencentes às famílias Numphaeaceae, Potamogetonaceae (?) e Alismataceae (?) (BJORNBERG, LANDIM & MEIRELLES (1964). Tais achados indicam uma idade geológica bastante jovem para êstes depósitos.

6. *Ambiente de deposição*

A predominância da estrutura maciça, composição mineralógica semelhante às rochas circunvizinhas, ocorrências de sedimentos arcossianos indicando soterramento curto e rápido, pode ter uma explicação condicionada ou à fatores de ordem tectônica ou à imposições de origem climática.

Para o primeiro caso não encontramos evidências indicadoras de um amplo sistema de falhamento. Aliás a maior falha encontrada na região, ou seja, no km. 256+400 m da rodovia São Carlos-Descalvado, em sedimentos da Formação Bauru (Neocretáceo), apresenta um rejeito da ordem de 4 m.

As nossas observações sôbre a Formação Rio Claro enquadram-se, isso sim, perfeitamente na concepção de autores como BIGARELLA & AB'SABER (1964), BIGARELLA & ANDRADE (1965) BIGARELLA, MOUSINHO & SILVA (1965), de estarem os processos agradacionais e degradacionais nos depósitos cenozóicos brasileiros ligados a fenômenos paleoclimáticos.

Evidências texturais e extruturais indicam que imposições de caráter climático influíram decisivamente na formação dos sedimentos aqui estudados, ao contrário das camadas de São Paulo e Taubaté, nas quais o contrôle efetivo da deposição foi desempenhado por uma tectônica de falhamento.

Assim a seqüência de depósitos e degraus morfológicos indicam sucessivos ciclos de erosão e deposição cobrindo vastas áreas com finas camadas pedimentares. A sedimentação ocorreria durante épocas climáticas semi-áridas em que o escoamento planar das águas fortemente carregadas de detritos, devido a ampla desagregação mecânica, geraria depósitos mal selecionados e destituídos de acamamento. Nesta fase a erosão lateral, provocaria o aparecimento de grandes superfícies aplainadas.

A infrequente ocorrência de sedimento bem estratificado em pretéritas planícies de inundação, assemelhando-se ao que ocorrem com certos caudais atuais, poderia ter sua origem condicionada por intenso suprimento de detritos a montante, intemperizados previamente e mobilizados em condições de maior pluviosidade (WOOLDRIDG & MORGAN, 1959:151-153).

O preenchimento das baixadas poderia dar-se também por perda de velocidade das correntes aquosas incapazes de continuar levando o material em suspensão recebido nas cabeceiras. A erosão meandrante lateral nessas condições, seria a responsável pelo alargamento das várzeas fluviais.

Mudança climáticas para fases mais úmidas teriam permitido o aprofundamento da drenagem em condições lineares de erosão resultando além de patamares escalonados, incoformidades na sedimentação.

Dessa seqüência de eventos em que ocorreria degradação pela erosão linear dos rios nos períodos mais úmidos, e degradação lateral e agradação relacionados aos processos de lavagem em lençol, característicos de fases secas, resultaram os vários níveis geomorfológicos sôbre os quais depositaram-se os sedimentos da Formação Rio Claro.

Em estudo recente, BIGARELLA, MOUSINHO & SILVA (1965) propõem uma correlação dos vários pediplanos e pedimentos cenozóicos no Brasil oriental. Segundo êsses autores o mais antigo pediplano (Pd^3) seria de idade cretáceo-eoceno. Durante o Cenozóico, ocorreria a dissecação do pediplano Pd^3 , resultando no Terciário médio o Pd_2 e no Quaternário o Pd_1 , êste profundamente influenciado pelas alternâncias climáticas provocadas pelos recuos e avanços do gêlo da glaciação pleistocênica (BIGARELLA & ANDRADE, 1965)

Infelizmente faltam-nos elementos seguros que nos possibilitem uma perfeita correlação entre os vários níveis de aplainamento existente no interior do Estado de São Paulo e os acima referidos.

Esperamos todavia que futuros dados possam melhorar os conhecimentos sôbre a matéria.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. — 1952 — *Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná*, Bol. Soc. Bras. Geol. 1(1):53-58, São Paulo.
- IDEM — 1953 — *Botucatu, um deserto triássico da América do Sul*, Brasil, Div. Geol. Min., Notas Prel. Est. (86):52 pp., Rio de Janeiro.

- ALMEIDA e BARBOSA — 1953 — *Geologia das quadriculas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo, Brasil*, Div. Geol. Min. (143):96 pp., Rio de Janeiro.
- BELL, H. S. — 1940 — *Armored mud balls, their origin properties and role in Sedimentation*, Journ. Geol. 48(1): 1-31, Chicago.
- BIGARELLA, J. J. e AB'SABER, A. N. — 1964 — *Paläogeographische und Paläoklimatische Aspekte des Känozoikums in Südbrasilien*, Zeitschrift für Geomorphologie, 8(3):286-312, Berlin.
- BIGARELLA, J. J. e ANDRADE, G. O. — 1965 — *Contribution to the study of the Brazilian Quaternary — Inédito*.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. e SILVA, J. X. — 1965 — *Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil*, Bol. Paran. Geogr. (16-17):117-151, Curitiba.
- BJORNBERG, A. J. S. — 1965 — *Sedimentos pós-cretácicos do leste do Estado de São Paulo*, Tese apresentada ao concurso de Livre-Docência da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos. (Inédito).
- BJORNBERG, A. J. S.; MACIEL, A. C. e GANDOLFI, N. — 1964 — *Nota sobre os depósitos modernos na região de Rio Claro*, Escola de Engenharia da Universidade de São Carlos (106), Geol. (11):21-36, São Carlos.
- BJORNBERG, A. J. S. e LANDIM, P. M. B. — 1966 — *Sobre os Arenitos da Serra da Mantiqueira e os Arenitos da Formação Botucatu (Eocretáceo)*, Bol. Paran. Geogr. (18-20):18-24, Curitiba.
- BJORNBERG, A. J. S.; LANDIM P. M. B. e MEIRELLES F^o, G. M. — 1964 — *Restos de plantas modernas em níveis elevados na região de Rio Claro*, Esc. Eng. São Carlos (106), Geol. (11):37-57.
- CAILLEUX, A. — 1950 — *Ecoulements liquides em nappe et aplainissements*, Revue da Geomorp. Dynamique premiere année (6):243-270, Paris.
- CARVALHO, A. M. V. — 1954 — *Contribuição ao estudo petrográfico do Arenito Botucatu no Estado de São Paulo*, Bol. Soc. Bras. Geol. 3(1):51-72, São Paulo.
- CHRISTOFOLETTI, A. e QUEIROZ NETO, J. P. — 1960 — *Os sedimentos da Serra de Santana (S.P.)*, Tese apresentada ao XIV Congresso Brasileiro de Geologia, Brasília — *Inédito*.
- COTTON, C. A. — 1952 — *Geomorphology*, Whitcombe & Tombs Ltda. 6 th ed. 505 pp., London.
- FREITAS, R. O. — 1955 — *Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru (S.P.)*, Fac. Fil. Cien. Letr. USP (194) Geol. (14):185 pp., São Paulo.
- KRUMBEIN, W. C. e SLOSS, L. L. — 1963 — *Stratigraphy and Sedimentation*, W. H. Freeman ad Co. 2nd ed., San Francisco.
- LOHSE, E. A. — 1955 — *A theoretical curve for statistical analysis of sediments*, Journ. Sed. Petr. 25(4):293-296, Madison.

- MEZZALIRA, S. — 1948 — *Nota preliminar sôbre a ocorrência de vegetais fósseis no Município de Piracaia, S.P.*, Rev. Min. Met. 13(73):36-37, Rio de Janeiro.
- IDEM — 1959 — *Nota preliminar sôbre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo no periodo 1958-1959*, I.G.G. Notas Prévias (2):1-9, São Paulo.
- IDEM — 1964 — *Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozóicos no Estado de São Paulo*, Rev. O I.G.G. 15: 73-94, São Paulo.
- PENALVA, F. — 1964 — *Sedimento Neocenozóicos dos rios Jundiá, Atibaia e Jaguari, S.P.*, Tese apresentada ao XVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Poços de Caldas — *Inédito*.
- PETTIJOHN, F. J. — 1949 — *Sedimentary Rocks*, Harper & Brothers, Publ. pp. 526, New York.
- STRAHLER, A. N. — 1960 — *Physical Geography*, John Wiley & Sons, Inc. 2 nd ed 534 pp., New York.
- WOHLERS, A. — 1964 — *Cenozóico*, in Geologia do Estado de São Paulo, I.G.G. (41):147-164.
- WOHLERS, A.; MEZZALIRA, S. e SETZER, J. — 1954 — *Geologia da fôlha de Jundiá*, Rev. O I.G.G. 12(2): 116-131, São Paulo.
- WOOLDRIDGE, S. W. e MORGAN, R. S. — 1959 — *An outline of geomorphology: the physical bases of geography*, Longmans, Green and Co, 2nd ed. London.