

SEDIMENTOS NEO-CENOZÓICOS NOS VALES DOS RIOS JUNDIAÍ, ATIBAIA E JAGUARI (ESTADO DE SÃO PAULO)

Faustino Penalva

INTRODUÇÃO

As formações geológicas sedimentares atribuídas ao Terciário brasileiro, não tiveram ainda confirmada plenamente a sua idade. Poucos são os casos, como o das bacias de Gandarela e Fonseca, em Minas Gerais, onde a idade terciária é invocada com maior segurança. Na região sul do país, grandes extensões de sedimentos continentais modernos são datados de modo inseguro e controvertido, como é o caso das bacias de Curitiba e São Paulo, e os sedimentos do vale do rio Paraíba do Sul. Mesmo os abundantes restos de peixes presentes na região de Tremembé, não têm sido suficientes para uma datação conclusiva. É habitual falar-se em sedimentos terciários pliocênicos, deixando-se sempre a indicação de que poderão ser, em verdade, pleistocênicos.

São sedimentos terrígenos, areno-argilosos na maioria, depositados em várzeas e planícies de inundação solidárias às drenagens atuais, com raras manifestações locais de fases lacustres, de amplitude considerável. Nestas, os fatores tectônicos tiveram preponderância, determinando acentuada permanência do regime lacustre e sedimentação de espessos pacotes de clásticos, como acontece em São Paulo, Curitiba e vale do rio Paraíba. Os fósseis, com exceção de Tremembé, são raros e mal conservados restos de plantas, de difícil estudo pelos especialistas.

Nêste trabalho, vamos nos deter em um aspecto particular do problema, cujo significado geológico interessa ao conjunto da região sul do Brasil. Estudaremos os pequenos depósitos espalhados sobre o embasamento cristalino a norte da capital paulista (região de Piracaia, Atibaia, Bragança e Jundiaí — fig. 1 e tabela I). São zonas sedimentares muito descontínuas, apresentando-se em manchas acompanhando o

* Recebido em dezembro de 1968

traçado atual dos rios e situadas na encosta dos vales (figs. 2 e 3).

O problema já foi ventilado em muitas ocasiões, por partes, sendo ensaiada também uma interpretação de conjunto [ALMEIDA 5]. Ao retomarmos esse assunto, visamos a coleta de novos dados no campo e no laboratório, ampliando os conhecimentos sobre o mesmo, na tentativa de esclarecer as relações existentes entre os pequenos depósitos e sua provável correlação com as bacias mencionadas, bem como tentar a interpretação das causas que, no seu conjunto, determinaram essa fase de deposição durante a era Cenozóica superior. Objetivamos, por outro lado, fornecer subsídios à geologia aplicada, em especial à construção civil e água subterrânea.

A área por nós estudada foi escolhida com base no fato de já existirem trabalhos prévios suficientes para nos servirem de base, e que, ao mesmo tempo, davam-na como região promissora para o prosseguimento das pesquisas. Convém lembrar, no entanto, que já são conhecidas ocorrências desses sedimentos em outros lugares do Estado, inclusive sobre as rochas da bacia do Paraná.

TRABALHOS PRÉVIOS

Desde meados do século passado que vêm sendo estudados os sedimentos de idade terciária no Brasil. No Estado de São Paulo, em particular, a cronologia dos mesmos já estava estabelecida em 1930, cuja síntese pode ser vista no trabalho de MORAIS REGO [21] sobre a geologia do petróleo em nosso Estado. Esse autor faz referência, de maneira genérica, a depósitos pequenos e isolados, de idade pós-cretácia (pliocênicos), espalhados por todo o Estado; chamou-os de "camadas do alto do planalto" [21, p. 68].

MORAIS REGO [22] volta ao problema com um estudo sobre os depósitos cenozóicos paulistas, dedicando especial atenção àqueles da capital e do vale do rio Paraíba. Com respeito à ocorrência das pequenas manchas sedimentares terciárias, argumenta MORAIS REGO que as mesmas se espalham para oeste, desde o alto da Serra do Mar [22, p. 254], atribuindo-lhes grande extensão e espessura iniciais, consequência de abaixamento epirogênico generalizado [21, ps. 233 e 243]. Atualmente essas rochas seriam con-

TABELA I
LISTA DOS AFLORAMENTOS CONSTANTES DA FIGURA n. 1

Nº	Localização	Observações
1	SSV de Perdões	Espessura: 8 m; base a 10 m da várzea
2	Saída de Perdões para Nazaré	Espessura: 10 m; base 20 m sobre Atibaia
3	Imediações de Perdões, vindo de Atibaia	10 m sobre a várzea; muita canga
4	Confluência dos ribeirões Cachoeira e Atibaia	Cascalho próximo à várzea
5	Vale do Atibaína, rufo a Canedos	Cascalheira 7 m sobre a várzea
6	Entre Canedos e Batatuba	Cascalho a 10 m da várzea
7	Acimas da Estação de Canedos	Até 25 m da várzea; muita canga; fossilífero
8	Próximo a Batatuba: Km 83,5	35 m sobre a várzea; muita canga
9	Próximo a Piracaiá: Km 91,3	Espessura: 10 m, 25 m sobre a várzea, boa estratificação; muita canga
10	Estrada Piracaiá - Joanópolis: Km 103,5	Cascalho próximo à várzea
11	" " Bragança - Joanópolis	Siltito, afluentes do Jacaré
12	" " " " " " " "	Cascalho, 8 m sobre Jacaré
13	Afluentes do Jacaré, leste da Rodovia Ferno Dias	Siltito, 15 m sobre a várzea
14	" " " " " " " "	" " " " " " " "
15	Estrada Bragança - Joanópolis: Km 102	Arenito siltoso
16	" secundária a 1 Km do asfalto	Silte arenoso, 15 m sobre o vale
17	" para Joanópolis, ao sair da Rodovia Ferno Dias	" " " " " " " "
18	Rodovia Ferno Dias, próximo à saída para Joanópolis	" " " " " " " "
19		
20	Desvio para Bragança, vindo de Belo Horizonte	Cascalho e arenito pouco elevados sobre o Jaguarí
21	Corte próximo à Cerâmica	Arenito grosseiro, espessura: 8 m, confundindo-se com várzea
22	Oposto ao 21 (mesmo vale)	Silte areno-argiloso, 10 m sobre o vale
23	Subúrbio de Bragança	Arenito siltoso, 5 m de espessura e 10 m sobre a várzea
24	Próximo da estação (Estrada de Ferro)	" " " " " " " "
25	Saída de Bragança - Itatiba (Leite Sol)	" " " " " " " "
26	Km 112,4 (Bragança - Itatiba) Fazenda Morro Verde	Silte arenoso vermelho, pouco elevado
27	Km 46 Estrada de Ferro Bragança	Estratificação, fósseis, 10 m sobre a várzea
28	Km 498 da Rodovia Ferno Dias	Espessura: 4 m e boa estratificação
29	Próximo à divisa municipal Bragança - Atibaia	Arenito e silte cinza; fósseis
30	" " " " " " " "	" e canga em ruas de loteamento
31	" " " " " " " "	" " " " " " " "
32	" " " " " " " "	" " " " " " " "
33	Rodovia Ferno Dias, próximo à pedreira do D.E.E.	Cascalho, arenito e silte carbonoso
34	Km 501 (Rodovia Ferno Dias)	Espessura: 5 m, 10 m sobre o vale, fossilífero
35	Km 501,3 " " " "	Argila, silte e canga
36	Km 501,8 " " " "	Boa estratificação, 4 m de espessura e 15 m sobre a várzea
37	Vizinho ao afluyente de Tanque	Argila e canga
38	Dentro da Vila de Tanque	" laminada com fósseis
39	" " " " " " " "	" " " " " " " "
40	Grande afluyente de Tanque, Km 502,5	Espessura: 12 m, 200 m de extensão, boa estratificação, fossilífero
41	Km 503,7 (Fazenda Boa Esperança)	Arenito grosso e silte arenoso; a 15 m da várzea
42	Entre Tanque e Atibaia (Rodovia)	" " " " " " " "
43	" " " " " " " "	" mal rolado e mal selecionado
44	Próximo ao rio (Estância A)	Lenticular, embasamento irregular, 100 m acima do rio Atibaia
45	" " vale do Atibaia	Cocha em corte, 45 m acima do rio
46	" " " " " " " "	Arenito cinza pouco elevado
47	" " cemitério de Atibaia	" " " " " " " "
48	Estrada da Rodovia para Atibaia	" grosso e siltoso em vale de tributário
49	Loteamento a SE de Atibaia	Cascalho e arenito, 5 m de espessura e 15 m acima do rio
50	Km 512 da Rodovia Ferno Dias	" " argila em poço caseiro
51	Loteamento (vale do Itapetinga)	Boa estratificação; 12 m de espessura, 25 m sobre tributário, muito fóssil
52	" " " " " " " "	Argila em cisterna caseira
53	Km 517 da Rodovia Ferno Dias	Cascalho em poço caseiro
		" sobre o ribeirão do Onofre

54 Km 518 " " " " (Posto Esso)
 55 Km 524 " " " " (" Atlantic)
 56 SW de Caetetuba
 57 Saída de Atibaia para Jarinu
 58 Ramal da Estrada de Ferro para Atibaia
 59 Caetetuba (saída para Jarinu)
 60 Vale do rio Atibaia
 61 Fazenda Angicos (rio Atibaia)
 62 Próximo à represa de Atibaia
 63 Ao lado da represa
 64 " " " "
 65 Chácara Sonho Azul (represa)
 66 Estrada para usina
 67 Afluente do Atibaia (usina)
 68 NW da usina (estrada para Jarinu)
 69 Margem direita do rio Atibaia
 70 Fazenda Primavera (margem esquerda do rio Atibaia)
 71 Fazenda " " " " " "
 72 " " (Venag)
 73 Margem direita do rio Atibaia
 74 Fazenda Primavera
 75 " " " "
 76 " " " "
 77 " " " "
 78 " Baronesa
 79 " " " "
 80 " " (residência)
 81 Estrada Itatiba-Bragança, Km 100,6
 82 " " " " 98,3
 83 " " " " 96
 84 " " " próximo à entrada da Fazenda Baronesa
 85 Vale do Atibaia (próximo à ponte)
 86 " " " " " "
 87 Margem esquerda do rio Atibaia
 88 Estrada Itatiba-Jundiá, Km 81,3
 89 " " " " 79
 90 " " " " 78,5
 91 " " " " 78
 92 " " " " 68,7
 93 " " " "
 94 " para o Bairro Cazambu
 95 " " " "
 96 Vale do ribeirão Ponte Alta
 97 " " " " " "
 98 Via Anhanguera, Km 53,5
 99 " " " " 55
 100 SW de Jundiá, próximo do Japi
 101 Cabeceira SE do aeroporto
 102 1,2 Km a W do aeroporto
 103 Rodovia Itu-Jundiá, próximo do aeroporto
 104 " " " (1 Km do trevo da Anhanguera)
 105 " " " (400 m do trevo)
 106 300 m SSW do trevo para Itu
 107 Rodovia Itu-Jundiá (imediatas do trevo)
 108 Trevo de Jundiá-Itu (pista baixa)
 109 Via Anhanguera, 300 m a NW do trevo
 110 " " Km 57, entrada para Corrupira

Boa estratificação, espessura 4 m e 8 m sobre o ribeirão
 Cascalho a 10 m acima do rio Jundiázinho, espessura 4 m
 " limonítico, vale do ribeirão da Folha Larga
 Leito de conglomerado
 Cascalho e silte no alto do corte
 " arenito micáceo
 " em poço caseiro (pouco elevado)
 " limonítico a 15 m da várzea; silte carbonoso
 Leito de cascalho próximo da várzea
 Silte arenoso pouco elevado
 Cascalho miúdo bem arredondado
 " em poço caseiro
 Arenito a 10 m sobre a várzea
 Argila e silte, boa estratificação, elevado 15 m
 Cascalho e arenito em afluente
 " a 10 m sobre a várzea do Atibaia
 " em vale de afluente
 " persistente
 " bem rolado a 15 m sobre várzea do Atibaia
 " pouco elevado em afluente
 " e arenito próximo aos lagos
 " " " " " "
 " em afluente do Atibaia
 " a 20 m (cultura em terraços)
 Arenito próximo aos lagos
 Cascalho bem rolado, 30 m sobre a várzea
 " a 10 m sobre afluente do Atibaia
 " " " (terraço?)
 " e arenito a 10 m da várzea do rio Atibaia
 " " " " " " " "
 " bem rolado, pouco elevado
 " " " " " "
 " a 5 m sobre o vale da afluente
 " 10 m acima do ribeirão Pinhalzinho
 " persistente
 " "
 Conglomerado, arenito e silte, 10 m de espessura
 Cascalho a 10 m sobre a várzea do rio Jundiá Mirim
 " e arenito siltoso a 30 m de altitude sobre pequeno vale
 Arenito siltoso a 15 m sobre vale
 Silte argiloso, 10 m sobre várzea
 Arenito siltoso, 20 m " "
 Cascalho e silte arenoso a 25 m sobre vale
 Arenito e silte, 6m de espessura e 500 m de extensão, 20 m elevado
 Cascalho grosseiro de quartzito
 " " " "
 Arenito conglomerático
 " cinza, conglomerático
 " e silte elevados 20 m, espessura de 6 m
 Cascalho bem rolado; matriz escassa
 Arenito branco siltoso
 Cascalho com matriz escassa
 " bem rolado
 " pouco elevado
 Arenito siltoso, 30 m acima de vale

fundidas com os produtos de alteração dos arenitos Botucatu e Bauru, ou com depósitos pleistocênicos.

MORAIS REGO e SOUZA SANTOS [23] aventam a hipótese de um clima quente, até certo ponto semi-árido, alternando-se com fases quentes e úmidas [23, p. 111] e prevalecendo sobre todo o sul do Brasil, no Terciário Superior.

ALMEIDA [4] descreve com detalhes o afloramento de sedimento, considerado pliocênico, no vale do rio Paraibuna, provavelmente ligado à bacia de Taubaté na sua fase final de deposição, quando o ambiente lacustre atingiu os afluentes do rio Paraíba.

Em 1947, a nova edição do mapa geológico do Estado, publicada pelo Instituto Geográfico e Geológico, assinala a primeira ocorrência de sedimentos considerados terciários e sem ligação direta com as duas grandes bacias; localiza-se na estação de Tanque, ramal bragantino da Estrada de Ferro Santos-Jundiaí, entre Atibaia e Bragança Paulista. Trata-se de sequência de arenito e folhelho argiloso facilmente reconhecível e que depois revelou-se fossilífera.

MEZZALIRA [18] assinala a presença de vegetais fósseis (impressões de fôlhas) em pequeno afloramento de rochas argilosas, 2 km aquém Piracaia.

AB' SABER [1] descreve ocorrências similares ao longo da estrada Santa Izabel-Igaratá, drenagem dos rios Jaguari, Pilões e Araraquara (afluentes do rio Paraíba); são afloramentos em "conchas" descontínuas nos flancos dos morros, com espessuras de 5 a 20 metros.

O mais completo trabalho sobre o assunto apareceu em 1952, quando ALMEIDA [5] publicou um estudo abrangendo todos os afloramentos até então conhecidos no Estado de São Paulo, estendendo suas observações ao Estado do Paraná; muitos deles apresentam restos de vegetais. Grande parte das rochas assinaladas, o foram pela primeira vez naquela obra. O autor, no ensaio de conjunto, admite um ciclo sedimentar anterior ao atual, provavelmente mais velho que o Pleistoceno. Com respeito as argilas do bairro de Ca-xambu, a NE de Jundiaí (drenagem dos ribeirões Ponte Alta e do Perdão), ALMEIDA invoca elementos de ordem geomorfológica para contestar a sua origem glacial (série Tubarão). Voltaremos a este assunto mais adiante.

SETZER [25] observa que os sedimentos da região de Tanque estão distribuídos por diversas manchas pequenas,



Fig. 2 — Afloramento n. 50 (Km 512 da Rodovia Fernão Dias), mostrando a relação do mesmo com a encosta do vale (ligação com drenagem atual). Comparar com a figura 3.

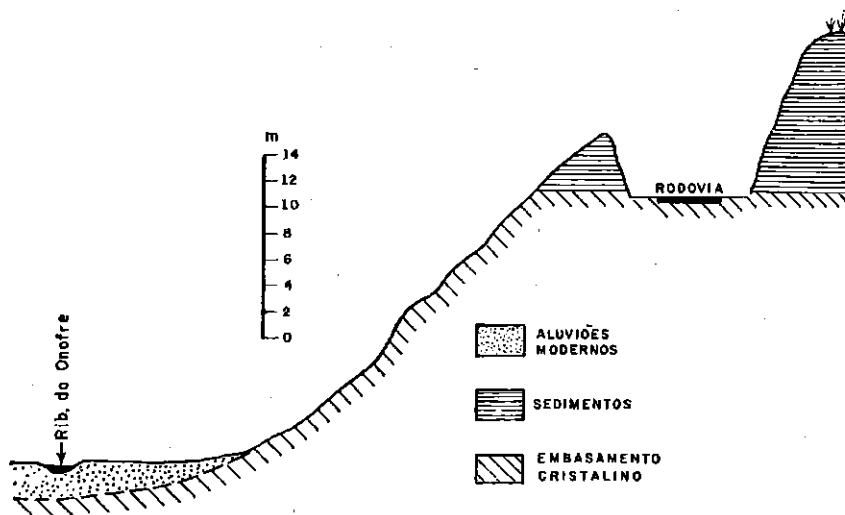


Fig. 3 — Perfil esquemático do mesmo afloramento da figura 2, com igual orientação, destacando a situação topográfica do sedimento, com respeito à várzea atual.

bem expostas nos cortes recentes da rodovia São Paulo-Belo Horizonte.

De especial interêsse é o sedimento assinalado por MEZZALIRA [19] em 1959, ao relatar recentes descobertas paleontológicas em nosso Estado. Trata-se de afloramento localizado no vale do rio Jaguari-Mirim (aflluente do Mogi-Guaçú), entre Aguai e Casa Branca. Está situado dentro da bacia do Paraná, a uma altitude de 620 m, exibindo restos indetermináveis de vegetais, e com espessura máxima de 20 m.

MARTIN, MAU e BJORNBERG [16] retomam o problema das argilas (taguás) de Caxambu (Jundiá) e provam que a idéia original de Theodoro KNECHT, seu descobridor, estava correta, no que se refere à área maior, localizada na região da Fazenda Campo Verde. Esse depósito, cuja origem glacial foi também por nós constatada, não pode ser atribuído à idade terciária, como o foi por Armando WOHLERS na Fôlha Geológica de Jundiá (edição de 1954 do I.G.G.). Por outro lado, aquêles autores afirmam estar presente sobre o glacial, separada por discordância, uma camada de sedimentos terciários. De nossa parte, aceitamos, como "terciárias", apenas as duas pequenas áreas mais a sul (vide Fôlha Geológica de Jundiá).

Mezzalira (1962) descreve novos afloramentos nas regiões de Vargem Grande do Sul, São Carlos e Conchas, tanto sôbre o embasamento cristalino (próximo ao glacial) como dentro da Bacia do Paraná (sôbre o arenito Botucatu?).

BJORNBERG, MACIEL e GANDOLFI [11] estudam a região de Rio Claro e concluem que certos depósitos arenos-argilosos, considerados como pertencentes às formações Botucatu ou Corumbataí, na realidade são bastante modernos. Elevam-se a mais de 60 m sôbre as várzeas atuais; a base da seqüência localiza-se à altitude de 610-620 m e sua espessura é de 20 a 30 m. Os depósitos revelam-se mais espessos e mais amplamente espalhados do que se presumia, havendo a suspeita de ocorrência em outras partes do Estado.

BJORNBERG, MANDIM e MEIRELLES FILHO [10] nos apresentam os resultados de estudos sôbre fósseis vegetais recentes, da região de Rio Claro (drenagem do rio Corumbataí). São restos e vestígios de plantas aquáticas e ocorrem nos sedimentos localizados nas proximidades de Ajapi, Rio

Claro e São Pedro, a 60 m sôbre a várzea e altitudes variando entre 675 e 569 m.

Em síntese, os autores imaginam que tenha ocorrido uma fase sedimentar pliocênica (?), evidenciada pelas pequenas manchas de sedimentos hoje elevadas com relação às drenagens atuais. Correlacionam-se, provàvelmente, com as bacias de Curitiba, São Paulo e vale do Paraíba e são de grande importância no estudo da evolução geomorfológica do relêvo no sul do país.

GEOLOGIA DE CAMPO

Generalidades — Para a execução dos trabalhos de pesquisa no campo foram usadas as fôlhas topográficas do Instituto Geográfico e Geológico, na escala de 1:250.000 (edição de 1954), fôlhas municipais na escala de 1:100.000 e fotografias aéreas verticais na escala de 1:40.000. As curvas de nível, a intervalos de 50 m, apresentadas pelas fôlhas do I.G.G. (edição de 1954), foram insuficientes para fornecer a precisão desejada; o contrôle altimétrico foi melhorado com o uso de aneróide tipo Paulin.

Foram percorridas rodovias, ferrovias, vales fluviais, desaterros e escavações de poços domiciliares. As melhores observações puderam ser feitas nos cortes mais profundos das rodovias, pois a intensa meteorização homogeniza os produtos da decomposição, dificultando a identificação dos sedimentos não conglomeráticos. Os afloramentos ocorrem, de modo geral, na encosta dos morros, pouco elevados com relação às várzeas; êsse comportamento fisiográfico facilitou a localização de vários depósitos.

A área abrangida pela pesquisa está parcialmente mostrada no mapa da figura 1, (compare com a tabela n. 1), pois os trabalhos de campo estenderam-se pelas regiões adjacentes, na tentativa de assinalar novas ocorrências. Foram percorridas as zonas de Joanópolis, Vargem, Extrema (Estado de Minas Gerais), Tuiuti, Morungaba e trechos da rodovia Itú-undiáí, sendo localizados alguns depósitos (vide tabela n. II).

Dadas as reduzidas dimensões das áreas sedimentares e a dificuldade de se reconhecer as mesmas, fora das exposições artificiais, não foi possível apresentarmos um mapeamento detalhado dessas áreas. Por êsse motivo a figura as-

sinala apenas a situação dos afloramentos principais; as áreas próximas a Jundiá e Atibaia são apresentadas, em escala maior, restituída a partir das fotografias aéreas (figs. 4, 5 e 6).

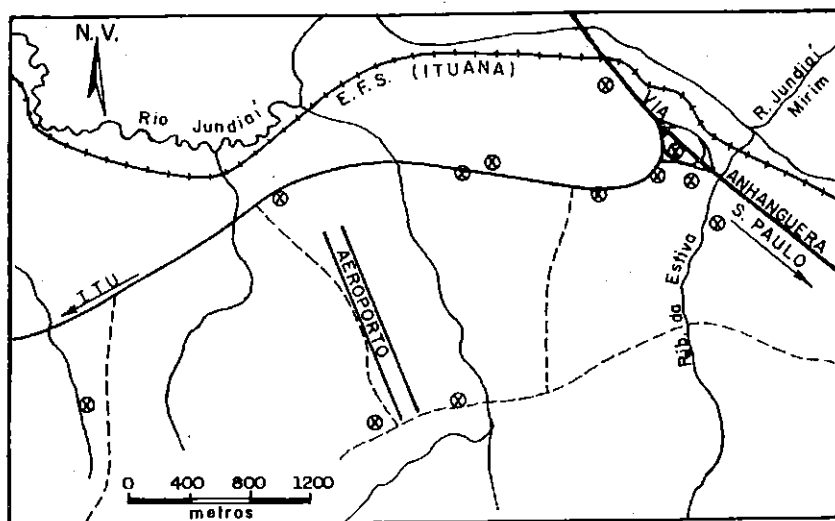


Fig. 4 — Detalhe da situação dos afloramentos próximos a Jundiá, mostrando as relações mútuas e com as drenagens.

A possibilidade de se descobrir novos depósitos é promissora, dependendo principalmente das exposições naturais (vossorocas, por exemplo) e artificiais. Convém lembrar, no entanto, que em poucos anos as rochas perdem as características exibidas nos cortes, ficando parcialmente mascaradas. Assim é que muitos afloramentos referidos na literatura há pouco mais de 10 anos, e locados de maneira pouco precisa, não foram reencontrados por nós. Escapam mesmo aos olhos familiarizados, exceto quando o cascalho basal está presente ou existem leitos de argila bem individualizados.

Observações litológicas nos afloramentos — Os sedimentos são de natureza essencialmente clástica, excetuados os raros restos orgânicos carbonosos e os leitos de composição limonítica. Os detritos estão compreendidos entre os termos argilosos e o cascalho grosso (fig. 7); raramente um seixo pode ser atribuído à categoria da matacão.

TABELA II

Lista dos afloramentos não incluídos no mapa da figura 1

N ^o	Localização	Observações
1	NE de Piracaiá (rio Cachoeira)	Cascalho elevado de 5 m
2	Estrada Bragança-Tuiuti (vale do Jaguari)	" e arenito a 5 m do rio
3	Estrada Amparo-Morungaba (1 Km antes desta)	" " " " 10 m sobre o córrego dos Coutos
4	" Morungaba-Itatiba (3 Km após a primeira)	" bem rolado e arenito a 20 m sobre o vale
5	Km 462,2 da Rodovia Fernão Dias, entre Cambuí e Camanducaia	Conglomerado, arenito e arenito siltoso a 10 m sobre o córrego das Antas
6	Km 429 da Rodovia Fernão Dias	Argila a 15 m da várzea
7	Km 431,9 " " " (limite dos municípios Cambuí-Camanducaia)	Arenito siltoso em divisor bastante alto
8	Km 450 da Rodovia Fernão Dias, entrada para Itapeva	Silte argiloso pouco elevado
9	Km 459 da " " "	Arenito siltoso a 10 m da várzea
10	Imediações de Extrema (próximo à ponte do rio Camanducaia)	Cascalho bem rolado a 5 m do rio
11	Km 470,6 da Rodovia Fernão Dias	Arenito branco elevado 15 m
12	Km 474,1 " " " "	" e silte a 30 m sobre o rio Jaguari
13	Km 475,9 " " " "	Afloramento bastante elevado (sobre gnaisse fresco)
14	Km 477,3 " " " "	Grande afloramento em corte
15	Km 478,9 " " " "	Arenito siltoso
16	Km 479,8 " " " "	" "
17	Divisa do Município de Jundiá, rumo a Itu	Arenitos e silte argiloso

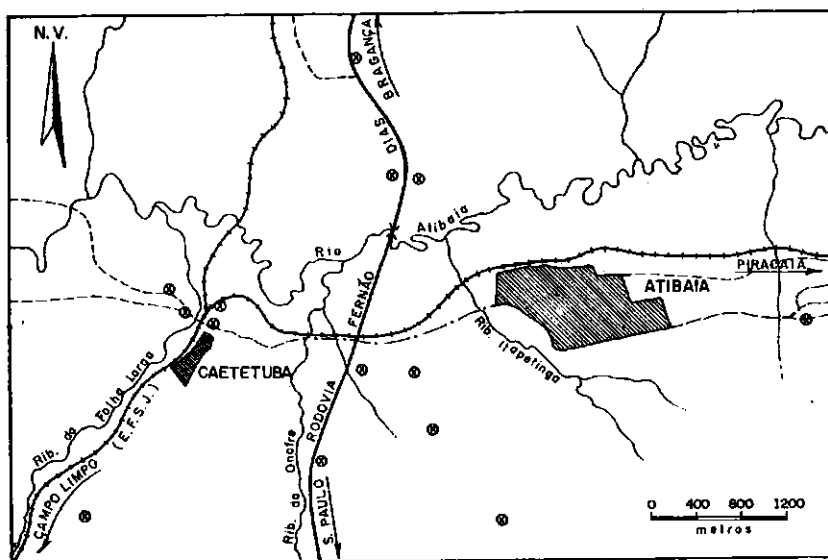


Fig. 5 — Detalhe da situação dos afloramentos na região da cidade de Atibaia, ligados ao vale do rio Atibaia e seus afluentes

O simples exame, das rochas, no campo evidencia que os componentes argilo-siltosos predominam na sequência sedimentar; as areias, puras ou em variadas proporções de mistura com silte e argila, colocam-se a seguir; os conglomerados são os que comparecem em menor proporção, estando ausentes em muitos casos.

O grau de seleção dos detritos normalmente é baixo. Os leitos argilosos apresentam-na mais satisfatória, o mesmo acontecendo com certos leitos conglomeráticos. As areias argilosas passam gradativamente a areia ou silte pelo aumento ou diminuição da granulação. A simples observação dos afloramentos revela estas características, plenamente confirmadas no laboratório (vide figs. 8 e 9).

O leito de cascalho, que normalmente ocupa a base dos sedimentos, no contato com as rochas cristalinas, raramente se repete nas camadas superiores. Em qualquer caso, o contato inferior dêsse leito segue superfície irregular. O arredondamento dos seixos é apenas regular, sendo pouco comuns os exemplares que denotam um desgaste mais intenso.

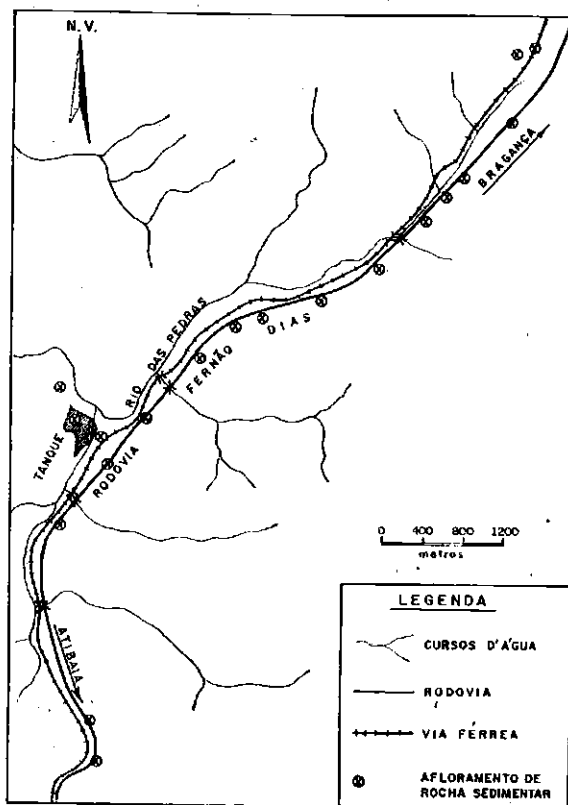


Fig. 6 — Detalhe da localização dos afloramentos na região da vila de Tanque, ressaltando a descontinuidade dos remanescentes do depósito e sua solidariedade com as cabeceiras do ribeirão das Pedras.

As dimensões dos seixos situam-se principalmente entre 2 e 5 cm; alcançam porém 10 e 20 cm. O espaço entre os mesmos é, em muitas ocasiões, praticamente inexistente, evidenciando intensa lavagem durante a deposição. Na composição dos seixos o predomínio de fragmentos de quartzo e quartzito é absoluto; o quartzo indica procedência dos veios no xisto e gnaise, ou dos corpos graníticos; os seixos de quartzito filiam-se principalmente à serra do Japi, próximo a Jundiá.



Fig. 7 — Depósito de cascalho, areia e silte na Fazenda Angicos, margem direita do rio Atibaia (afloramento n. 62). O cascalho é basal e está fortemente limonitizado; o leito siltoso (vide posição do martelo) apresenta restos de matéria carbonosa.

Nas figuras 10 e 11 estão ilustrados dois dos afloramentos mais representativos: Km 512 e Tanque (afls. 50 e 40, respectivamente).

As cores mais comuns, exibidas pelos sedimentos são: amarelo, amarelo-avermelhado, cinza, castanho, arroxeadado e branco; a variação das cores não é muito comum e ocorre nos termos silto-argilosos, enquanto que grande parte dos arenitos é de cor cinza. Leitos existem, que individualizam-se tanto pela granulação como pela cor uniforme bem destacada. Parece-nos que o conteúdo original da matéria orgânica vegetal tenha sido o responsável pela cor cinza de algumas camadas de arenitos siltosos, impedindo a oxidação ou causando a redução dos compostos de ferro. Em alguns pontos é clara a ação dos vegetais (fôlhas fósseis ou raízes recentes) no descoramento de argilas avermelhadas.

Com respeito às cores cremos que, no seu conjunto, sejam essencialmente de origem primária, apesar das rochas estarem ao alcance das águas meteóricas. A uniformidade de coloração de cada estrato é generalizada, sendo rara a variação nas argilas. Certos leitos de arenito argiloso de



Fig. 8 — Km 512 da Rodovia Fernão Dias (aflor. n. 50) com a estratificação ressaltada pela variação das cores e pela erosão diferencial. Note-se a horizontalidade dos estratos e sua clara individualização (comparar com a figura 10). A camada superior de argila branca é rica em fósseis de fôlhas.



Fig. 9 — Afloramento n. 40 (Tanque) evidenciando a sucessão dos estratos e a estrutura de corte e preenchimento (cut and fill); o contato do sedimento com o embasamento segue a linha tracejada. Note-se a grande diferença de resistência entre a argila e os leitos de canga.

côr cinza mostram a ação de côres secundárias que o afetaram parcialmente. A idéia de côres primárias concorda, também, com as condições genéticas que reputamos as mais aceitáveis para os sedimentos em questão, conforme se verá adiante. O intenso processo de laterização destrói a individualidade dos sedimentos até vários metros de profundidade, imprimindo-lhes côr castanho-escuro; mas abaixo dessa zona, as rochas sedimentares resistem ao avanço da laterização, conservando suas côres particulares.

A estratificação é bem marcada nos afloramentos que apresentam maior espessura (fig 10); é consequência da variação na côr, diferenças de granulação e erosão diferencial (os leitos argilosos se desagregam mais rapidamente) (fig. 9). Os leitos de canga comparecem muitas vezes na transição entre os estratos, de preferência no tôpo das argilas, sustentando a camada superior (fig. 9). Em um mesmo afloramento repetem-se várias vezes os leitos de argila e areia.

Nos afloramentos menores, raramente a estratificação é reconhecida, dada a pequena espessura e a ação do intemperismo; ocasionalmente destaca-se o leito de conglomerado basal, mais resistente e facilmente identificado.

Certos pormenores do acamamento permitem acompanhar o ritmo da sedimentação, a qual desenvolve-se, normalmente, a partir de um conglomerado basal, em direção às frações argilosas. Nota-se, porém, uma constante repetição dos estratos, inclusive a intercalação de leitos arenosos centimétricos dentro de leito argiloso e vice-versa. Fica assim caracterizado o ritmo de variação das condições de sedimentação, sugerindo a retomada do processo por águas mais turbulentas ou a presença de fases tranquilas, inclusive águas estagnadas temporariamente.

A canga participa, também, como elemento a destacar a estratificação das rochas. Em Piracaia, por exemplo, (aflor. 3), repete-se várias vezes acompanhando o contato entre os leitos e salienta-se pela sua côr mais escura e muito grande resistência mecânica; tem espessura de 2 a 3 cm. e mais raramente até 10 centímetros.

A espessura dos estratos é extremamente variada, se bem que de valores sempre modestos; no km 512, por exemplo, nos 8 metros de rocha expostos no corte (fig. 10) é bastante grande a variação litológica, com muitas repetições. De modo geral, a potência dos leitos varia entre 10cm e 1 a 2m, com poucas exceções. Os clásticos mais grosseiros apresen-

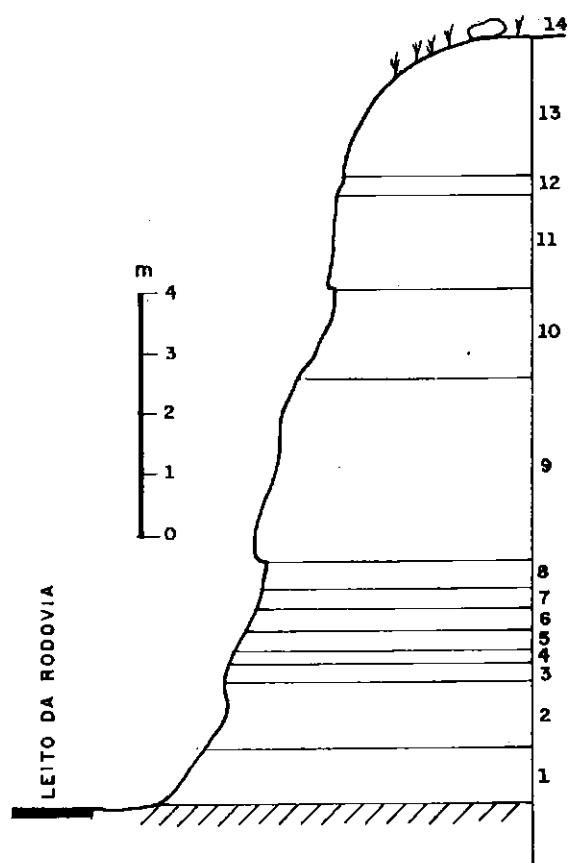


Fig. 10 — Seção detalhada, esquemática, do afloramento n. 40, mostrando a sucessão dos estratos e suas litologias (compare-se com as figuras 2 e 8):

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1 — Cascalho arenoso | 9 — Arenito conglomerado vermelho friável |
| 2 — Arenito cinza friável | 10 — Argila siltosa variegada |
| 3 — Silte argiloso vermelho | 11 — Arenito siltoso micáceo |
| 4 — Arenito siltoso | 12 — Argila laminada fossilífera |
| 5 — Silte arenoso micáceo | 13 — Solo arenoso |
| 6 — Argila variegada fossilífera | 14 — Blocos de arenito limonitizado |
| 7 — Arenito fino amarelo micáceo | |
| 8 — Silte argiloso ritmado | |

tam os leitos mais espessos (8m por exemplo, nas proximidades de Bragança — afl. 21). Na região de Tanque, os leitos de argila alcançam mais de 2m (afl. 40 e fig. 11).

Fato já por demais assinalado é a grande variação dos sedimentos na horizontal. Em poucos metros a litologia se diversifica, a ponto de não haver correspondência entre barrancos opostos em cortes de rodovia; é possível observar-se o adelgaçamento de um determinado leito o qual desaparece sob a forma lenticular.



Fig. 11 — Afloramento n. 50 (Km 512) destacando o bordo encurvado do pacote sedimentar, refletindo a imposição do embasamento em forma de "concha" (o contato segue a linha tracejada).

Deformações nos sedimentos praticamente não foram observadas. As camadas são normalmente horizontais ou refletem as condições impostas pelo substrato, como no caso dos bordos das "bacias", que se encurvam abruptamente (figs. 11 e 13). O fraturamento de leitos de canga, como evidência de pequena movimentação, reflete a acomodação durante a compactação ou os pequenos rastejos atuais da massa de rocha superficial.

Estratificação diagonal raramente foi constatada, indicando que as águas não foram muito rasas.

Durante o episódio sedimentar ocorreram fases erosivas temporárias, afetando o material já depositado, após o que

foi retomada a sedimentação com preenchimento das zonas erodidas ("cut and fill"). A superfície de erosão é irregular e a deposição é reiniciada com arenito grosseiro ou conglomerado. No afloramento de Tanque (figs. 8 e 11) o fato parece ter se dado mais de uma vez, sendo que na primeira etapa resultou um corte de fundo plano, preenchido por silte arenoso.

A litificação das rochas em estudo se apresenta de modo variável. As argilas, no estado fresco, acham-se endurecidas, após a perda de água e a ação mecânica de compactação; exibem, por vezes, a estrutura de folhelho. Os arenitos silto-argilosos mostram apreciável grau de cimentação, decorrente da ação aglutinante dos componentes finos.

Os casos mais extremos de diagênese, porém, ocorrem quando da presença de cimento limonítico. Na Fazenda Angicos (fig. 5) e imediações de Perdões (afls. 2 e 62) temos conglomerado limonitizado; no km 512 (Atibaia), o tópo do corte mostra vários blocos de arenito fortemente cimentado pela canga. As rochas mais friáveis são representadas por leitos de arenito melhor selecionados (60-80% de areia), de cor cinza, ou por camadas de arenito muito micáceo.

Sobre os depósitos em conjunto — A ligação dos depósitos com as principais drenagens, inclusive seus formadores e afluentes maiores, é fato que se positiva cada vez mais (fig. 1). A localização dos afloramentos à meia encosta dos vales se apresenta geralmente assimétrica, com depósito de um lado do vale apenas. A continuidade entre depósitos, por sobre as elevações, atualmente não se verifica; normalmente é possível identificar as rochas do embasamento nas partes altas do relêvo. No caso mais bem estudado (zona sul da cidade de Atibaia, entre os ribeirões do Onofre e Itapetinga), foi o contróle através das perfurações de cisternas caseiras; guiando-nos pela presença de "folhelho" e cascalho, vimos-os desaparecerem ao aproximar-se o tópo da elevação.

A altura da base dos sedimentos, sobre as várzeas adjacentes, não ultrapassa 40 m, sendo mais comuns as diferenças de nível entre 10 e 25 m (vide tabela 1); na estrada que vai de Bragança à rodovia Fernão Dias (rumo a Belo Horizonte), um espesso depósito arenoso confunde-se com a várzea, desaparecendo sob ela (afl. 21.). BJORNBERG et alia [11] citam depósitos semelhantes a 60 m sobre o rio Corumbataí; ALMEIDA e BARBOSA (1953) assinalam depósi-

tos, considerados pleistocênicos, até a 80 m acima dos rios Corumbataí, Piracicaba e Tietê.

A espessura dos pacotes sedimentares normalmente é modesta, orçando entre 3 e 10 m. Denotam erosão intensa e em alguns lugares a remoção foi quase total. Alguns afloramentos apresentam-se sob a nítida forma de "conchas" nos barrancos, exibindo bacias restritas de margens inclinadas, indicando que à época da deposição o relêvo era relativamente acidentado. Exemplos existem (Tanque, Piracaia) em que é lícito admitir-se a existência de antigos meandros abandonados, onde se processou a decantação lenta dos clásticos finos.

A ligação entre os afloramentos foi destruída pelo entalhe dos pequenos vales, os quais atacaram a fina capa sedimentar, isolando pequenas manchas, como se pode observar em Jundiaí, Atibaia e Tanque (figs. 3, 4 e 5).

A situação altimétrica das várias ocorrências é variável, situando-se entre 700 e 880 m dentro da área mostrada no mapa da figura 1; mas, através de observações nossas e informações de outros autores, verificou-se a presença de sedimentos a 620 m entre Aguaí e Casa Branca [19, p. 7], a 800 m em Morumbaga, 572 m em Rio Claro e 569 m em São Pedro [10, p. 37] e 1130 m no vale do rio Pirai, Paraná [5, p. 57]. O fato de se encontrar sedimentos tão espalhados geograficamente e em níveis altimétricos tão diversos, revela-se de muita importância para a interpretação genética dos mesmos.

Rumo às nascentes das drenagens, quando os vales se estreitam e o relêvo mostra-se mais vigoroso, os depósitos deixam de comparecer. O relêvo ondulado e colinoso que se observa nas zonas onde ocorrem as manchas sedimentares não representa a influência dessas rochas sobre o processo erosivo, como de início supusemos; pois são por demais restritas; o mais lógico é pensar-se que tal relêvo é anterior à sedimentação.

Durante os trabalhos de campo apresentou-se o problema dos "pseudo-sedimentos". Assemelham-se a "conchas" de material cinza, à primeira vista idênticas às demais ocorrências. Porém, ao exame mais cuidadoso, nota-se que a impressão é falsa, pois o seu aspecto é homogêneo em toda extensão do afloramento e não se observa acamamento, retrabalhamento ou qualquer seleção dos componentes.

Ao longo da rodovia Fernão Dias foi possível relacionar esse material com zonas de decomposição "especial" de rochas graníticas. Percebe-se a transição entre a rocha fresca e o "sedimento" (vide Km 480, 7), inclusive com o isolamento de blocos residuais (vale do rio Jacareí). Parece-nos que o intemperismo causador desse "mimetismo" esteja condicionado à influência da rocha e da topografia local, em associação com peculiaridades da vegetação em ambientes restritos a pequenas depressões, hoje não de todo evidenciadas.

Em alguns lugares (Nazaré, Jarinu, Jundiá) acompanhamos leitos semelhantes ao cascalho basal que por vezes inicia a sequência sedimentar. Verificou-se, no entanto, que o material é superficial, acompanha grosseiramente a ondulação da topografia e origina-se pela ação do "creeping"; compõe-se de fragmentos de quartzo de veio, muito angulosos. Nas vizinhanças do aeroporto de Jundiá há depósito de cascalho quartzítico, decimétrico e bem rolado, proveniente de prováveis depósitos antigos retrabalhados.

Sobre os fósseis — Na literatura que trata do assunto ora em estudo, são numerosas as citações de fósseis coletados, geralmente de qualidade inferior, constituídos de material carbonoso, impressões indetermináveis de fôlhas, sementes e oogônios de algas caráceas. Apenas BJORNBERG et alia [10] e MEZZALIRA [20] conseguiram algumas determinações taxonômicas, sem chegar a conclusões definitivas. De nossa parte, conseguimos coletar abundante material em jazigos novos ou naqueles já conhecidos. Com as obras de construção da rodovia São Paulo-Belo Horizonte, os cortes expuseram afloramentos com fósseis muito melhores que a maioria dos até então conhecidos. Destacam-se 3 jazigos: Km 512 (a 600m. da entrada para Atibaia), Tanque e Km 501, respectivamente, afloramentos 50, 40 e 3.

Os fósseis são constituídos de restos ou impressões bem destacadas de fôlhas de vários tipos, conservados em matriz argilosa avermelhada ou silte micáceo amarelo. No caso particular do Km 512, três são os níveis fossilíferos, sendo o superior o mais rico, de onde provêm abundantes impressões brancas de fôlhas, pelo descoramento da matriz.

Apesar da boa qualidade de parte do material, a determinação dos fósseis apresenta-se problemática. Dentre os poucos paleobotânicos, brasileiros, nenhum trabalha com fósseis de vegetais modernos, e os especialistas estrangeiros

em flora cenozóica carecem de elementos básicos para as necessárias comparações; a flora atual da região é mal conhecida, pouco tendo sido divulgado sobre ela, dificultando seu estudo sistemático.

Solicitamos, então, a ajuda de botânicos para, através da morfologia das folhas, da enervação e das peculiaridades estomáticas, identificar pelo menos as famílias ou ordens presentes; com êsses elementos poderíamos estabelecer a ecologia das plantas e conseguir alguma informação paleoclimática. Infelizmente, o material parece não se prestar para a obtenção dessas informações.

ESTUDOS NO LABORATÓRIO

Fotografias aéreas — As fotos aéreas verticais, escala de 1:40000, foram utilizadas como base para a procura de novas áreas sedimentares, o conhecimento de suas dimensões e dos elementos estruturais ligados à sua provável origem. De início observou-se que as áreas constituídas por rochas sedimentares eram por demais pequenas para imprimir características particulares ao relêvo e ao padrão hidrográfico. Restou evidenciar a existência de três unidades morfológicas do relêvo, também reconhecidas no campo com facilidade: a primeira, mais acidentada, compreendendo as serras divisoras e as cabeceiras das drenagens; a outra, mais suave, composta de colinas arredondadas e mais diretamente ligadas aos vales fluviais; e finalmente, as zonas de sedimentação moderna. As ocorrências de sedimentos restringiram-se à zona de relevo suave, constituída normalmente de rochas xistosas e gnáissicas; as regiões de relêvo mais áspero são sustentadas por gnaisses graníticos e intrusivas plutônicas.

Os alinhamentos estruturais, predominantemente NE, não evidenciaram qualquer influência tectônica na origem dos depósitos. O único lugar onde a rede de drenagem sugere alguma anomalia é nas cabeceiras do ribeirão das Pedras (região de Tanque), envolvendo inclusive uma provável captura. O papel de soleiras graníticas como elemento determinante de sedimentação parece-nos, quando muito, restringir-se a fenômenos locais.

Sedimentologia — Foi selecionado e tratado em laboratório um conjunto de amostras representativas, visando principalmente a fração arenosa; o material silto-argiloso foi

rejeitado através de lavagem. O resultado desse trabalho é apresentado nos histogramas das figuras 12 e 13.

Verifica-se, através dos números percentuais, que a fração silto-argilosa por vezes supera 50%, e mesmo na fração arenosa a seleção, como regra, é sofrível; a distribuição das classes se faz por amplo intervalo, com as modas nem sempre bem destacadas. Na figura 14 estão representados os histogramas de 4 amostras, com a granulometria completa, onde se nota a péssima seleção, com apreciável quantidade de argilas em arenito grosseiro (histogramas bimodais).

O estudo da morfologia e composição dos grãos das areias demonstrou dois fatos de grande significado: a) Os detritos exibem formas angulosas na totalidade das amostras, quaisquer que sejam as dimensões dos seus componentes; às vezes, têm conformação esquelética ou se apresentam alongados segundo um eixo, refletindo a sua origem a partir de rochas dinamometamórficas. b) A ausência de feldspato, mesmo caolinizado, é completa, apesar de serem drenadas áreas de gnaisse e intrusivas graníticas; só restaram os minerais de quartzo e outros de grande resistência química.

Uma observação ligeira dos minerais pesados mostrou que os menos estáveis foram praticamente eliminados; restaram, pela ordem decrescente de abundância: magnetita, muscovita, estauroлита, cianita, turmalina e zirconita. Apresentam-se alongados e angulosos, excetuando-se alguns cristais de turmalina e zirconita, que mostram apreciável desgaste e alguma fragmentação.

Das observações mencionadas conclui-se que os sedimentos em questão carecem de um mínimo de maturidade, tendo sofrido transporte pequeno, com deposição não longe das fontes de alimentação dos detritos; mesmo os seixos, que tendem a arredondar-se com pequeno transporte [PETTI-JOHN p. 554], exibem fraco arredondamento. A erosão agiu sobre rególito maturo, onde os processos de meteorização destruíram todos os minerais menos estáveis.

Os "pseudo-sedimentos" também foram analisados, verificando-se que os grãos são totalmente angulosos e em grande número esqueléticos, com seleção dos fragmentos menos evidente que nos sedimentos arenosos; os minerais pesados são raros, com predomínio de magnetita.

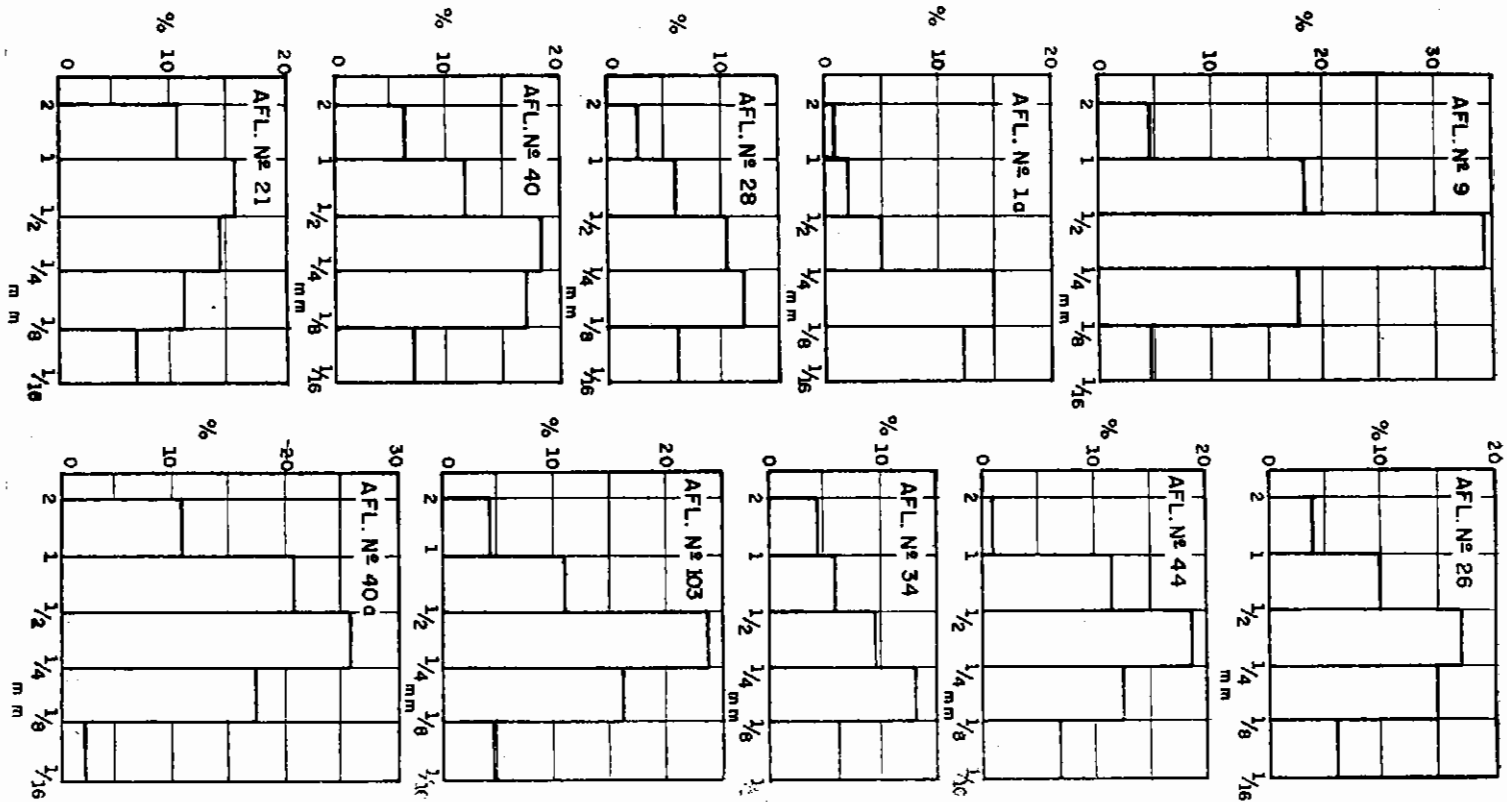


Fig. 12 — Histogramas da porção arenosa de vários sedimentos, mostrando as proporções de areia nas rochas com características macroscópicas de arenito e a distribuição granulométrica das frações arenosas nas mesmas.

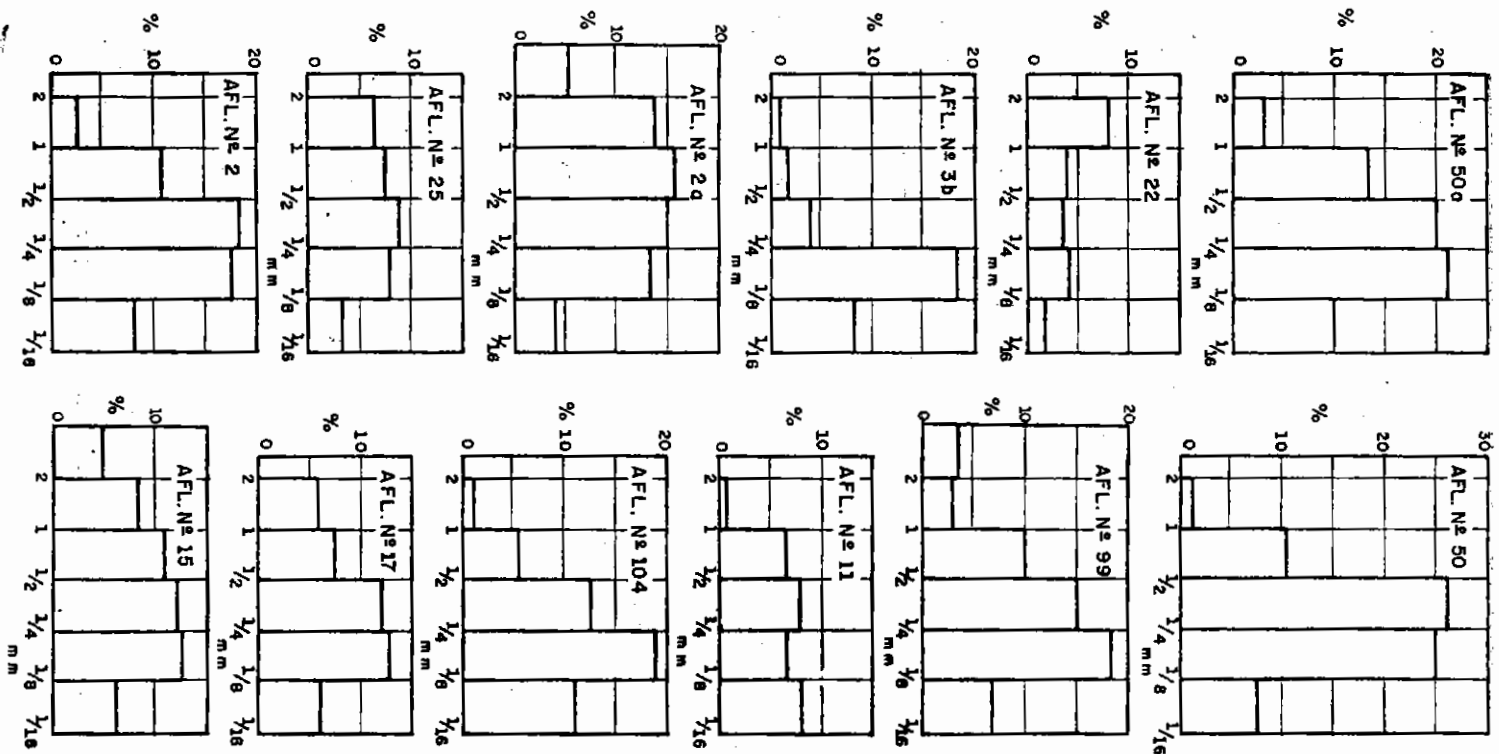


Fig. 13 — Histogramas da porção arenosa de vários sedimentos, mostrando as proporções de areia nas rochas com características macroscópicas de arenito e a distribuição granulométrica das frações arenosas nas mesmas.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As características da sedimentação — Pelo que se observou, nada autoriza a pensar-se em uma extensa bacia de deposição, cobrindo grande área. A sedimentação deve ter sido relativamente restrita, como o indicam a permanente solidariedade aos vales e o curto transporte. Sua origem fluvial é assim assegurada, sendo o fácies lacustre um fato apenas incidental e constituído por alguma lagoa rasa ou meandro abandonado. A fraca diagênese e a ausência de deformação dos estratos excluem a possibilidade de depósitos de grande expressão.

O ambiente sedimentar caracterizou-se pela presença de planícies aluviais alagadiças [vide MEZZALIRA, 20 p. 84] que gradativamente foram se entulhando de detritos, servidas por cursos d'água cuja competência, já de início não muito grande, foi cada vez mais se enfraquecendo; não há indícios de águas muito rasas e de grande correnteza nos sedimentos que restam.

A frequência cada vez maior dos leitos argilosos em direção ao tôpo dos afloramentos, mostra uma gradativa evolução para águas calmas, cuja competência era temporariamente aumentada à época das enchentes. Os leitos de arenito silto-argiloso, com espessura de alguns metros e sem estratificação aparente, são explicados pelo fato de que acima de certo valôr, a carga de material em suspensão determina a deposição caótica dos detritos [PETTIJOHN, p. 591], pois a sobrecarga impede a decantação seletiva. No caso de cursos d'água de dimensões modestas como nos nossos, torna-se difícil separar-se os processos de sedimentação que caracterizam o canal e a planície de inundação [TWHENHOFEL, p. 806].

A sedimentação levou o relêvo colinoso a um afogamento parcial, chegando à fase final como uma planície bastante larga e alagadiça. Estimamos em pelo menos 60 m. a espessura final do pacote (na área por nós estudada), com provável variação ao longo dos vales, como consequência de causas locais. Os vestígios esparsos, alguns alcançando ainda 40 m sobre a planície de inundação, após adiantada fase de erosão, indicam que a deposição se estendeu por considerável lapso de tempo. Isto concorda com a idéia adiante exposta sobre as origens do fenômeno.

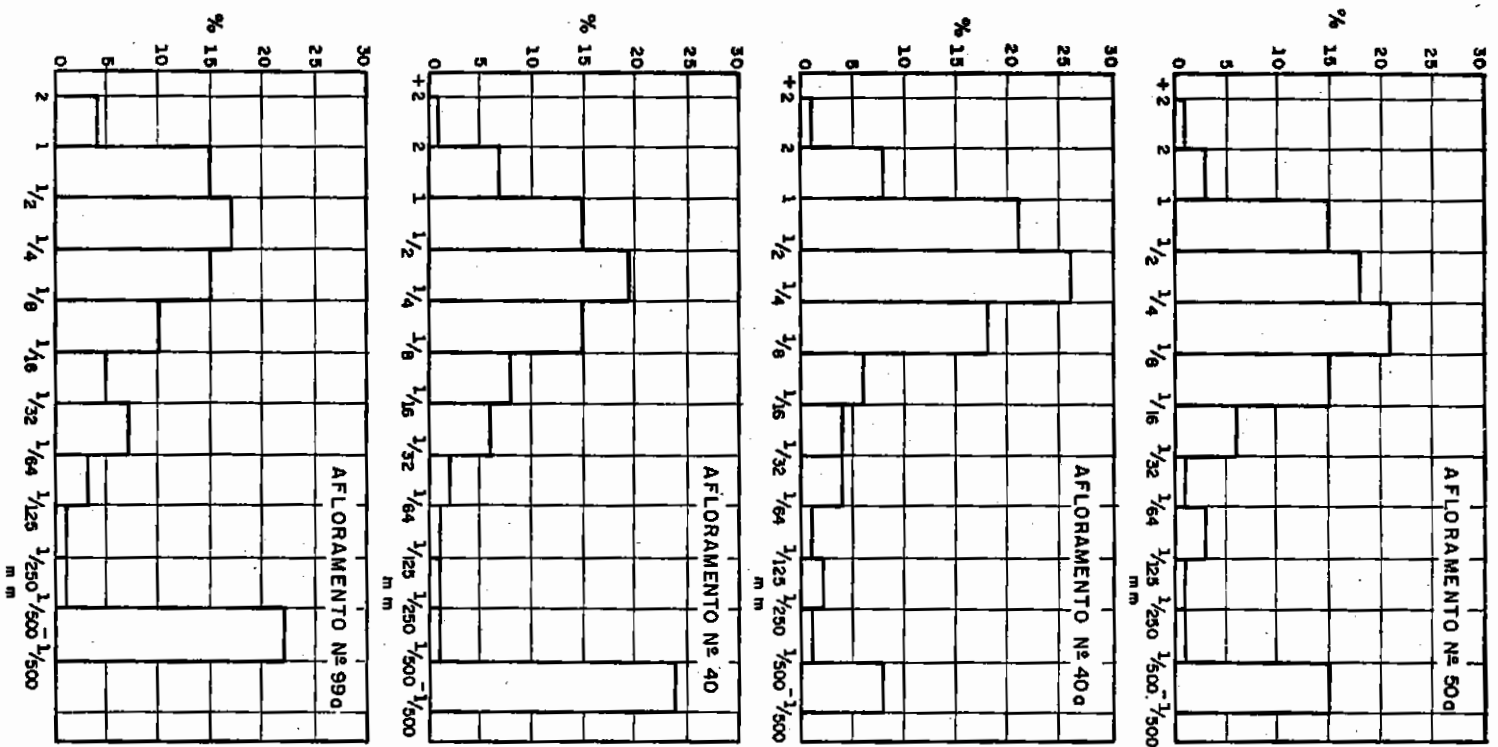


Fig. 14 — Histogramas de quatro amostras de arenito silto-argiloso, com a granulometria completa, evidenciando a fraca seleção dos sedimentos

A presença de sedimento nos vales de tributários, em áreas onde a drenagem principal os não exibe mais (vide fig. 1, aflors. 1, 11, 13, 76, 96, etc.), sugere que a ampla várzea se comportava como nível de base local para os mesmos. O menor poder erosivo dos afluentes fez com que essas manchas fossem preservadas até o presente.

As causas da sedimentação — A nossa idéia inicial de invocar a presença de falhas ou soleiras rochosas resistentes não subsistiu, pois não se coaduna com a situação plano-altimétrica dos sedimentos. Falhamentos de grandes proporções teriam determinado uma fase de sedimentação bastante extensa, em área e em espessura. Por outro lado, será difícil admitir-se causas tectônicas locais em tão grande número quantas seriam necessárias para explicar a diversidade de depósitos.

Uma causa geral, agindo simultaneamente sobre grande área do país, é, com mais lógica, considerada. Muitos autores aceitam a existência de uma variação climática moderna no sul do Brasil (BIGARELLA e outros, ALMEIDA, LEINZ, MORAIS REGO). De nossa parte achamos que a mesma teve importância decisiva no processo sedimentar, explicando-o nas suas linhas essenciais; dicordamos apenas do caráter semiárido proposto por BIGARELLA e outros para a bacia de Curitiba [9 p. 74-76] e por MORAIS REGO para São Paulo [22, p. 250].

Acreditamos na existência de clima plio-pleistocênico regularmente chuvoso, não muito diferente do atual na quantidade da precipitação; caracterizou-se, porém, por estações mais bem marcadas, [MORAIS REGO e SOUZA SANTOS, p. 111 e AB' SABER, 2, p. 43] com as chuvas concentradas em uma estação. Essa alternância entre períodos chuvosos e secos, já mencionada por MEZZALIRA [20, p. 84], impossibilita o desenvolvimento de vegetação adequada à proteção do solo contra a erosão [ANTEVS, p. 376], e o rególito intensamente decomposto [ALMEIDA, 6, p. 27] era levado e transportado para os vales adjacentes, cujas drenagens não tinham capacidade para proceder seu escoamento.

O clima semi-árido postulado por BIGARELLA e outros [9, p. 74-76], e MORAIS REGO, [22, p. 250] é pouco provável, dada a riqueza de restos vegetais, de tipos variados, encontrados em certos níveis. As condições de vida devem ter sido razoavelmente favoráveis, pois esta foi suficientemente abundante para deixar restos em ambiente flúvio-lacustre na

zona tropical, com intensa oxidação [TWEHOFEL, p. 808], onde é difícil a preservação. LEINZ e VIEIRA DE CARVALHO [15, p. 33] também não abonam a idéia de clima semi-árido para explicar a presença da canga limonítica; esta relaciona-se com clima relativamente úmido e forte estiagem anual [TWEHOFEL, p. 133]. As côres vivas, presentes nos estratos não laterizados, devem ser causadas pela alternância entre estações chuvosas e secas [TWEHOFEL, p. 777] e indicam côres primárias.

O acúmulo de material foi, em alguns lugares, favorecido pela presença de eventuais obstáculos, tais como soleiras, estrangulamentos, etc. No caso dos grandes depósitos, como o de São Paulo por exemplo, o tectonismo sobrepôs-se ao fator climático (FREITAS 13; ALMEIDA, 6, p. 28 e 37), pois este não seria suficiente para determinar deposição de tal vulto e tão localizada. Acreditamos que todos os sedimentos ditos "terciários" sejam contemporâneos e causados pela mesma mudança climática. Nos grandes depósitos hoje conhecidos, a tectônica de blocos determinou condições especiais, onde o acúmulo de detritos foi notável.

Dentro da área por nós estudada, apenas os depósitos da região de Tanque apresentam indícios de sedimentação em bacia semelhante à de São Paulo, porém de muito menor expressão, estando hoje intensamente erodida (fig. 6).

A sucessão dos diferentes estratos não tem significado estacional, mas deve-se a prováveis variações nas condições do ambiente de sedimentação e a flutuações do fator climático. A ausência de feldspatos, mesmo caolinizados, significa que o relevo não era muito acentuado e a decomposição era profunda, em função do calor e umidade [KRYNINE, p. 360].

O tempo geológico envolvido no processo não deve ter sido muito pequeno, pois a evolução do ciclo climático se faz através de modificações gradativas e relativamente lentas. Isto tornou possível o desenvolvimento do apreciável pacote de rochas detríticas e sua posterior remoção quase total.

Findou-se o ciclo sedimentar quando as águas readquiriram sua capacidade de transporte, como decorrência da mudança no regime pluviométrico, do maior desenvolvimento da cobertura vegetal [ANTEVS, p. 376] e a consequente proteção do manto de decomposição. A energia livre para o ataque ao material depositado foi conseguida pelo aumento do volume d'água corrente ou diminuição da carga de detri-

tos [COTTON, p. 11], ou ainda pelo aumento do gradiente, por exemplo, ao ser vencida uma barreira natural.

A idade da sedimentação — A denominação "sedimentos terciários" foi usada desde o fim do século passado, sem cogitar-se de u'a maior aproximação. Nos últimos decênios, as bacias sedimentares no sul do Brasil tiveram reconhecida a sua idade relativamente moderna, sendo consideradas, então, como pliocênicas ou do Terciário superior. E não se demorou a levantar-se a suspeita de uma idade pleistocênica, tese essa defendida por MENDES [17] para a bacia de São Paulo. MEZZALIRA [20, p. 86] menciona essa tendência moderna, citando argumentos de COUTO para a bacia de Taubaté. AB' SABER [3, p. 84] constitui-se no principal defensor da idéia clássica da datação pliocênica, baseando-se em argumentos de natureza geomorfológica e na aceção de ZEUNER de que o Plioceno foi época predominantemente deposicional [3, p. 85], enquanto no Pleistoceno predominou a denudação.

Para as manchas sedimentares em estudo, essa idade mais recente é, em princípio, a mais facilmente aceita, dada a pequena espessura das mesmas, e a pouca elevação sobre as planícies atuais. BJORNBERG, MACIEL e GANDOLFI não falam explicitamente na idade dos depósitos que estudaram na região de Rio Claro; chamam-nos de sedimentos modernos, mas dão a entender que não são mais velhos que o Pleistoceno. MORAIS REGO [22, p. 242-243] deixa entrever, com base nos fósseis dos peixes de Tremembé, que a grande fase sedimentar por êle postulada poderia ser mais nova que o Terciário, então aceito.

Se, como imaginamos, for real a correlação entre as grandes bacias e os nossos afloramentos esparsos, parece que o melhor será aceitarmos a idade pliocênica superior para o ciclo sedimentar, pois a duração de um milhão de anos atribuída ao Pleistoceno se afigura insuficiente para a deposição e parcial erosão dos espessos pacotes das grandes bacias.

É provável que em futuro próximo prevaleça a tendência, que atualmente se esboça, de se aceitar para o Pleistoceno uma duração aproximada de 3 milhões de anos, com base na glaciação setentrional e na história dos Hominídeos. Assim, será possível colocar essa fase sedimentar no Pleistoceno, como propõe MENDES, cessando a controvérsia a respeito. Tudo depende do acréscimo de conhecimento a ser trazido pelas novas pesquisas sobre o Pleistoceno.

BIBLIOGRAFIA

1. AB'SÁBER, A. N. — Sedimentos aluviais em terraços fluviais do rio Jaguari, (Município de Santa Izabel). Bol. Paul. Geog. (S. Paulo) n.º 3:84, 1949.
2. AB'SÁBER, A. N. — Conhecimentos sobre as flutuações climáticas do Quaternário no Brasil. Bol. Soc. Bras. Geol. (S. Paulo); 6 (1):41-48, 1957 a.
3. AB'SÁBER, A. N. — A datação das camadas de São Paulo e seus problemas. Rev. Univ. Campinas, 4 (13):79-89, 1957 b.
4. ALMEIDA, F. F. M. de — Ocorrências de camadas supostas pliocênicas no rio Paraibuna, Estado de São Paulo. Geol. e Metal., Bol. (S. Paulo) n.º 2:71-74, 1946.
5. ALMEIDA, F. F. M. de — Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná. Bol. Soc. Bras. Geol. (S. Paulo) 1 (1):53-58, 1952.
6. ALMEIDA, F. F. M. de — As camadas de São Paulo e a tectônica da serra da Cantareira. Bol. Soc. Bras. Geol. (S. Paulo), 4 (2):23-40, 1955.
7. ALMEIDA, F. F. M. de & BARBOSA, O. — Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. D. N. P. M., Bol. n.º 143 do D. G. M., Rio de Janeiro, 1953.
8. ANTEVS, E. — Arroyo cutting and filling. Jour. Geol., 60 (4):375-385, 1952.
9. BIGARELLA, J. J., SALAMUNI, R. & AB'SÁBER, A. N. — Origem e ambiente de deposição da bacia de Curitiba. Bol. Paranaense Geogr. (Curitiba) n.º 4-5:71-81, 1961.
10. BJÖRNBERG, A. J. S., LANDIM, P. M. B. & MEIRELLES FILHO, G. M. — Restos de plantas modernas em níveis elevados na região de Rio Claro (SP). Publ. n.º 106 da Esc. de Eng. de São Carlos, Geol. n.º 11:37-57, 1964.
11. BJÖRNBERG, A. J. S., MACIEL, A. C. & GANDOLFI, N. — Nota sobre os depósitos modernos na região de Rio Claro (SP). Publ. n.º 106 da Esc. de Eng. de São Carlos, Geol. n.º 11:21-36, 1964.
12. COTTON, C. A. — The significance of terraces due to climatic oscillation. Geol. Mag. n.º 82:10-16, 1945.
13. FREITAS, R. O. — Sobre a origem da bacia de São Paulo. Bol. Paul. Geogr. (S. Paulo), n.º 9:60-64, 1951.
14. KRYNINE, P. D. — Arkose deposits in the humid tropics. Am. Jour. Sci. ser. 5, 229:353-363, 1935.
15. LEINZ, V. & CARVALHO, A. M. V. — Contribuição à geologia da bacia de São Paulo. Bol. n.º 205. Fac. Fil. Cien. e Letr., USP, Geol. n.º 15, — (São Paulo) 1957.
16. MARTIN, H., MAU, H. & BJÖRNBERG, A. J. S. — Vale pré-glacial a nordeste de Jundiá, SP. Bol. Soc. Bras. Geol. (S. Paulo), 8 (2):35-40, 1959.
17. MENDES, J. C. — O problema da idade das camadas de São Paulo. Bol. Paul. Geogr. (S. Paulo) n.º 5:45-48, 1950.
18. MEZZALIRA, S. — Nota preliminar sobre a ocorrência de vegetais fósseis no município de Piracaia, SP. Min. Met. (Rio de Janeiro) 13 (73):36, 1948.

19. MEZZALIRAS, S. — Nota preliminar sôbre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo, no período 1958-59. I. G. G. (S. Paulo), notas prévias n.o 2:1-9, 1959.
20. MEZZALIRA, S. — Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozóicos no Estado de São Paulo. I. G. G., (São Paulo) n.o 73-91, 1961/2.
21. MORAES REGO, L. F. — A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. S. G. M., Bol. (Rio de Janeiro) n.o 46, 1930.
22. MORAES REGO, L. F. — As formações cenozóicas de São Paulo. Anuário da Escola Polit. da USP (São Paulo), 2(2.a série):231-267, 1933.
23. MORAES REGO, L. F. & SANTOS, T. D. S. — Contribuição para o estudo dos granitos da serra da Cantareira. I. P. T., Bol. (S. Paulo), n.o 18, 1938.
24. PETTIJOHN, F. J. — Sedimentary rocks, 2nd edition, New York, Harper, 1957.
25. SETZER, J. — Considerações geológicas (in Relatório). O I. G. G. (S. Paulo), 12 (12):26-30, 1954.
26. TWENHOFEL, W. H. Treatise on sedimentations, Baltimore, Willians & Wilkins, 1932.

Mapas e fotografias aéreas:

27. Folha geológica de Jundiaí — escala 1:100.000. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 1954.
28. Folha topográfica de São Paulo — escala 1:250.000. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico.
29. Fotografias aéreas de Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de São Paulo. setor da Cruzeiro do Sul — escala 1:40000, 1962.
30. Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:1000000, São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 1947.
31. Mapa geológico do Estado de São Paulo — escala 1:1000000, São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico, 1963.
32. Mapa topográfico de Bragança Paulista — escala 1:100000. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico.
33. Mapa topográfico do Município de Jundiaí — escala 1:100000. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico.

* * *