

ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO ESTRATIGRÁFICA DO CRETÁCEO NO ESTADO DE SÃO PAULO: GRUPO BAURU

PAULO C. SOARES*, PAULO M.B. LANDIM*,
VICENTE J. FÚLFARO* e AGOSTINHO F. SOBREIRO NETO**

ABSTRACT Mapping survey over 135,000 km² in the State of São Paulo, made by Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) in cooperation with other organizations, allowed the stratigraphical characterization of the Cretaceous rocks younger than Serra Geral Formation (lower Cretaceous) in that region. Due to the regional stratigraphical analysis of these sediments is proposed for them the term Bauru Group which is constituted by the following four Formations:

1) Caiuá Formation: fine to medium sandstone with regular to good sorting and purple color, bearing large cross stratification; occurrence limited to the Pontal do Paranapanema region; it is in unconformity over basalts of the Serra Geral Formation.

2) Santo Anastácio Formation: very fine to medium sandstone, red to purple colors; low angle cross stratifications to horizontal bedding, with rare mudstone beds intercalated; occurrence mainly in southwestern portion of São Paulo State; gradational over Caiuá Formation and with discordance over basalts.

3) Adamantina Formation: a) Araçatuba lithofacies — thick beds of mudstones, dark brown to greenish grey colors, with variations to siltstones and claystones; restricted occurrence in the southwestern portion of São Paulo State and wide one in the western and northwestern portion of the State; overlying Santo Anastácio Formation and Serra Geral Formation; b) Taciba lithofacies — beds of very fine to fine sandstones, with small to large size cross stratifications, intercalated with beds of reddish to brownish sandy mudstones; incipient lamination and sandstone lens; wide occurrence from south to the north of the State over Santo Anastácio Formation (south), Araçatuba lithofacies (west and northwest) and basalts (northeast); c) Ubirajara Formation — coarser sandstones than that one from Taciba lithofacies, textural and mineralogical immatures, with occurrence in mid-east portion of the State over basalts, lateral gradation to Taciba lithofacies toward west and north.

4) Marília Formation: coarse to conglomeratic sandstones plentiful of calciferous cement and nodules; occurrence in the watersheds of the principal drainages in São Paulo State inland.

The contact relationship and regional distribution of the stratigraphic unities suggest a partial contemporaneous deposition in a complex fluvial system, with regional and chronological variations in the clastic affluence, in the climatic characteristics, in the subsidence ratio and in the marginal areas uplift rate.

INTRODUÇÃO Desde 1974, o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) vem realizando por meio de convênios com a UNESP, a USP e o IPT levantamentos geológicos sistemáticos no Estado. Nos trabalhos efetuados nas regiões 6, Ribeirão Preto (Soares *et al.*, 1972), 7, 8 e 9, São José do Rio Preto, Bauru e Araçatuba (Suguio *et al.*, 1977); e 10 e 11, Presidente Prudente e Marília (Soares *et al.*, 1979), um dos objetivos alcançados foi a divisão da então considerada Formação Bauru em unidades mapeáveis na escala 1:250.000, embora com critérios variando de uma região para outra. Tais unidades designadas informalmente membros ou litofácies ou mesmo fácies puderam ser reconhecidas em trabalhos de campo posteriores objetivando a integração aqui apresentada.

O grés de Bauru, conforme foi definido por Gonzaga de Campos em 1905, tem sido objeto de intensas e detalhadas investigações mas, dadas a extensão de sua

ocorrência e a ausência de horizontes litoestratigráficos ou bioestratigráficos, não existe ainda uma divisão em unidades caracterizáveis regionalmente dentro de uma classificação estratigráfica formal. Daí a razão porque, face à existência das citadas observações de campo por toda a área de afloramento no Estado de São Paulo dessa unidade estratigráfica, é aqui apresentada uma proposta de subdivisão da mesma.

DIVISÃO ESTRATIGRÁFICA Os diversos trabalhos escritos sobre o Bauru consideraram-no Série (Freitas, 1955), Grupo (Almeida e Barbosa, 1953; Barbosa *et al.*, 1967) ou Formação (Washburne, 1930; Arid, 1967; Suguio, 1973; Mezzalana, 1974; e outros). Em geral, esses trabalhos trataram de temas específicos, como sedimentologia (Freitas, 1955; Suguio, 1973; Coimbra, 1976; e outros), paleontologia (Price, 1950, 1953; Arid e Vizotto, 1965; e outros), ou estudos regionais (Barbosa

* UNESP — Campus de Rio Claro, CEP 13500, Rio Claro, SP

** DAEE — Rua Riachuelo, 115, São Paulo, SP

et al., 1967 e 1970; Arid, 1967; Suárez, 1975; Brandt Neto, 1977; e outros), ou, ainda, trabalhos com enfoque maior na distribuição vertical das litologias (Mezzalira, 1974).

Diversos autores procuraram definir o relacionamento estratigráfico entre as várias fácies ou conjuntos de fácies mas, tendo em vista a não-ocorrência em toda a bacia de deposição dessas diferentes unidades e as complexas relações de contato, não conseguiram concluir por uma sistemática litoestratigráfica.

Após esses trabalhos relacionados, Soares et al., (1979) mapearam a região em que se encontra o mais completo registro do Cretáceo médio e superior do Estado de São Paulo, o Sudoeste, caracterizando as diferentes unidades genéticas mapeáveis. Baseando-se nesse mapeamento e nos realizados por Soares et al. (1974) e Suguio et al. (1977), foi organizado o presente ensaio no qual é proposto que a Formação Bauru passe à categoria de Grupo Bauru constituído de quatro formações que são aqui definidas e caracterizadas: Formação Caiuá, Formação Santo Anastácio, Formação Adamantina e Formação Marília (Fig. 1).

(1974), a mesma se acha encaixada como Formação no Grupo São Bento. Propõe-se aqui que esta unidade seja incluída no Grupo Bauru tendo em vista as similaridades litológicas com as unidades que lhe sucedem.

A principal característica da Formação Caiuá é sua notável uniformidade litológica, representada por arenitos de muito finos a médios, com estratificação cruzada de grande porte. Os arenitos apresentam seleção boa nos níveis de estratificação, variando entre lâminas de areia fina e lâminas de areia média e muito fina. Matriz lamítica é rara, inferior a 5%. Ocasionalmente, ocorrem lâminas de arenito com teor elevado de matriz. Os grãos são de subarredondados a bem arredondados com grau variável de esfericidade, envolvidos por uma película de limonita que fornece cor de vermelha-escura a arroxeadada para a rocha. Muito provavelmente, essa limonita é o resultado da alteração de minerais de ferro (magnetita) existente na unidade. Os arenitos são quartzosos (quartzarenitos) embora o conteúdo em grãos de calcedônia e opala às vezes chegue a atingir 15%.

Como estruturas sedimentares só tem sido observada estratificação cruzada de grande porte, tangencial na base. Na maioria dos casos são côncavas em planta no sentido do mergulho das lâminas. O azimute médio do mergulho é para oeste, aproximadamente, com boa persistência da direção.

Ocorrência e espessura A Formação Caiuá foi definida por Washburne (1930) na região do Pontal do Paranapanema por suas exposições nas barrancas do Rio Paraná em Porto Presidente Epitácio, no lado paulista. No Estado de São Paulo, as exposições dessa unidade estão restritas a essa área. Sob outras unidades do Grupo Bauru tem sido encontrada em poucas perfurações nessa região restringindo sua ocorrência a oeste de Pirapozinho e Presidente Prudente e sul de Panorama (Soares et al., 1979).

No Estado do Paraná, sua ocorrência em superfície cobre extensa área na região noroeste, tendo sido representada no mapa geológico do Paraná na edição de 1956. Apresenta aí as mesmas características que no Estado de São Paulo.

No Estado de Mato Grosso do Sul, região sudeste, há também ocorrência extensiva, tendo sido mapeada apenas por Stein et al. (1979). Nos demais Estados do sul, não se tem notícia da ocorrência da Formação Caiuá.

A máxima espessura conhecida desta Formação é no noroeste do Paraná com cerca de 200 m no Morro dos Três Irmãos, reduzindo-se para norte e oeste.

Relações de contato O contato basal da Formação Caiuá se faz com os basaltos da Formação Serra Geral. É discordante, embora não haja uma caracterização adequada desse contato pois os afloramentos estão geralmente intemperizados. Tem sido admitido também um ciclo erosivo entre ambas as formações (Soares e Landim, 1975). A presença de solo fóssil e a inexistência de brecha de topo de derrame no contato entre essas duas unidades foram verificadas em sondagens nas obras da barragem de Porto Primavera (Soares et al., 1979). Isso é uma indicação de que o transporte e a sedimentação de areias do Caiuá não estariam ocorrendo

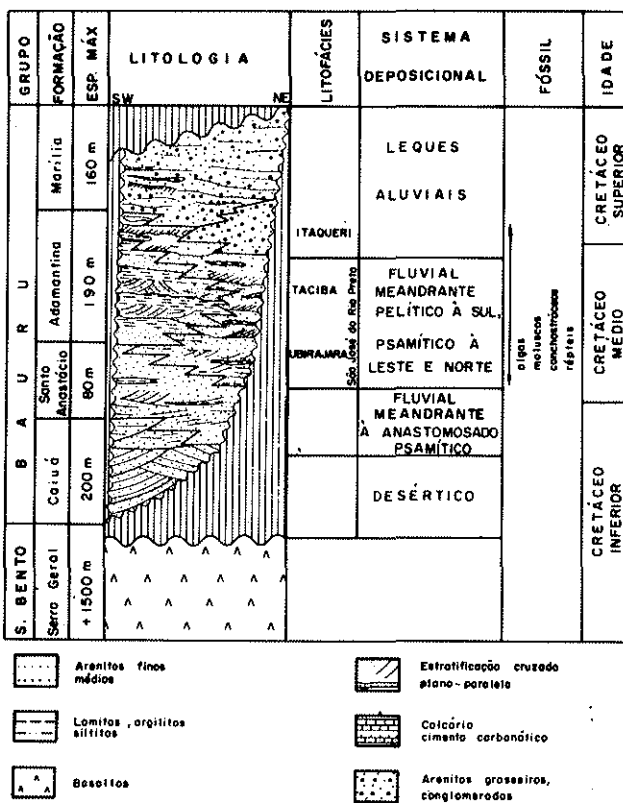


Figura 1 — Quadro estratigráfico do Grupo Bauru

FORMAÇÃO CAIUÁ *Definição e características litológicas* A Formação Caiuá, apesar de definida há bastante tempo (Washburne, 1930), tem uma posição estratigráfica discutível. Assim, após uma discussão que durou alguns anos sobre sua posição, se abaixo ou acima da considerada Formação Bauru, tendo sido constatada a validade da primeira hipótese (Landim e Soares, 1976), resta ainda o problema de sua classificação estratigráfica. Veja a propósito que, segundo Schneider et al.

nos episódios finais do vulcanismo, havendo, sim, um hiato entre uma unidade e outra, com erosão e formação de solo. Desse modo, esses arenitos não estariam associados ao ambiente de deposição da Formação Botucatu.

Ambiente de deposição As características litológicas da Formação Caiuá, especialmente a homogeneidade textural e a estratificação cruzada de grande porte, com ausência de outras fácies, sugerem deposição eólica. Mesmo nos arenitos basais conserva-se essa homogeneidade litológica, com corpos de arenitos muito finos e médios bimodais e arenitos finos unimodais com boa seleção. Outras feições, como estruturas deformacionais por rompimento de camadas e níveis de deflação, estão presentes indicando origem eólica. Além disso, a ausência de conglomerados, mesmo sobre a superfície do basalto, não indica sedimentação fluvial.

FORMAÇÃO SANTO ANASTÁCIO *Definição e características litológicas* O nome Santo Anastácio foi utilizado inicialmente por Soares e Landim (1975) como uma fácies da Formação Bauru: a fácies de arenitos finos, situada na porção inferior daquela formação. Posteriormente, em consequência do mapeamento realizado na região do Pontal do Paranapanema, Landim e Soares (1976) caracterizaram essa fácies com estudos sedimentológicos e a designaram membro Santo Anastácio.

O nome foi dado à unidade porque as melhores e mais características exposições são encontradas no vale do Rio Santo Anastácio, afluente do Rio Paraná na região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo. Também é no leito desse rio, na estrada que, saindo de Presidente Venceslau, margeia o Rio Paraná, em direção ao Porto Castilho, que foi encontrado um afloramento do contato basal dessa unidade com a subjacente Formação Caiuá. Nas cabeceiras desse rio encontra-se o contato com a sobrejacente Formação Adamantina ou, ainda, a sul, na Rodovia da Integração entre Marabá Paulista e o Rio Santo Anastácio. Devido à inexistência de exposições contínuas e raridade de afloramentos não foi possível definir seção-tipo para essa unidade.

A Formação Santo Anastácio é constituída predominantemente de arenitos de granulção de muito fina a média, com pouca matriz, em geral inferior a 15%. Os grãos, de tamanho médio, apresentam-se em parte arredondados, indicativos de uma contribuição a partir da Formação Caiuá, e de subarredondados a subangulares. Contêm uma elevada porcentagem, até 15%, de grãos de opala e feldspato, e os grãos de quartzo apresentam-se cobertos com uma película limonítica, o que confere aos arenitos uma cor marrom-avermelhada com pintas brancas. A seleção dos arenitos é de regular a boa, com pouca variação textural, e localmente ocorre cimento calcífero, com concrecionamento do arenito e formação de figuras irregulares e nódulos.

Os arenitos da formação Santo Anastácio são pobres em estruturas sedimentares, aparecendo em bancos, espessos de 2 a 3 cm, maciços com incipiente estratificação em cortes de estrada. A estratificação dominante é plano-paralela e a cruzada de baixo ângulo (de 5° a 10°) planar tangencial na base; raramente apresen-

ta-se com inclinação maior de 10° ou em corpos acanalados.

Nos corpos tabulares com estratificação plano-paralela ocorrem camadas descontínuas ou lentes de lamito marrom-avermelhado, maciço, intercalados em arenitos de muito finos a médios, lamíticos.

Ocorrência e espessura A Formação Santo Anastácio ocorre em superfície em estreita faixa no flanco norte do vale do Rio Paranapanema, contornando a região do Pontal, pelo Morro do Diabo e Planalto do Sul; tem maior expressão no vale do Rio Santo Anastácio com espessura da ordem de 80 m e no vale do Rio do Peixe e afluentes da margem sul com espessura em torno de 50-60 m. A faixa de afloramento contorna o espigão de Dracena-Tupi Paulista, próximo à margem do Rio Paraná, em Panorama, penetrando para leste, no vale do Tietê, com espessuras inferiores a 40 m.

Em subsuperfície, sua ocorrência está limitada para oeste de Pirapozinho, Paraguaçu Paulista e Osvaldo Cruz. Volta a aparecer com espessura entre 30 e 40 m na região centro-ocidental do Estado, tendo sido caracterizado por Brandt Neto (1977) como litofácies de arenitos vermelhos do Membro Inferior da Formação Bauru. Ocorre também na região norte-ocidental do Estado, como em São José do Rio Preto, conforme descrição de poços nesta região (Arid, 1967; Mezzalira, 1974). Suguio *et al.* (1977) referem-se à ocorrência nessas regiões de arenitos vermelhos de granulção de fina a média, incluídos na parte inferior da litofácies Araçatuba que, pelas características e posição estratigráfica, correspondem à Formação Santo Anastácio. Localmente, não ocorre essa unidade como em Pereira Barreto, devido possivelmente à existência de altos paleotopográficos da superfície basáltica.

Não ocorre nas regiões centro-leste e nordeste do Estado e no Triângulo Mineiro. No norte do Paraná, ocorre apenas no testemunho conhecido como Morro dos Três Irmãos em Terra Rica. Ocorre também no leste de Mato Grosso do Sul, sendo sua extensão para oeste desconhecida.

Relações de contato A Formação Santo Anastácio está em contato com as formações Caiuá e Serra Geral. Com a primeira, foi observado em apenas um local, no leito do Rio Santo Anastácio próximo ao Rio Paraná. Verifica-se uma transição textural entre as duas unidades: arenitos da Formação Caiuá estão aparentemente maciços, sendo recobertos por arenitos com características texturais similares, aumentando para cima o teor de matriz e diminuindo a seleção nas sucessivas camadas decimétricas plano-paralelas. A abundante ocorrência de grãos bem arredondados, tipo Caiuá, na parte basal da Formação Santo Anastácio, bem como a mudança brusca no tipo de ambiente e meio de transporte, e ainda a distribuição espacial dessas unidades, indicam uma descontinuidade na sedimentação que, embora possa ser representada por aparente discordância, não tenha envolvido hiato significativo no processo deposicional.

Com a Formação Serra Geral, o contato é discordante erosivo e apresenta relevo suave, embora com desníveis significativos que causam uma redução na espessura ou mesmo ausência local da Formação Santo Anas-

tácio como em Presidente Prudente, no médio vale do Rio do Peixe ou no vale do Tietê no Salto de Avanhandava.

Idade e ambiente de deposição Na Formação Santo Anastácio não foram encontrados fósseis, não havendo indicação direta de idade. Soares e Landim (1975), baseados em estudo comparativo da evolução tectônica e sedimentar da parte norte da Bacia do Paraná com a Bacia de Santos, sobre a Plataforma Continental Brasileira, atribuem idade de deposição desses arenitos ao fim do Cretáceo inferior (Aptiano?) tendo em vista que essa sedimentação foi anterior à penecontemporânea com o início do soerguimento no Albiano-Turoniano do arco de Ponta Grossa.

As características litológicas indicam que a deposição dos arenitos dessa unidade deve ter-se realizado predominantemente em canais de meandantes a retilíneos, com pequena profundidade, e em planícies de transbordamento arenosas, refletindo um suprimento lento, uniforme e regular de areia com deficiência na área-fonte de material argiloso. As fácies pelíticas de baixios de inundação, de diques marginais e parte superior de barras em pontal, raramente foram observadas, sugerindo ser muito restritas ou inexistentes. Corpos lenticulares de argila, de preenchimento de canais abandonados, sugerem canais largos e pouco profundos. As fácies de transbordamento parecem constituídas essencialmente de depósitos arenosos de espraiamento. Essas características sugerem um modelo fluvial meandrante de a transicional para anastomosado essencialmente psamítico.

FORMAÇÃO ADAMANTINA *Definição, características litológicas e seção-tipo* A Formação Adamantina é aqui formalmente proposta como denominação a um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação de fina a muito fina, cor de róseo a castanho, portando estratificação cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 m, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho-avermelhado a cinza-castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro, freqüentemente com marcas de onda e microestratificação cruzada.

Essa formação apresenta certas variações regionais, o que tem conduzido diversos pesquisadores a apresentarem denominações informais como membro, fácies ou litofácies para esse conjunto. Nesse sentido, Soares *et al.*, 1974, mapearam e descreveram, na região norte-oriental do Estado de São Paulo, um pacote denominado membro inferior da Formação Bauru; Suguio *et al.* (1977) distinguiram a litofácies São José do Rio Preto e a litofácies Araçatuba, parte siltica de Brandt Neto (1977), na região norte-ocidental desse Estado; Soares *et al.* (1979) caracterizam para a região sudoeste do Estado as fácies Taciba e Ubirajara. Essas diferentes designações informais justificam-se tendo em vista as características regionais dessa unidade, embora o termo fácies não seja o mais adequado por incluir diversas fácies genéticas.

Como seção-tipo da Formação Adamantina são apresentadas seções parciais levantadas entre Adaman-

tina e Valparaíso, na estrada de terra que liga essas duas cidades e ao sul de Adamantina, entre o Rio Peixe e Caiabu (Figs. 2 e 3). Verificam-se nessa região as características descritas: repetição cíclica de bancos de arenitos finos com estratificação cruzada a maciços e bancos de siltitos, arenitos, lamíticos, interagados. Essas constituem as duas principais fácies deposicionais dessa Formação: a de arenitos com estratificação cruzada a maciços, ou fácies de canal, e a de interagamento de lamitos siltitos, arenitos mui finos, ou fácies de planície de inundação.

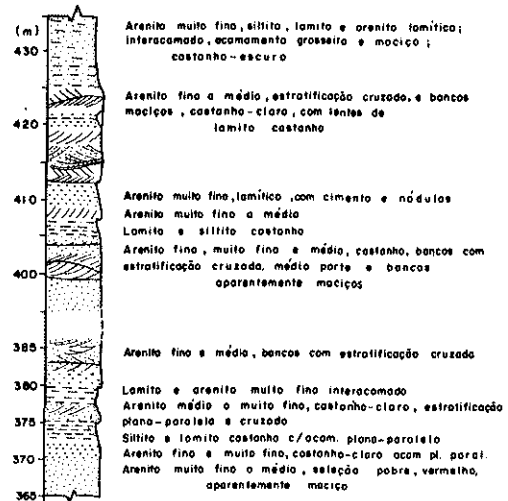


Figura 2 — Seção colunar parcial da Formação Adamantina medida e composta entre Adamantina e Valparaíso (SP).

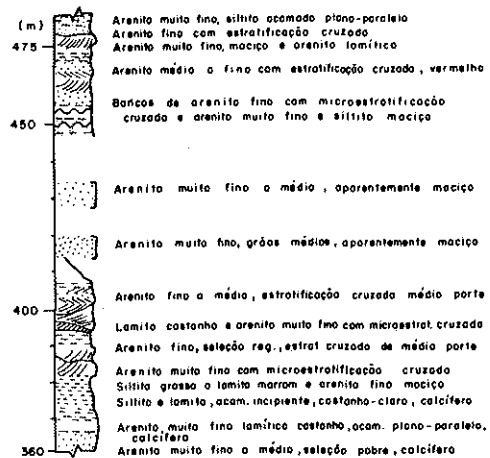


Figura 3 — Seção colunar da Formação Adamantina medida e composta a sul de Marianópolis, entre os km 14 e 18, na estrada para Adamantina (SP).

A litofácies São José do Rio Preto constitui uma variação mais arenosa, com cores acinzentadas e vermelhas, com alguns corpos de conglomerado intraformacional, sendo que a fácies de transbordamento constitui menos de 30% da espessura da unidade. É freqüente a ocorrência de seixos de argilito da própria unidade. É mais comum que em outras áreas a ocorrência de cimento calcífero, finas camadas de arenito conglomerático e espessos bancos de até 20 m da fácies de canal. No poço de Balsamo (Arid, 1967), ocorre desde a superfície até a profundidade de 112 m, onde se situa o contato entre as Formações Adamantina e Santo Anastácio (Fig. 4).

Arid (1967), Coimbra (1976), Suguio (1977) e Brandt Neto (1977) apresentam características sedimentológicas texturais e mineralógicas das rochas da região, as quais se incluem na Formação Adamantina, referidas como litofácies São José do Rio Preto ou Araçatuba (parcial) ou ainda membro médio da Formação Bauru (Brandt Neto, 1977) e parcialmente fácies A de Coimbra (1976). O diâmetro médio está entre areia fina e muito fina; a seleção é de boa a muito boa na fração arenosa e de pobre a muito pobre no total. Barcha e Arid (1977) estudaram com mais detalhe as relações entre as propriedades texturais dos sedimentos e suas estruturas sedimentares, caracterizando bem essa unidade na região de São José do Rio Preto.

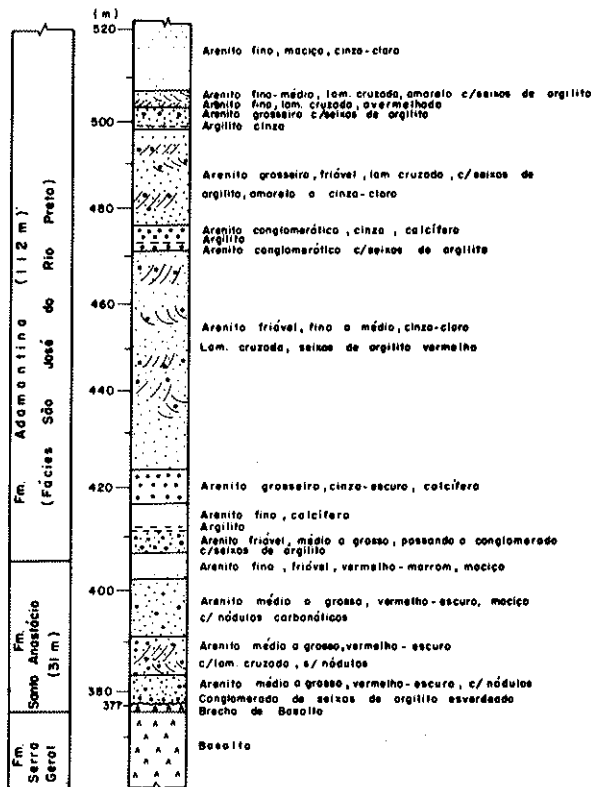


Figura 4 — Perfil litológico do poço de Bálamo (SP) perfurado pelo IGG, segundo Barcha (1980)

Na região sudoeste do Estado, duas litofácies foram descritas por Soares *et al.* (1979):

1) Litofácies Taciba (Fig. 5), constituída por uma alternância entre fácies de canal e fácies de transbordamento. A primeira é representada por bancos de 2 a 3 m de arenitos finos, raramente muito finos e médios, cor rósea a castanho-claro, estratificação cruzada acanala-da e planar-tangencial de pequeno a grande porte, passando a grosseiro, maciço, plano-paralelo, com microestratificado e tubos vermiformes no topo. A segunda representada por bancos de até 10 m de espessura de lamitos e siltitos castanho-avermelhados, arenitos mui finos, maciços ou com laminação incipiente microcruza-da e plano-paralela, raramente leitos calcíferos, marcas de onda, restos fósseis e tubos vermiformes. Corpos tabulares de arenitos finos e brechas intraformacionais, com abundante microestratificação cruzada e interca-

lam-se em bancos lamíticos, constituindo depósitos de espraiamento (crevassa). Esses bancos repetem-se ciclicamente com um fraco predomínio das fácies de planície de inundação, na região de Presidente Prudente. No poço de Pirapozinho (Mezzalira, 1974) ocorre desde a superfície atingindo a profundidade de 182 m, sobre a Formação Santo Anastácio, constituindo a maior espes-sura preservada da Formação Adamantina.

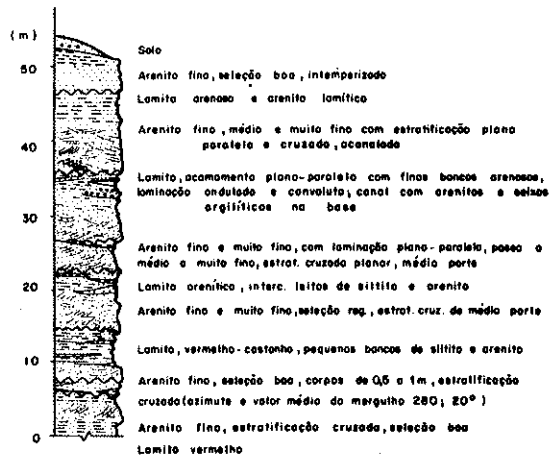


Figura 5 — Seção colunar parcial da litofácies Taciba medida a leste de Anhumas (SP)

2) Litofácies Ubirajara, constituída por uma varia-ção para leste da Formação Santo Anastácio e da litofá-cies Taciba, caracterizada pela predominância de areni-tos de granulação de fina a média, às vezes conglome-ráticos, com seixos de quartzito, ágata e basalto; tem cor vermelha ou castanho-avermelhada, estratificação plano-paralela, raramente cruzada de baixo ângulo, se-leção pobre, grãos subangulares; raramente ocorrem corpos de lamitos e arenitos lamíticos, descontínuos, com acamamento plano-paralelo. Essa litofácies con-funde-se com a Formação Santo Anastácio na área de Paraguaçu Paulista, diferenciando-se desta pela imatu-ridade textural e mineralógica dos arenitos. No poço do Distrito de Sapezal (Mezzalira, 1974), ocorre sob a For-mação Marília a partir de 63 m (cota de 477) até a pro-fundidade de 120 m, sobre a Formação Santo Anastá-cio, com as quais a Formação Adamantina está interdi-gitada.

Ocorrência e espessura A Formação Adamantina é a unidade de maior distribuição em superfície no Estado de São Paulo, aflorando extensivamente: a) nas regiões norte (bacia do Rio Turvo) e norte-ocidental (bacia do Rio São José dos Dourados e baixo Rio Tietê), sendo a região de domínio da litofácies São José do Rio Preto com espessura máxima de 160 m; b) nos espigões entre os rios Tietê e Aguapeí; entre os rios Aguapeí e Peixe, a oeste de Tupã; entre os rios Peixe e Santo Anastácio na região de Presidente Prudente-Presidente Venceslau; entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema na região de Mirante do Paranapanema, onde domina a litofácies Taciba, com espessura máxima em torno de 190 m; c) no espigão entre os rios do Peixe e Paranapanema, a oeste de Quatá; e médio e alto vale do Rio do Peixe e va-

le do Rio Turvo, na região de São Pedro do Turvo-Ubirajara, onde ocorre predominantemente a litofácies Ubirajara, com espessura em torno de 100 a 150 m.

Essas espessuras reduzem-se sensivelmente para leste e nordeste, de forma que na escarpa do Planalto Basáltico muitas vezes já não ocorre a Formação Adamantina entre a Formação Serra Geral e a Formação Marília, como em São Carlos e Bebedouro e no sul de Minas Gerais, ou então tem uma ou duas dezenas de metros de espessura, como em Botucatu, Itaqueri e Matão.

Relações de contato O contato basal da Formação Adamantina, em toda a parte oeste do planalto, é com a Formação Santo Anastácio. É um contato caracterizado por espesso banco da fácies de planície de inundação, constituída por lamitos siltitos e arenitos lamíticos, assentado sobre arenitos de granulação fina e média, maciços, de cor castanho-avermelhado, da Formação Santo Anastácio por meio de uma superfície de brusca mudança litológica. Entretanto a litofácies Ubirajara parece estar interdigitada com a Formação Santo Anastácio. Nas demais regiões assenta-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral com conglomerado basal.

As relações de contato entre as litofácies são bastante complexas; entre as litofácies Ubirajara e Taciba ocorre forte interdigitamento, com predomínio daquela fácies na parte basal e superior, no contato com a Formação Marília. Entre estas litofácies e a São José do Rio Preto, verifica-se mudança lateral progressiva nas características, como redução das espessuras dos pacotes lamíticos.

Conteúdo fossilífero A maior parte dos fósseis encontrados no Grupo Bauru situa-se na parte superior da Formação Adamantina, embora possa ser apenas coincidência pelo fato de os principais centros urbanos, rodovias e ferrovias situarem-se nos espigões e, aí, ocorrer maior número de escavações para obras de engenharia.

Os jazigos fossilíferos apresentados por Mezzalira (1974) situam-se na quase totalidade nesta Formação, exceto os da região de Marília e Piratininga, e região nordeste do Estado que se localizam na parte inferior da sobrejacente Formação Marília.

Os principais grupos paleontológicos dessa unidade são: moluscos, conchostráceos, peixes, quelônios, crocodilídeos e dinossauros theropodas e saurópodas, além de algas charáceas e outros restos vegetais (Arid, 1967; Mezzalira, 1974).

Idade e ambiente de deposição O conteúdo paleontológico, de uma maneira geral, fornece pouca informação cronoestratigráfica; entretanto a presença de um titanossaurídeo permitiu a Huene (1933, *in* Price, 1950), por correlação com fósseis similares em sedimentos da Patagônia, atribuir idade Senoniana do Cretáceo Superior a essa Formação.

Soares e Landim (1975), por comparação com a evolução da Bacia de Santos e devido à contemporaneidade com rochas alcalinas da Formação sobrejacente, na região do Triângulo Mineiro, atribuíram idade do Cretáceo Médio, Cenomaniano a Santoniano ao intervalo correspondente à Formação Adamantina. Essa am-

plitude de idade está coerente com a idade Senoniana atribuída aos fósseis, pois estes se encontram na parte superior da Formação. Deve-se considerar também que a seção preservada da Formação Adamantina é parcialmente contemporânea à Formação Marília, tendo em vista o interdigitamento entre essas unidades na região norte-nordeste do Estado, conforme foi verificado por Soares *et al.* (1973).

Considerando-se as diferentes fácies deposicionais, conclui-se que a Formação Adamantina foi depositada em um extenso sistema fluvial meandrante dominante em um pelítico a sul, gradando para psamítico a leste e norte, e parcialmente nessas regiões com transição para anastomosado. Os arenitos com estratificação cruzada passando a maciços e plano-paralelos representam depósitos em barras de pontal ou transversais realizados nos canais. Os lamitos e siltitos foram depositados nas planícies de inundação em baixios, várzeas e lagoas, e os arenitos ricos em microestratificação cruzada por rompimento de diques marginais e espraiamento sobre a planície.

FORMAÇÃO MARÍLIA *Definição, características litológicas e seção-tipo*

Define-se neste trabalho a Formação Marília como uma unidade composta por arenitos de grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis; ocorrem em bancos com espessura média entre 1 e 2 m, maciços ou com acamamento incipiente subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados; raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcário são encontradas.

A designação Formação Marília foi utilizada por Almeida e Barbosa (1953) para um conjunto similar de litologias, tendo sido considerada como unidade superior do Grupo Bauru; ao mesmo tempo nomearam Formação Itaqueri para a associação litológica com as características primárias similares, porém destituída de cimento calcífero, aflorante na Serra de Itaqueri e São Carlos. Essa divisão de Almeida e Barbosa (1953) foi considerada inadequada (Freitas, 1955; Mezzalira, 1974), tendo sido posteriormente abandonada. Mapeamentos executados posteriormente mostraram que os arenitos grosseiros conglomeráticos de Itaqueri, São Carlos e Matão constituem uma fácies pouco calcífera, às vezes com cimento silicoso, que passa lateralmente, no sentido oeste, para a fácies de arenitos calco-conglomeráticos da Formação Marília, como foi verificado por Soares *et al.* (1973). No presente trabalho, esses sedimentos são referidos como litofácies Itaqueri.

A seção-tipo da Formação Marília localiza-se na escarpa sul do Planalto de Marília, entre o Rio do Peixe e a cidade de Marília (Fig. 6). Outra seção de referência apresentada é a de Monte Alto na escarpa a sul desta cidade (Fig. 7).

Os arenitos dessa Formação distinguem-se facilmente das outras unidades pela granulação predominantemente grosseira, níveis de conglomerados com seixos de quartzo, opala, basalto e argilito, e o caráter maciço dos bancos. São raros os corpos, de um modo geral lenticulares, de lamitos ou arenitos lamíticos no topo dos ban-

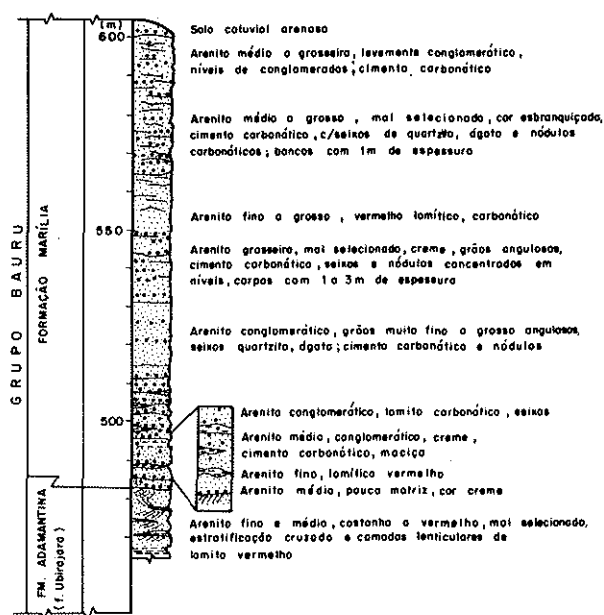


Figura 6 — Seção colunar parcial da Formação Marília medida e composta entre Marília e o Rio do Peixe na rodovia Marília—Assis (SP)

ga, Monte Alto e Monte Azul encontram-se fortemente cimentados e com cores creme ou esbranquiçadas. Soares e Landim (1975) caracterizaram esta unidade como membro superior da Formação Bauru. Incluíram neste membro superior as fácies de arenitos tufáceos, designada por Hasui (1967), de Formação Uberaba e aflorantes no Triângulo Mineiro.

Em alguns locais são encontradas linhas de seixo que lembram lençóis rudáceos residuais. Também algumas camadas de calcário, branco, micrítico, às vezes com grãos e seixos de quartzo, são encontradas nessa unidade, especialmente na transição com a Formação Adamantina, ou ainda concentrações de seixos no topo do banco, representando um aumento de granulometria de baixo para cima, como no corte do cruzamento da Rodovia Marechal Rondon com o leito da Fepasa, em Botucatu. Essa granulação crescente para cima é uma característica da unidade como um todo, predominando a presença de conglomerados próximo ao topo.

Suguio *et al.* (1977) e Soares *et al.* (1979) apresentam características granulométricas da unidade, com a designação de litofácies Marília. Soares *et al.* (1973) e Amaral (1977) apresentaram características de fotointerpretação a partir de fotos aéreas (Membro Superior da Formação Bauru) e de imagens de satélite (Litofácies B.3), respectivamente.

Ocorrência e espessura A Formação Marília ocorre extensivamente na parte leste do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo, prolongando-se para oeste nos espigões entre os principais rios. Entre os rios Paranapanema e Peixe, ocorre no planalto de Echaporã, estendendo-se até Quatá. Entre os rios do Peixe e Aguapeí, prolonga-se até as proximidades de Tupã. Na região norte-nordeste ocorre entre Matão e Taquaritinga até Catanduva e, para norte, em Monte Alto até Bebedouro. No nordeste do Estado, no planalto de Franca, e no centro-leste, na Serra de Itaqueri e planalto de São Carlos, ocorre a litofácies Itaqueri, constituída de arenitos de granulação de fina a grosseira e conglomératica, mal selecionados, com grãos angulosos, maciços, com cimento silicoso possivelmente substituindo o cimento carbonático.

A espessura da Formação Marília atinge o máximo na cidade homônima, com 160 m, recoberta por sedimentos cenozóicos, da mesma forma que em Monte Alto, com cerca de 150 m. Reduz sensivelmente para oeste por erosão durante o aplainamento do ciclo Sul-Americano e ciclos erosivos posteriores.

Relações de contato A Formação Marília está em contato principalmente com a Formação Adamantina, com as fácies Ubirajara, no centro do Estado, e São José do Rio Preto no norte-nordeste. A transição se faz por meio de sucessivas superfícies erosivas, ora com mudança brusca de litologia e conglomerado basal, ora com recorrência das litologias de uma unidade na outra, indicando interdigitamento. A leste, maior é a aparência discordante do contato; são encontrados leitões de conglomerado basal com seixos de arenito, argilito, basalto, quartzo e ágata, e mudança brusca da litofácies Ubirajara para os arenitos grosseiros carbonáticos da Formação Marília. Sobre a Formação Serra Geral é fre-

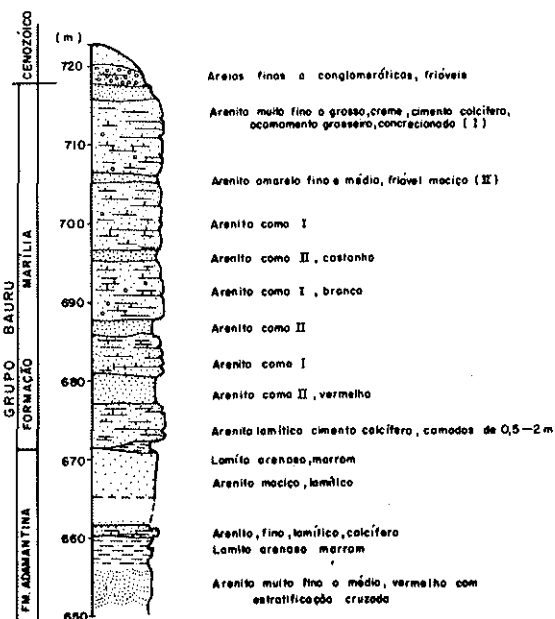


Figura 7 — Seção colunar parcial do Grupo Bauru na região de Monte Alto, nordeste do Estado de São Paulo

cos. Ocorre freqüentemente um afinamento da granulometria, com arenitos finos lamíticos vermelhos e maciços, lembrando regolito fóssil, no topo dos bancos. A presença em abundância de nódulos carbonáticos irregulares, ora esparsos nos arenitos, ora concentrados em níveis, epigenéticos, ou ainda em bolsões ou lentes por retrabalhamento, é uma característica da unidade. Os arenitos nodulares e conglomératicos dos contrafortes dos espigões de Echaporã, Marília-Tupã, Taquaritin-

qlente o contato nas ocorrências mais a leste, como em Itaqueri, São Carlos e Franca. O contato é por discordância erosiva, com mais de 1 m de conglomerado com abundantes seixos de basalto, quartzito, arenito e ágata, acima do qual ocorrem arenitos grosseiros e conglomeráticos da fácies Itaqueri. Localmente, sobre estruturas dômicas pré-Bauru, o contato é uma discordância angular, podendo assentar-se sobre o Botucatu, Pirambóia ou mesmo sills de diabásio.

Na região de Monte Alto, Bebedouro e Olímpia, a Formação Marília é claramente interdigitada com a fácies São José do Rio Preto, tornando difícil a separação devido à presença de corpos de arenitos calco-conglomeráticos que desaparecem para sul e oeste (Soares *et al.*, 1973) dentro da Formação Adamantina.

Idade e ambiente de deposição A idade do início de sedimentação da Formação Marília pode ser estabelecida pela presença nas partes inferiores da associação faunística similar à da Formação Adamantina, como os restos encontrados em Colina (peixes, crocodilídeos, sauropoda e theropoda, e quelônios), ostracódios em São Carlos, restos de dinossaúrios em Taquaritinga e Fernando Prestes, etc. (Mezzalira, 1974). Nesses achados incluem-se restos de titanosaurídeos encontrados em Colina, na área de ocorrência da Formação Marília, aos quais foi atribuída a idade Senoniana. A sedimentação dessa Formação foi contemporânea com o soerguimento da parte norte da Serra do Mar e do arco da Canastra (Soares e Landim, 1975) ou do Alto Parnaíba (Saad *et al.*, 1971), e com o vulcanismo associado com idades entre 80 e 60 milhões de anos. Dessa forma, a sedimentação da Formação Marília verificou-se entre o Santoniano e o Maestrichtiano.

As características texturais, mineralógicas, as estruturas sedimentares e a geometria dos corpos permitem interpretar a sedimentação dos arenitos conglomeráticos da Formação Marília como sendo por correntes de alta energia, com transporte fora de canais em extensos lençóis de escoamento, com deposição rápida, impedindo a formação de estruturas. Esses corpos sedimentados ficavam expostos durante longo tempo, permitindo que processos pedogenéticos produzissem o concrecionamento com formação das estruturas nodulares. O escoamento de novas torrentes retrabalhava esses sedimentos transportando os nódulos juntamente com seixos trazidos da área-fonte e redepositando-os. A ausência de matriz nos arenitos de deposição rápida sugere clima árido onde não se formariam solos argilosos. A ocorrência de depósitos do tipo calibre descritos por Suguio *et al.* (1975) corrobora a interpretação.

Tais condições de sedimentação por torrentes em lençol são característicos de leques aluviais, onde a sucessiva mudança dos lobos deposicionais com a subsidência da bacia produziu a coalescência e o empilhamento vertical dos diversos corpos. Localmente, entre os leques formaram baixadas de restritos afluxo de clásticos grosseiros, produzindo depósitos lamíticos ou finas camadas de calcário.

A granulometria crescente para cima indica que a sedimentação das litologias preservadas na Formação Marília foi realizada cada vez mais próxima das cabeceiras desses leques, sugerindo incremento na taxa de soerguimento de arcos marginais.

ESBOÇO DE EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DO GRUPO BAURU

Encerrado o vulcanismo basáltico no eo-Cretáceo, a Bacia do Paraná foi submetida a um rápido ciclo erosivo. As condições climáticas poderiam ter favorecido o desenvolvimento de um deserto com acumulação de areia eólica em grandes dunas, formada por ventos soprando de leste, na zona subsidente sobre a região do arco de Ponta Grossa. Com o resfriamento regional, o deserto foi progressivamente sendo substituído por um sistema fluvial, migrando de norte para sul, e com direção preferencial de escoamento para oeste-sudoeste, com canais anastomosados e excesso de carga arenosa, parcialmente derivada das areias eólicas.

No início do Cretáceo médio, o centro deposicional migrou do noroeste do Paraná para a oeste do Estado de São Paulo; o sistema anastomosado foi substituído por um imenso sistema fluvial meandrante (fácies Taciba e São José do Rio Preto) e retraiu-se para as faixas marginais (Fácies Ubirajara). O clima passou a úmido com abundante deposição pelítica, sob condições de quiescência tectônica.

No fim do Cretáceo Médio, as faixas marginais evoluíram para leques aluviais, com o clima tornando-se novamente árido. O soerguimento crescente dos arcos da Canastra e Serra do Mar, acompanhado de vulcanismo alcalino, produzia uma progradação dos leques sobre o sistema meandrante periférico com posterior assoamento da bacia.

No fim do Cretáceo ou início do Terciário, inicia-se novo ciclo erosivo na Bacia, culminando com o aplainamento Sul-Americano e posterior recorrência de novos ciclos erosivos cenozóicos.

Agradecimentos Agradecimentos são prestados ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo por possibilitar a execução do presente trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. e BARBOSA, O. — 1953 — Geologia das quadriculas de Piracicaba e Rio Claro, Est. de S. Paulo. DNPM, DGM, B. 143, 96 pp., Rio de Janeiro.
- AMARAL, G. — 1977 — Padrões fotogeológicos das litofácies da Formação Bauru no Est. de S. Paulo, como observados em imagens Landsat. Anais do I Simpósio de Geol. Reg. do Núcleo de São Paulo. SBG, pp. 439-449.
- ARID, F.M. — 1967 — A Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. S. J. Rio Preto, Geol. n.º 1: 126 pp.
- ARID, F.M. e VIZOTTO, L.D. — 1971 — Traços paleogeográficos e paleobiológicos do Cretáceo Superior da região norte ocidental do Estado de São Paulo. Ciênc. Cult. 23(3): 229-236.

- BARBOSA, O., BRAUN, O.P.G., DYER, R.C. e CUNHA, C.A.B.R. — 1970 — Geologia do triângulo mineiro. DNPM, DFP, Bol. 136, 140 pp.
- BARCHA, S.F. — 1980 — Aspectos geológicos e províncias hidrogeológicas da Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Tese de Livre-Docência apresentada ao I. BILCE, UNESP, Campus de S. J. Rio Preto (inédito).
- BARCHA, S.F. e ARID, F.M. — 1977 — Parâmetros granulométricos de estruturas sedimentares e interpretação do ambiente dinâmico da Formação Bauru (Kn). *Naturalia* 3: 15-34.
- BRANDT NETO, M. — 1974 — Estratigrafia da Formação Bauru na região do baixo Tietê. Dissertação Mestrado. Inst. de Geoc., USP (inédita).

- COIMBRA, A.M. — 1976 — Arenitos da Formação Bauru — estudo de áreas-fontes. Dissert. Mestrado, Inst. de Geoc., USP, 2 vols.
- FREITAS, R.O. — 1955 — Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru, São Paulo, F.F.C.L. da USP, Bol. 194, Geol. 14, 179 pp.
- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. — 1905 — Reconhecimento da zona compreendida entre Bauru e Itapira, E.F. Noroeste do Brasil, Tip. Ideal, 40 pp.
- HASUI, Y. — 1968 — A Formação Uberaba. Anais do XXVII Congr. Bras. de Geologia, pp. 167-169.
- HUENE, F. — 1933 — Ein Versuch Stammesgeschichte der Krokodile: Centralb. t. Min. Jargh., 1933, Abt B, 11: 577-585.
- LANDIM, P.M.B. e SOARES, P.C. — 1976 — Estratigrafia da Formação Caiuá. Anais do XXIX Congr. Bras. de Geol., vol. 2, pp. 195-206.
- MEZZALIRA, S. — 1974 — Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. Inst. Geogr. e Geol., Bol. n° 51, 163 pp.
- PRICE, L.I. — 1950 — Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru do Cretáceo terrestre do Brasil Meridional. An. Acad. Bras. Cienc. 22(4): 473-490.
- PRICE, L.I. — 1953 — Os quelônios da Formação Bauru, cretáceo terrestre do Brasil Meridional. D.N.P.M., D.G.M., Bol. n° 147.
- SAAD, J.H.G., CARDOSO, R.N. e COSTA, M.I. — 1971 — Formações cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. Rev. Bras. Geociências 1(1): 2-21.
- SCHNEIDER, R.L., MÜHLMANN, H., TOMMAZI, E., MEDEIROS, R.A., DAEMON, R.F. e NOGUEIRA, A.A. — 1964 — Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. An. XXVIII Congr. Bras. Geol. vol. 1, 41-65.
- SOARES, P.C. e LANDIM, P.M.B. — 1975 — Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in South Brazil. An. Acad. Bras. Cienc., vol. 48 (supl.): 313-324.
- SOARES, P.C., LANDIM, P.M.B., FÚLFARO, V.J. e SOBREIRO NETO, A.F. — 1979 — Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo. Resumos do 2º Simpósio Regional de Geologia, Núcleo de São Paulo, S.B.G., pp. 30-31.
- SOARES, P.C., LANDIM, P.M.B., FÚLFARO, V.J., AMARAL, G., SUGUIO, K., COIMBRA, A.M., SOBREIRO NETO, A.F., GIANCURSI, F., CORREA, W.A.G. e CASTRO, C.G.J. — 1979 — Geologia da região Sudoeste do Estado de São Paulo. Atas do 2º Simpósio Regional de Geologia, Núcleo São Paulo, S.B.G., vol. 2, pp. 307-319.
- SOARES, P.C., SINELLI, O., PENALVA, F., WERNICK, E., SOUZA, A. e CASTRO, P.R.M. — 1973 — Geologia do Nordeste do Estado de São Paulo. An. XXVII Congr. Bras. Geologia, vol. 1, pp. 209-229.
- STEIN, D.P., MELO, M.S., BISTRICHI, C.A., ALMEIDA, M.A., HASUY, Y., PONÇANO, W.L. e ALMEIDA, F.F.M. — 1979 — Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. Atas do 2º Simp. Reg. Geologia, Núcleo São Paulo, S.B.G., vol. 2, pp. 291-306.
- SUÁREZ, J.M. — 1973 — Contribuição à Geologia do Extremo Oeste do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado apresentada à Fac. Fil. Ciênc. Letr., Presidente Prudente (inédita).
- SUGUIO, K. — 1973 — Formação Bauru: calcários e sedimentos detríticos associados. Tese de Livre-Docência. Inst. de Geoc. da USP, 2 vols., 236 pp.
- SUGUIO, K., BERENHOLC, M. e SALATI, E. — 1975 — Composição química e isotópica dos calcários e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. Bol. IG, Inst. Geociênc., USP, n° 6, pp. 55-75.
- SUGUIO, K., FÚLFARO, V.J., AMARAL, G. e GUIDORZI, L. — 1977 — Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. An. do I Simp. de Geol. Reg., Núcleo de São Paulo, SBO, pp. 231-247.
- WASHBURN, C.W. — 1930 — Petroleum Geology of the State of São Paulo. Inst. Geogr. Geológico n° 22.

Recebido em 30 de junho de 1980