

PALINOLOGIA DE SEDIMENTOS DA BACIA DE SÃO PAULO, TERCIÁRIO DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Murilo Rodolfo de LIMA
Mário Sérgio de MELO
Armando Márcio COIMBRA

RESUMO

Os depósitos terciários da Bacia de São Paulo, que abrangem sedimentos referidos às formações São Paulo e Itaquaquetuba, mais recentemente têm sido reinterpretados como um conjunto sedimentar paleogeno que inclui sistema basal de leques aluviais e canais entrelaçados, sistema lacustre (em parte sincrônico com os anteriores) e sistema fluvial meandrante de topo. A interpretação da Formação Itaquaquetuba (sistema fluvial entrelaçado) tem sido controversa, sendo ora considerada como pertencente aos depósitos basais, ora como produto de reativação tectônica e remanejamento de sedimentos no Neogeno ou mesmo Quaternário.

O presente estudo compreendeu a análise palinológica de sedimentos provenientes não só dos depósitos de leques aluviais e do sistema lacustre (atribuídos à Formação São Paulo) como também do sistema de canais entrelaçados (atribuídos à Formação Itaquaquetuba). As palinofloras encontradas, com vários *taxa* de valor estratigráfico e paleoclimático, são bastante homogêneas nas várias amostras, sugerindo idades e paleoclimas muito próximos.

A dominância de *taxa* oligocenos, ao lado de uns poucos tidos como eocenos ou mais antigos, sugere duas hipóteses: 1) possível remanejamento de sedimentos eocenos no Oligoceno; 2) os *taxa* considerados como eocenos teriam tido, na realidade, distribuição até o Oligoceno, o que implicaria a necessidade de correção do seu intervalo de distribuição.

A relativa abundância de *taxa* indicativos de clima mais frio (coníferas), ao lado da escassez daqueles mais típicos de clima quente e úmido, sugere vigência de clima relativamente frio durante a sedimentação. Entretanto, não foi possível precisar o efeito das diferenciações florísticas de altitude na assembléia polínica preservada.

ABSTRACT

The Tertiary sediments of the São Paulo Basin, which include the São Paulo and Itaquaquetuba Formations, have been recently interpreted as a Paleocene sedimentary ensemble comprising: a basal alluvial fan to braided-stream system; a partially contemporaneous lacustrine system; a meandering fluvial system at the top of the sequence. The origin of the Itaquaquetuba Formation (braided-channel system) is controversial, and it has been considered by different authors as having been associated with the basal deposits of the basin and as due to tectonic reactivation and sediment reworking during the Neogene or Quaternary.

This study comprises the palynological analysis of sediments from the alluvial fan, lacustrine and braided-stream systems (this latter attributed to the Itaquaquetuba Formation); the respective palynofloras are homogeneous and include several taxa of stratigraphic and paleoclimatic value, suggesting very close ages and climates.

The dominance of Oligocene taxa together with only a few others considered as Eocene or older suggest two hypothesis: 1) possible reworking of Eocene sediments in the Oligocene; 2) the taxa previously considered as Eocene in age may have, in fact, lived until Oligocene, and so should have their distribution interval suitably corrected.

The relative abundance of taxa indicating colder climates (conifers) and the scarcity of others more typical of hot and wet climate suggests that sedimentation took place under cold conditions. However, it was not possible to establish precisely the influence of altitudinal floristic differentiations in the preserved palynological assemblage.

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de áreas descontínuas preenchidas por sedimentos continentais e costeiros cenozóicos é uma feição marcante na geologia da

parte leste do Estado de São Paulo. Os fatores associados à gênese de tais acumulações são na verdade mais abrangentes, já que afetaram toda a região sudeste e parte da região sul do país.

No Estado de São Paulo, tais acumulações de sedimentos aparecem em duas províncias geomorfológicas distintas de acordo com a divisão de ALMEIDA (1964): a Província Costeira e o Planalto Atlântico.

Na área da Província Costeira, o principal fator associado à sedimentação refere-se às variações glácio-eustáticas quaternárias. Os depósitos são representados pela Formação Cananéia (pleistocena) e cordões litorâneos mais jovens. Atingem maior expressão em área no litoral sul do Estado, limitando-se a planícies relativamente embutidas (como a de Caraguatatuba) no litoral norte.

Outras acumulações de sedimentos na área da Província Costeira apresentam como principal fator associado fases de tectônica rúptil terciária. É o caso da Formação Sete Barras (paleogena), Formação Pariquera-Açu (neogena) e depósitos relacionados, no baixo vale do Rio Ribeira do Iguape.

Na área do Planalto Atlântico, o principal fator associado à sedimentação é sem dúvida a tectônica. É nesta província geomorfológica que se encontram as principais bacias que compõem o "Sistema de Rift da Serra do Mar" (ALMEIDA, 1976): as de Volta Redonda e Resende (RJ), Taubaté e São Paulo (SP) e Curitiba (PR). Apresentam forma de *grabens* e *semigrabens* com preenchimento continental (fluvial e lacustre) de idade paleogena a neogena. Os processos tectônicos formadores associam-se com reflexos tardios dos processos continentais que determinaram a abertura do Atlântico Sul (a partir do Mesozóico) e subseqüentes deslocamentos da placa Sul-Americana. Foram particularmente ativos durante o Paleogeno, sendo retomados em pulsos sucessivamente atenuados ao longo do Neogeno e Quaternário.

Ainda na área do Planalto Atlântico ocorrem acumulações supostamente neoceno-zóicas (plioleistocenas), relativamente restritas em área, e associadas a encostas e vales atuais. Aparecem nos vales dos rios Jundiá, Atibaia e Jaguari, com ocorrências importantes nas localidades de Tanque, Atibaia e Piracaia. Encontram-se mais distantes da linha de costa atual, relativamente às bacias tectônicas do Sistema de Rift da Serra do Mar. Os principais fatores genéticos associados à sua gênese são pouco conhecidos, podendo tratar-se de reflexos atenuados, em direção ao interior, dos eventos tectônicos manifestados principalmente ao longo da linha de costa.

O presente trabalho objetiva principalmente analisar, do ponto de vista palinológico, o preenchimento sedimentar da Bacia de São Pau-

lo, incluída no Sistema de Rift da Serra do Mar e situada na área do Planalto Atlântico.

2 A BACIA DE SÃO PAULO

A Bacia de São Paulo situa-se no alto Rio Tietê, no Planalto Paulistano (subdivisão do Planalto Atlântico), que é nivelado pela Superfície do Alto Tietê (700-1000m), de idade neogena (ALMEIDA, 1964). Apresenta forma irregular, sendo que os contatos dos sedimentos são mais regulares a NW e norte, onde são controlados por falhas pós-sedimentares de direção ENE-WSW. Ao sul os contatos são erosivos, com contornos recortados.

A bacia está implantada numa região de articulação de blocos tectônicos, resultando numa geometria relativamente complicada. A espessura dos depósitos é variável, configurando-se depressões e altos tectônicos menores dentro do embaciamento maior.

O preenchimento sedimentar atinge 320m de espessura, na área de Cumbica (IPT, 1986), sendo representado por depósitos fluviais de constituição variada (siltico-argilosos e arenosos) e termos fanglomeráticos grossos nas bordas. Depósitos argilosos de origem lacustre aparecem na região do bairro da Barra Funda, em posição centralizada dentro do embaciamento.

Os depósitos, tidos classicamente como terciários desde sua primeira descrição por PISSIS (1842), foram referidos como "argilas de São Paulo" por MORAES REGO (1930), "camadas de São Paulo" por MORAES REGO (1933) e "Formação São Paulo" por MEZZALANA (1962).

JUNQUEIRA (1969) descreveu aluviões mais antigos que os atuais na área do Rio Pinheiros, observados também ao longo do Rio Tietê, tendo sido denominados "aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê" por SUGUIO & TAKAHASHI (1970). Estes depósitos foram denominados "Formação Itaquaquecetuba" por COIMBRA *et al.* (1983), considerados mais novos que a Formação São Paulo.

MELO *et al.* (1986) consideraram que o preenchimento sedimentar da Bacia de São Paulo compreende quatro tipos de depósitos: depósitos fanglomeráticos (de leques aluviais); depósitos de transição entre leques e planície (incluindo lamitos de corridas de lamas distais); depósitos de planície fluvial (de sistemas entrelaçado, anastomosado e meandrante); depósitos lacustres. Estes quatro tipos foram interpretados como resultado da variação lateral de condições de leques aluviais-planície-lago, das porções mais marginais em direção às mais centrais da

bacia. Na vertical, consideraram uma possível passagem de sistema fluvial entrelaçado a anastomosado na base para meandrante no topo da seqüência. A partir de idades indicadas por análises palinológicas (Eoceno Médio e Oligoceno Inferior), concluíram pela penecontemporaneidade para a sedimentação dos diferentes tipos de depósitos.

RICCOMINI (1989) reinterpretou a estratigrafia dos depósitos da Bacia de São Paulo à luz da hipótese de que as bacias do Sistema de Rift da Serra do Mar constituiriam inicialmente uma única depressão. Denominou os depósitos de leques aluviais e sistema fluvial entrelaçado a anastomosado de MELO *et al.* (1986) de Formação Resende, considerando-a como de leques aluviais e sistema fluvial entrelaçado, e os depósitos de sistema fluvial meandrante do topo da seqüência de Formação São Paulo; para os depósitos de sistema fluvial entrelaçado da área de Itaquaquecetuba manteve a designação de Formação Itaquaquecetuba. Considerou as formações Resende, Tremembé e São Paulo como pertencentes a uma seqüência paleogena (Grupo Taubaté), e a Formação Itaquaquecetuba como sendo neogena (ou ainda mais nova), com base na aparente relação dos depósitos desta unidade com fase tectônica do final do terciário (transcorrência sinistral neogena). Refutou as idades obtidas a partir de análises palinológicas anteriores indicando idade paleogena para a Formação Itaquaquecetuba (MELO *et al.*, 1985 e 1986; LIMA & MELO, 1989; LIMA *et al.*, 1989) por considerar o material analisado proveniente de magaclastos extraclásticos, hipótese esta levantada também por FITTIPALDI *et al.* (1989).

É neste contexto de relativa controvérsia sobre a cronologia das unidades e estratigrafia dos depósitos que preenchem a Bacia de São Paulo que foram realizados os estudos palinológicos aqui apresentados, os quais trazem subsídios para o esclarecimento das idades e relações entre as unidades, e também sobre o paleoclima vigente durante a sedimentação e evolução tectônica da região.

3 PALINOLOGIA

3.1. Dados prévios

Até o momento, a única publicação referente à Palinologia dos sedimentos da Bacia de São Paulo é a de MELO *et al.* (1985). Neste trabalho, os autores apresentam, de forma resumida, os resultados obtidos da análise de uma amostra

representativa da Formação Itaquaquecetuba. Dezesesseis tipos polínicos foram ilustrados, dos quais dois classificados, com dúvidas, a nível específico, dez a nível genérico* e os demais não identificados. A lista completa dos *taxa* ilustrados é a seguinte:

ESPOROS

cf. *Polypodiaceoisporites potonie*
Esporo trilete indeterminado (tipo 1)
Esporo trilete indeterminado (tipo 2)
cf. *Podocarpidites* sp.
cf. *Margocolporites vanwijhei*
Periporites sp. 1
Periporites sp. 2
Periporites sp. 3
Tricolporites sp. 1
Tricolporites sp. 2
Tricolporites sp. 3
Tricolporites sp. 4
Echitriporites sp.
Syncolporites sp.
Pólen indeterminado nº 1
Pólen indeterminado nº 2

Com base na presença de *Margocolporites vanwijhei*, os autores atribuíram à unidade em questão uma idade eocena, correlacionando-a com a Formação Resende, da bacia homônima, e com a Formação Tremembé, da Bacia de Taubaté.

3.2 Proveniência das amostras estudadas

Três amostras procedentes de sedimentos da Formação São Paulo e cinco da Formação Itaquaquecetuba foram aqui estudadas, estando posicionadas na figura 1.

Das amostras da Formação São Paulo, uma é procedente da região de Itaquaquecetuba e duas são representativas da *facies* lacustre da unidade, tendo sido coletadas por ocasião de escavações do Metrô para construção da Estação Barra Funda.

As cinco amostras da Formação Itaquaquecetuba distribuem-se do seguinte modo: duas são procedentes da região de Itaquaquecetuba, tendo sido coletadas na seção-tipo da unidade, e três são procedentes de afloramento situado na extremidade oposta da bacia, na região de Barueri.

Todas as amostras foram processadas segundo técnica palinológica padrão adotada para clásticos finos. De cada uma delas foram montadas duas lâminas, que se encontram depositadas na coleção científica do DPE/IG-USP sob os números GP/4T-277 a GP/4T-292.

* Embora tenham sido utilizados epítetos genéricos, estes foram escritos com minúsculas e sem grifo, fazendo supor um uso informal, de caráter morfológico, e não sistemático.

Fig.1-ESBOÇO DOS SEDIMENTOS TERCIÁRIOS
E FALHAS DE REATIVACÃO NA ÁREA
DA GRANDE SÃO PAULO
(mod. de Melo et al. 1986)

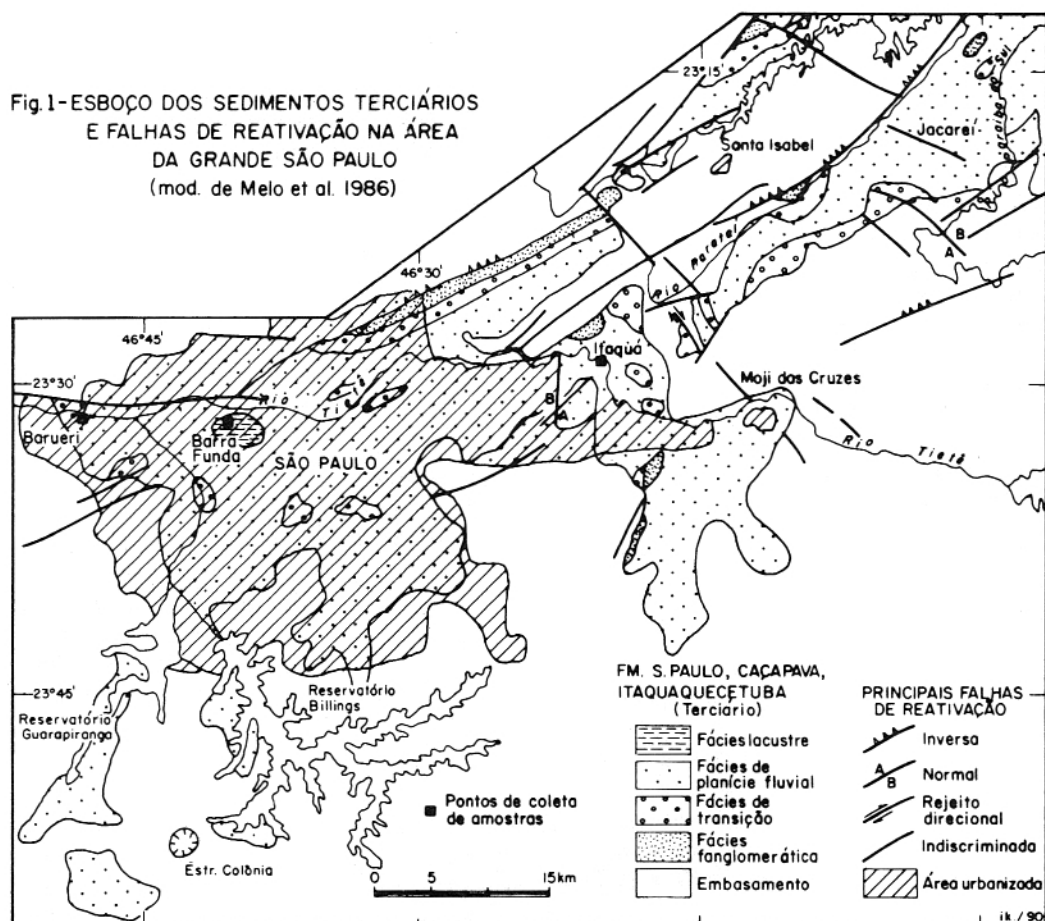


FIGURA 1 — Esboço dos Sedimentos Terciários e Falhas de Reativação na Área da Grande São Paulo (mod. de MELO *et al.*, 1986).

LÂMINAS	FM. SÃO PAULO					FM. ITAQUAQUECETUBA										
	Itaquaquecetuba		Barra Funda			Itaquaquecetuba		Barueri								
	GP/4T-277	GP/4T-278	GP/4T-279	GP/4T-280		GP/4T-284	GP/4T-285	GP/4T-286	GP/4T-287		GP/4T-288	GP/4T-289	GP/4T-290	GP/4T-291	GP/4T-292	
ESPÉCIES	GP/4T-277	GP/4T-278	GP/4T-279	GP/4T-280	GP/4T-281	GP/4T-282	GP/4T-283	GP/4T-284	GP/4T-285	GP/4T-286	GP/4T-287	GP/4T-288	GP/4T-289	GP/4T-290	GP/4T-291	GP/4T-292
<i>Undulatisporites velamentus</i>			X	X	X											X
<i>Deltoidospora</i> sp. cf. <i>D. juncta</i>						X	X		X							
<i>Baculatisporites primarius oligocaenicus</i>				X	X											
<i>Baculatisporites primarius crassiprimarius</i>		X		X	X											
<i>Baculatisporites primarius primarius</i>				X	X											
<i>Polypodiaceoisporites potoniei</i>		X	X	X		X		X	X					X	X	
<i>Polypodiaceoisporites gracillimus</i>				X		X		X						X		
<i>Lycopodiumsporites austroclavatidites</i>	X	X				X	X	X	X					X	X	
<i>Lycopodiumsporites novomexicanum</i>	X	X				X		X	X							
<i>Cicatricosisporites dorogensis</i>		X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Cicatricosisporites lusaticus</i>	X	X													X	
<i>Cicatricosisporites</i> sp. cf. <i>C. colombiensis</i>			X													
<i>Appendicisporites</i> sp.	X		X			X	X		X	X				X		
<i>Concavisporites acutus</i>				X	X	X										
<i>Neogenisporis undulatus</i>				X	X											X
<i>Camarozonosporites decorus</i>						X										
<i>Laevigatosporites ovatus</i>		X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X
<i>Verrucatosporites usmensis</i>				X	X	X	X		X				X	X	X	X
<i>Pityosporites</i> sp. cf. <i>P. microalatus</i>		X		X	X	X			X	X	X	X		X	X	
<i>Pityosporites</i> sp.				X	X	X				X		X		X	X	
<i>Podocarpidites embryonalis</i>		X		X	X							X		X	X	
<i>Podocarpidites</i> sp. cf. <i>P. sellowiformis</i>			X	X	X		X	X	X			X		X	X	
<i>Cedripites lusaticus</i>		X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	
<i>Cedripites oligocaenicus</i>		X	X	X	X	X		X	X					X	X	
<i>Sciadopityspollenites quintus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		
<i>Psilamonocolpites</i> sp. cf. <i>P. medius</i>		X	X			X		X								
<i>Perfotricolpites</i> sp. cf. <i>P. digitatus</i>								X	X							
<i>Bacustaphanocolpites stereos</i>						X		X								
<i>Corsinipollenites jussiaeensis</i>			X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	
<i>Corsinipollenites undulatus</i>			X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ulmoideipites krempii</i>	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X		
<i>Psilaperiporites minimus</i>			X									X				X
<i>Catinipollis geiseltalensis</i>			X					X	X							
<i>Malvacipollis</i> sp. cf. <i>M. subtilis</i>				X			X	X	X						X	
<i>Psilastephanoporites stellatus</i>			X												X	
<i>Psilastephanoporites</i> sp.	X	X	X				X	X	X	X	X	X		X	X	
<i>Echiperiporites akanthos</i>		X		X			X	X	X	X						
<i>Magnaperiporites spinosus</i>	X			X			X	X	X					X	X	
<i>Retitricolporites medius</i>	X													X		
<i>Retitricolporites</i> sp. cf. <i>R. equatorialis</i>														X	X	
<i>Foveotricolporites</i> sp. cf. <i>F. caldensis</i>		X					X		X	X		X				
<i>Margocolporites vanwijhei</i>		X	X					X	X	X						
<i>Bombacacidites clarus</i>			X													
<i>Perisyncolporites pokornyi</i>	X	X		X			X	X	X	X	X	X		X	X	
<i>Quadruplanus</i> sp.																
<i>Ovoidites parvus</i>	X	X	X		X		X	X	X							X
<i>Incertae sedis</i>		X														
Alga não identificada			X	X												X

FIGURA 2 — Distribuição das espécies nas lâminas estudadas.

3.3 Taxonomia

Integram a parte taxonômica do presente trabalho dezoito espécies de esporos, vinte e sete espécies de grãos de pólen, duas algas e um *taxon* considerado como "incertae sedis". Para suas identificações foram consultados, entre outros, os trabalhos de ANDERSON (1960), CHATEAUNEUF (1980), DUEÑAS (1980), GERMERAAD *et al.* (1968), GONZALEZ-GUZMÁN (1968), KRUTZCH (1963, 1967, 1971), LEIDELMEYER (1966), LIMA *et al.* (1985 a, b), REGALI *et al.* (1974 a, b), SAH (1967), SALARD-CHEBOLDAEFF (1981) e SCHULER & DOUBINGER (1970). A lista completa das formas encontradas — cuja ocorrência, por lâmina, é mostrada na figura 2 — é a seguinte:

SPORITES

Anteturma Proximegerminantes POTONIÉ 1975

Turma Triletes (REINSCH 1981) POTONIÉ & KREMP 1954

Subturma Azonotriletes LUBER 1935 emend. DETTMANN 1963

Infraturma Laevigati BENNIE & KIDSTON 1886 emend. POTONIÉ 1956

Gênero *Undulatisporites* PFLUG 1953

Undulatisporites velamentus CHATEAUNEUF

Est. I, fig. 1

Afinidade botânica: Schizeaceae?

Gênero *Deltoidospora* MINER 1935 emend. POTONIÉ 1956

Deltoidospora sp. cf. *D. juncta* (KARA MURZA) ORLOWSKA-ZWOLINSKA

Est. I, fig. 2

Afinidade botânica: *Lindsaya*

Infraturma Apiculati BENNIE & KIDSTON 1886 emend. POTONIÉ 1956

Subinfraturma Nodati DYBOWA & JACHOWICZ 1957

Gênero *Baculatisporites* THOMSON & PFLUG 1953

Baculatisporites primarius oligocaenicus KRUTZSCH

Est. I, fig. 3

Afinidade botânica: *Osmunda*

Baculatisporites primarius crassiprimarius KRUTZSCH

Est. I, fig. 4

Afinidade botânica: *Osmunda*

Baculatisporites primarius primarius KRUTZSCH

Est. I, fig. 5

Afinidade botânica: *Osmunda*

Infraturma Murornati POTONIÉ & KREMP 1954

Gênero *Lycopodiumsporites* (THIEGART 1938) DELCOURT & SPRUMONT 1955

Lycopodiumsporites austroclavitudites (COOKSON) POTONIÉ

Est. I, fig. 10

Afinidade botânica: Lycopodiaceae

Lycopodiumsporites sp. cf. *L. novomexicanum* ANDERSON

Est. I, fig. 11

Afinidade botânica: Lycopodiaceae

Gênero *Cicatricosisporites* POTONIÉ & GELLETICH 1933

Cicatricosisporites dorogensis POTONIÉ & GELLETICH

Est. I, figs. 12, 13

Afinidade botânica: Schizeaceae

Cicatricosisporites lusaticus KRUTZSCH

Est. I, fig. 14

Afinidade botânica: Schizeaceae

Cicatricosisporites sp. cf. *C. colombiensis* KEDVES

Est. I, fig. 15

Afinidade botânica: Schizeaceae

Infraturma Tricrassati DETTMANN 1963

Gênero *Camarozonosporites* PANT 1954 ex POTONIÉ 1956

Camarozonosporites decorus (WOLFF) KRUTZSCH

Est. II, figs. 3, 4

Afinidade botânica: Lycopodiaceae

Subturma Zonotriletes WALTZ 1935 (in LUBER & WALTZ, 1938)

Infraturma Cingulati POTONIÉ & KLAUS 1954 emend. DETTMANN 1963

Gênero *Polypodiaceoisporites* POTONIÉ 1956

Polypodiaceoisporites potoniei KEDVES

Est. I, figs. 6, 7

Afinidade botânica: Polypodiaceae

Polypodiaceoisporites gracillimus NAGY

Est. I, figs. 8, 9

Afinidade botânica: Polypodiaceae

Gênero *Neogenisporis* KRUTZSCH 1962

Neogenisporis undulatus KRUTZSCH

Est. II, fig. 2

Afinidade botânica: Gleicheniaceae

Infraturma Auriculati SCHOPF 1938 emend. DETTMANN 1963

Gênero *Appendicisporites* WEYLAND & KRIEGER 1953

Appendicisporites sp.

Est. II, fig. 16

Afinidade botânica: Schizeaceae

Gênero *Concavisporites* PFLUG 1953

Concavisporites acutus THOMSON & PFLUG

Est. II, fig. 1

Afinidade botânica: desconhecida

- Turma Monoletes IBRAHIM 1933
 Subturma Azonomonoletes LUBER 1935
 Infraturma Laevigatomonoletes DYBOWA & JACHOWICZ 1957
- Gênero *Laevigatosporites* IBRAHIM 1933
Laevigatosporites ovatus WILSON & WEBSTER
 Est. II, fig. 5
 Afinidade botânica: Polypodiaceae
 Infraturma Sculptatomonoletes DIBOWA & JACHOWICZ 1957
- Gênero *Verrucatosporites* PFLUG 1952
Verrucatosporites usmensis GERMERAAD *et al.*
 Est. II, fig. 6
 Afinidade botânica: Polypodiaceae
- POLLENITES
- Anteturma Variegerminantes POTONIÉ 1975
 Turma Saccites ERDTMAN 1947
 Subturma Disaccites COOKSON 1947
- Gênero *Podocarpidites* COOKSON 1947 emend. POTONIÉ 1958
Podocarpidites embryonalis KRUTZSCH
 Est. II, fig. 8
 Afinidade botânica: Podocarpaceae
Podocarpidites sp. cf. *P. sellowiformis* ZAKLINSKAYA
 Est. II, fig. 9
 Afinidade botânica: Podocarpaceae
- Gênero *Pityosporites* SEWARD 1914
Pityosporites sp. cf. *P. microalatus* KRUTZSCH
 Est. II, fig. 10
 Afinidade botânica: *Pinus*
Pityosporites sp.
 Est. II, fig. 7
 Afinidade botânica: *Pinus*
- Gênero *Cedripites* WODEHOUSE 1933
Cedripites lusaticus KRUTZSCH
 Est. II, fig. 11
 Afinidade botânica: *Cedrus*
Cedripites oligocaenicus KRUTZSCH
 Est. II, figs. 12, 13
 Afinidade botânica: *Cedrus*
- Gênero *Sciadopityspollenites* RAATZ 1937
Sciadopityspollenites quintus KRUTZSCH
 Est. II, figs. 14, 15
 Afinidade botânica: *Sciadopitys*
 Turma Plicates NAUMOVA 1937-1939
 Subturma Monocolpates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950
- Gênero *Psilamonocolpites* MATHUR 1966
Psilamonocolpites sp. cf. *P. medius* (VAN DER HAMMEN) VAN DER HAMMEN & GARCIA DE MUTIS
 Est. II, fig. 16
 Afinidade botânica: Palmae
 Subturma Tricolpates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950
- Gênero *Perfotricolpites* GONZALEZ-GUZMÁN 1967
Perfotricolpites sp. cf. *P. digitatus* GONZALEZ-GUZMÁN
 Est. II, fig. 17
 Afinidade botânica: Convolvulaceae
 Subturma Polycolpates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950
- Gênero *Bacustephanocolpites* GONZALEZ-GUZMÁN 1967
Bacustephanocolpites stereos GONZALEZ-GUZMÁN
 Est. II, fig. 18
 Afinidade botânica: Dicotyledoneae
 Turma Poroses NAUMOVA 1937-1939
 Subturma Triporates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950
- Gênero *Corsinipollenites undulatus* (GONZALEZ-GUZMÁN) LIMA & SALARD-CHEBOLDAEFF
 Est. III, fig. 2
 Afinidade botânica: Onagraceae
Corsinipollenites jussiaeensis JAN DU CHÊNE *et al.*
 Est. III, fig. 1
 Afinidade botânica: Onagraceae
 Subturma Stephanoporates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950
- Gênero *Ulmoideipites* ANDERSON 1960
Ulmoideipites krempii ANDERSON
 Est. III, fig. 3
 Afinidade botânica: Ulmaceae
- Gênero *Psilaperiporites* REGALI *et al.* 1974
Psilaperiporites minimus REGALI *et al.*
 Est. III, fig. 4
 Afinidade botânica: Chenopodiaceae
- Gênero *Catinipollis* KRUTZSCH 1966
Catinipollis geiseltalensis KRUTZSCH
 Est. III, fig. 5
 Afinidade botânica: *Craniolaria*
- Gênero *Malvacipollis* HARRIS 1965
Malvacipollis sp. cf. *M. subtilis* STOVER (*in* STOVER & PARTRIDGE)
 Est. III, fig. 6
 Afinidade botânica: Malvaceae
- Gênero *Magnaperiporites* GONZALEZ-GUZMÁN 1967
Magnaperiporites spinosus GONZALEZ-GUZMÁN
 Est. III, fig. 19
 Afinidade botânica: Malvaceae

Gênero *Echiperiporites* VAN DER HAMMEN & WIJMSTRA 1964

Echiperiporites akanthos VAN DER HAMMEN & WIJMSTRA

Est. III, fig. 9

Afinidade botânica: Dicotyledoneae

Subturma Stephanoporites IVERSEN ET TROELS-SMITH 1950

Gênero *Psilastephanoporites* VAN DER HAMMEN emend. REGALI *et al.* 1974

Psilastephanoporites stellatus REGALI *et al.*

Est. III, fig. 8

Afinidade botânica: Malpighiaceae

Psilastephanoporites sp.

Est. III, fig. 7

Afinidade botânica: Malpighiaceae

Observação: Pode tratar-se de formas poradas de *P. pokorny* GERMERAAD *et al.*

Subturma Tricolporites IVERSEN & TROELS-SMITH 1950

Gênero *Foveotricolporites* PIERCE 1961

Foveotricolporites sp. cf. *F. caldensis* GONZALEZ-GUZMÁN

Est. III, fig. 13

Afinidade botânica: Dicotyledoneae

Gênero *Retitricolporites* (VAN DER HAMMEN 1956) VAN DER HAMMEN & WIJMSTRA 1964

Retitricolporites sp. cf. *R. equatorialis* GONZALEZ-GUZMÁN

Est. III, fig. 11

Afinidade botânica: Dicotyledoneae

Retitricolporites medius GONZALEZ-GUZMÁN

Est. III, fig. 12

Afinidade botânica: Dicotyledoneae

Gênero *Margocolporites* GERMERAAD *et al.* 1968

Margocolporites vanwijhei GERMERAAD *et al.*

Est. III, fig. 14

Afinidade botânica: Caesalpiniaceae

Gênero *Bombacacidites* COUPER 1958

Bombacacidites clarus SAH

Est. III, fig. 15

Afinidade botânica: Bombacaceae

Subturma Syncolporites IVERSEN & TROELS-SMITH 1950

Gênero *Perisyncolporites* GERMERAAD *et al.* 1968

Perisyncolporites pokorny GERMERAAD *et al.*

Est. III, fig. 10

Afinidade botânica: Malpighiaceae

Turma Jugates ERDTMAN 1947

Subturma Tetradites COOKSON 1947

Gênero *Quadruplanus* STOVER (in STOVER & PARTRIDGE 1903)

Quadruplanus sp.

Est. III, fig. 16

Afinidade botânica: Leguminosae

ALGAE

Gênero *Ovoidites* POTONIE 1951

ex KRUTZSCH 1959

Ovoidites parvus (COOKSON & DETTMANN) NAKOMAN

Est. III, fig. 18

Afinidade botânica: desconhecida

Alga não identificada

Est. III, fig. 20

Afinidade botânica: desconhecida

INCERTAE SEDIS

Est. III, fig. 17

Afinidade botânica: desconhecida

Observação: A forma aqui ilustrada pode corresponder a um grão de pólen em vista equatorial.

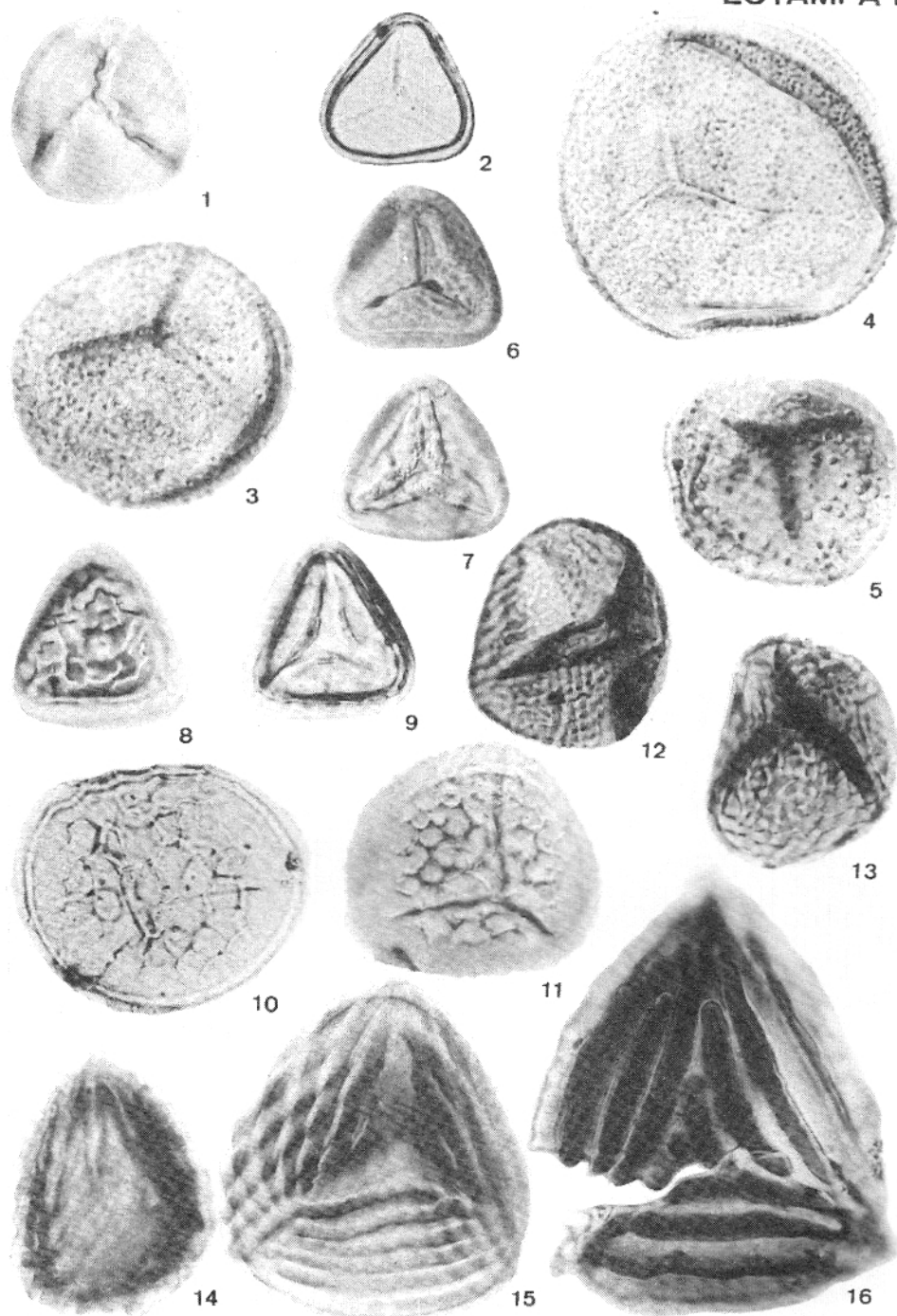
4 DISCUSSÃO

4.1 Idade

A sugestão de uma idade paleogena (Eoceno Superior) para a Formação Itaquaquecetuba foi inicialmente apresentada por MELO *et al.* (1985), modificando um conceito até então arraigado de que os sedimentos da Bacia de São Paulo seriam do topo do Terciário ou mesmo do Quaternário. Os resultados ora divulgados modificam ligeiramente essa atribuição, posicionando as duas unidades da Bacia (Formações São Paulo e Itaquaquecetuba) no Oligoceno, em função da ocorrência de *Cicatricosisporites dorogensis*, *Verrucatosporites usmensis*, *Sciadopityspollenites quintus*, *Catinipollis geiselensis*, *Psilastephanoporites stellatus*, *Magnaperiporites spinosus* e *Margocolporites vanwijhei*. A presença desta última espécie, que levou MELO *et al.* (*op. cit.*) a indicar idade eocena para os níveis portadores, pode ter dois significados diferentes: ou a espécie não é restrita ao Eoceno, alcançando o Oligoceno, ou representa um ciclo de retrabalhamento.

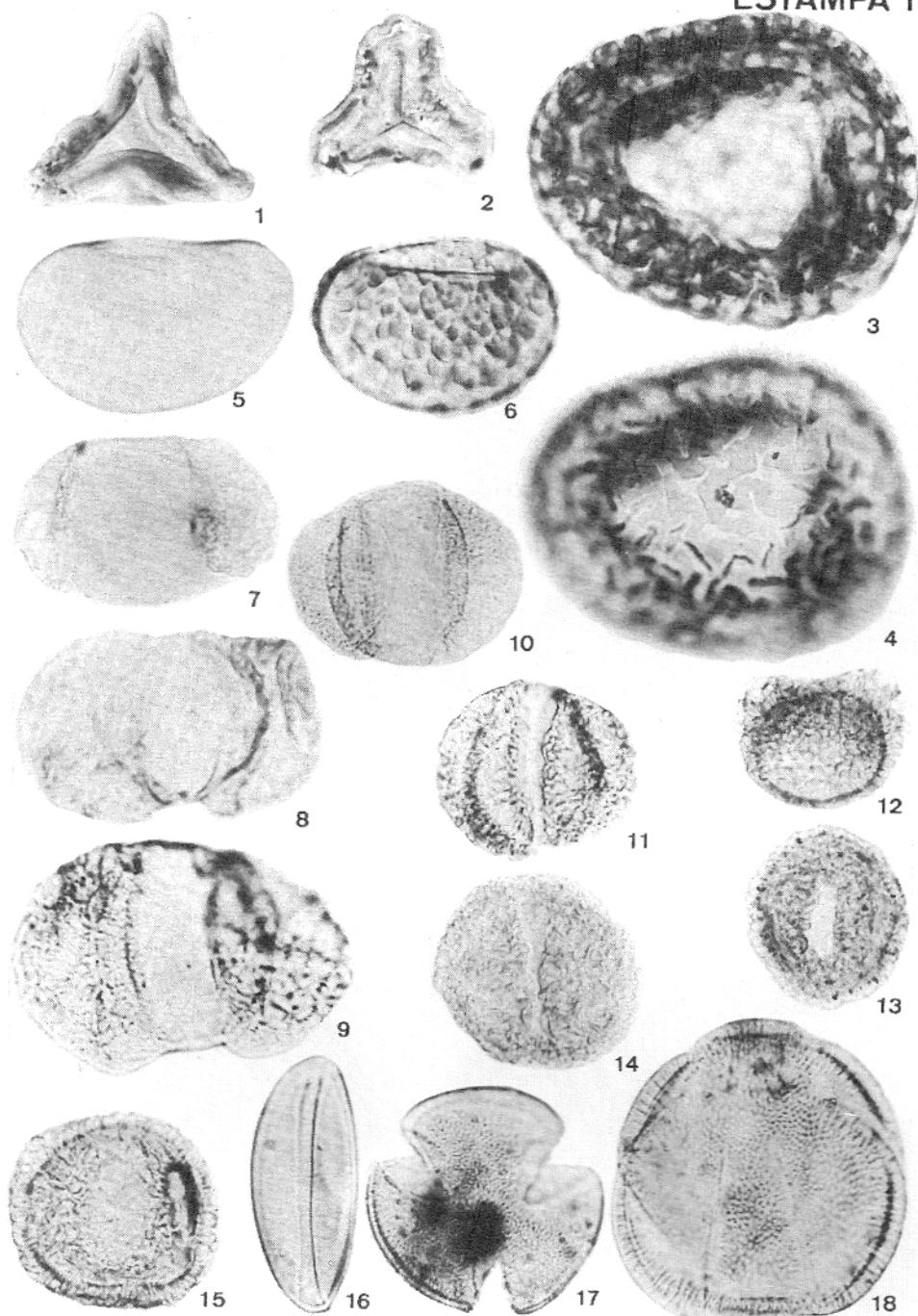
Do ponto de vista tectônico, os argumentos apontados por RICCOMINI (1989) para considerar a Formação Itaquaquecetuba como neogena parecem ainda inconclusivos, conforme já destacado por FITTIPALDI (1990), que discute as hipóteses de os megaclastos serem intraclásticos (penecontemporâneos da sedimentação) ou extraclásticos (pretéritos à sedimentação).

ESTAMPA I



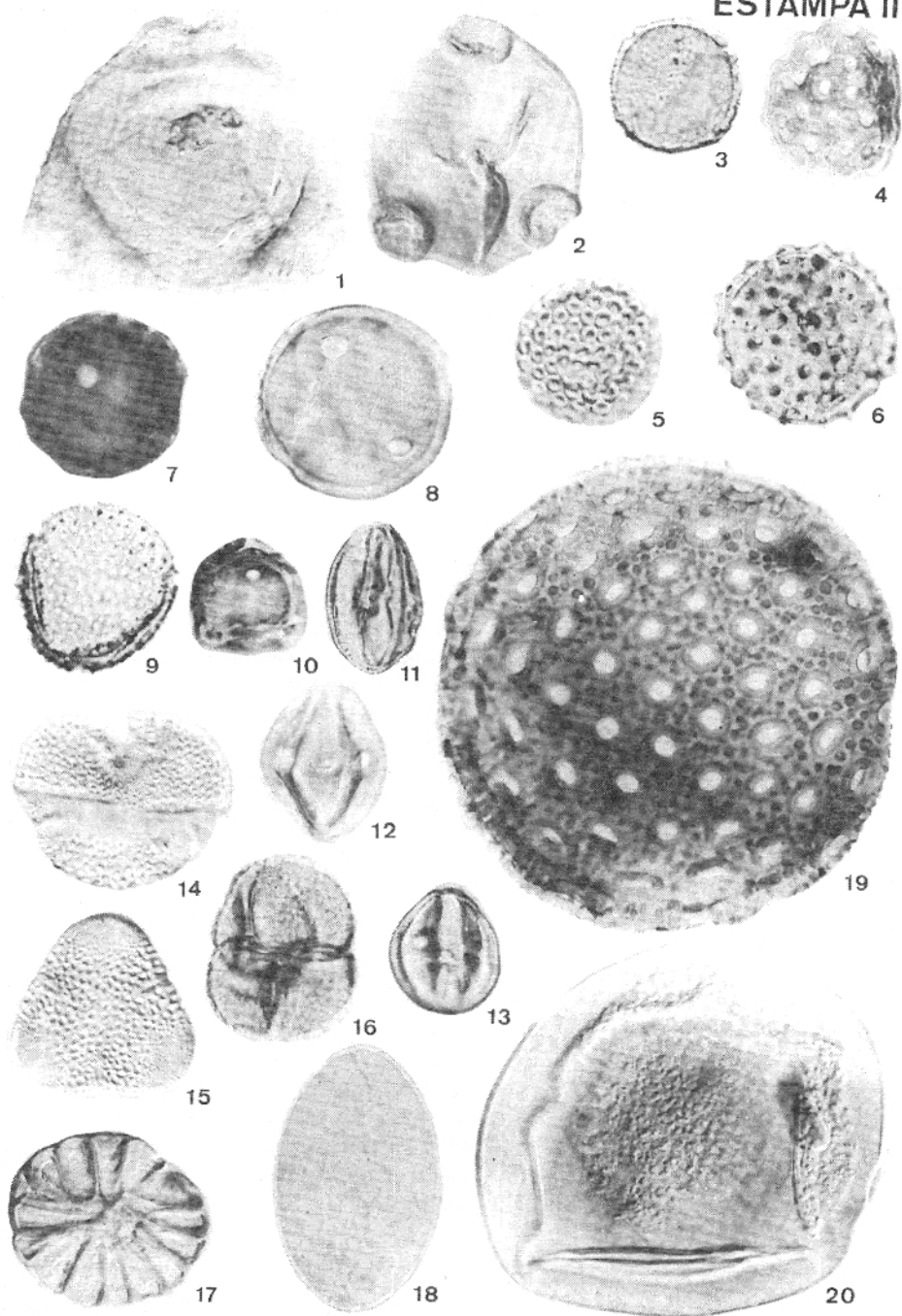
ESTAMPA I — Fig. 01 *Undulatisporites velamentus*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 02 *Deltoidospora* sp. cf. *D. juncta*. Lâm. GP/4T-286 — Fig. 03 *Baculatisporites primarius oligocaenicus*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 04 *Baculatisporites primarius crassiprimarius*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 05 *Baculatisporites primarius primarius*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 06 *Polypodiaceosporites potonie*. Lâm. GP/4T-281 — Fig. 07 *Polypodiaceosporites potonie*. Lâm. GP/4T-281 — Fig. 08 *Polypodiaceosporites gracillimus*. Lâm. GP/4T-285 — Fig. 09 *Polypodiaceosporites gracillimus*. Lâm. GP/4T-285 — Fig. 10 *Lycopodiumsporites austroclavatidites*. Lâm. GP/4T-286 — Fig. 11 *Lycopodiumsporites novomexicanum*. Lâm. GP/4T-283 — Fig. 12 *Cicatricosporites dorogensis*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 13 *Cicatricosporites dorogensis*. Lâm. GP/4T-290 — Fig. 14 *Cicatricosporites lusaticus*. Lâm. GP/4T-277 — Fig. 15 *Cicatricosporites* sp. cf. *C. colombiensis*. Lâm. GP/4T-280 — Fig. 16 *Appendicisporites* sp. Lâm. GP/4T-286.

ESTAMPA II



ESTAMPA II — Fig. 01 *Concavisporites acutus*. Lâm. GP/4T-283 — Fig. 02 *Neogenisporis undulatus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 03 *Camarozonosporites decorus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 04 *Camarozonosporites decorus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 05 *Laevigatosporites ovatus*. Lâm. GP/4T-280 — Fig. 06 *Verrucatosporites usmensis*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 07 *Pityosporites* sp. Lâm. GP/4T-283 — Fig. 08 *Podocarpidites embryonalis*. Lâm. GP/4T-283 — Fig. 09 *Podocarpidites* sp. cf. *P. sellowiformis*. Lâm. GP/4T-285 — Fig. 10 *Pityosporites* sp. cf. *P. microalatus*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 11 *Cedripites lusaticus*. Lâm. GP/4T-281 — Fig. 12 *Cedripites oligocaenicus*. Lâm. GP/4T-281 — Fig. 13 *Cedripites oligocaenicus*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 14 *Sciadopityspollenites quintus*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 15 *Sciadopityspollenites quintus*. Lâm. GP/4T-282 — Fig. 16 *Psilamonocolpites* sp. cf. *P. medius*. Lâm. GP/4T-286 — Fig. 17 *Perforricolpites* sp. cf. *P. digitatus*. Lâm. GP/4T-285 — Fig. 18 *Bacustephanocolpites stereos*. Lâm. GP/4T-286.

ESTAMPA III



ESTAMPA III — Fig. 01 *Corsinipollenites jussiaeensis*. Lâm. GP/4T-283 — Fig. 02 *Corsinipollenites undulatus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 03 *Ulmoideipites krempii*. Lâm. GP/4T-249 — Fig. 04 *Psilaperiporites minimus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 05 *Catinipollis geiseltalensis*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 06 *Malvacipollis* sp. cf. *M. subtilis*. Lâm. GP/4T-280 — Fig. 07 *Psilastephanoporites* sp. Lâm. GP/4T-286 — Fig. 08 *Psilastephanoporites stellatus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 09 *Echiperiporites akanthos*. Lâm. GP/4T-280 — Fig. 10 *Perisyncolporites pokorny*. Lâm. GP/4T-291 — Fig. 11 *Retitricolporites* sp. cf. *R. equatorialis*. Lâm. GP/4T-277 — Fig. 12 *Retitricolporites medius*. Lâm. GP/4T-277 — Fig. 13 *Foveotricolporites* sp. cf. *F. caldensis*. Lâm. GP/4T-277 — Fig. 14 *Margocolporites vanwijhei*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 15 *Bombacacidites clarus*. Lâm. GP/4T-278 — Fig. 16 *Quadrplanus* sp. Lâm. GP/4T-285 — Fig. 17 Incertae sedis. Lâm. GP/4T-277 — Fig. 18 *Ovoidites parvus*. Lâm. GP/4T-279 — Fig. 19 *Magnaperiporites spinosus*. Lâm. GP/4T-280 — Fig. 20 Alga não identificada. Lâm. GP/4T-279.

Por um lado, as cunhas clásticas associadas às falhas supostas neogenas incluem de fato megaclastos de depósitos tipo Itaquaquetuba, o que vem confirmar que os depósitos eram inequivocamente preexistentes e já estavam litificados, à época da deformação tectônica. Por outro lado, tanto as análises palinológicas pretéritas (MELO *et al.*, 1985 e 1986) como as do presente estudo foram realizadas também em material proveniente do local indicado como holoestratótipo da unidade, que, embora cortado por falhas pós-sedimentares, evidentemente não constitui um megaclasto. RICCOMINI (1989) admite que este material do holoestratótipo proviria de retrabalhamento de megaclastos extracásticos pretéritos. Entretanto, o material palinológico ali contido não mostra evidências de retrabalhamento no Neogeno, tais como fragmentação de sedimentos preexistentes e associação de assembléias distintas.

Há que se considerar ainda que parte das feições interpretadas como megaclastos por RICCOMINI (1989) e FITTIPALDI (1990) possa corresponder, na realidade, a estruturas de corte e preenchimento, contendo material contemporâneo da sedimentação.

4.2 Paleoeecologia e paleoclima

As amostras estudadas representam em geral subambientes particulares no contexto sedimentar das Formações São Paulo e Itaquaquetuba. Há predominância de pequenos corpos de água pouco movimentados, que atuam como receptores da palinoflora local e, em menor escala, da vegetação presente na região, especialmente de espécies anemófilas. Estas observações são apoiadas pelo caráter siltico-argiloso das amostras, que atesta a relativa ausência de transporte dos sedimentos, bem como pela abundância de matéria orgânica presente. A ocorrência de fungos (não identificados) e algas representa também uma evidência importante de condições estagnantes.

Várias das amostras são inteiramente dominadas, em termos quantitativos, pela flora local,

constituída por esporos. Em alguns casos esses são de uma única espécie, como ocorre nas amostras procedentes de Barueri, nas quais se sobressai largamente a espécie *Cicatricosisporites dorogensis* (lâminas GP-287 a 292). O mesmo acontece também com as que provêm da Barra Funda, nas quais se destacam espécies do gênero *Baculatisporites* (lâminas GP/279 a 282). Dos elementos alóctones presentes, as angiospermas, cujas afinidades botânicas puderam ser atribuídas, correspondem em geral a famílias comumente representadas por formas arbustivas (convolvuláceas, quenopodiáceas, malpighiáceas, proteáceas, onagráceas, martiniáceas, malváceas, ulmáceas, entre outras) ou por árvores de comunidades abertas do tipo campo (Bombacáceas). Estas observações estão em aparente desacordo com as apresentadas por FITTIPALDI *et al.* (1989) e FITTIPALDI (1990) que, apesar de válidas apenas para a região de Itaquaquetuba, ressaltam a presença de uma comunidade florestal, a partir da evidência fornecida por troncos e folhas. A observação de que o desacordo é aparente prende-se ao fato que, no caso da Palinologia, várias famílias distintas produzem polens morfológicamente similares, como sucede nas formas tricolpadas e tricolporadas. Estas, cujas afinidades botânicas foram assinaladas como "Dicotyledoneae", podem portanto corresponder à comunidade arbórea portadora dos megafósseis mencionados.

A presença de grande variedade de coníferas — entre as quais representantes de *Podocarpus*, *Pinus*, *Cedrus* e *Sciadopitys*, em porcentagens não negligenciáveis — sugere condições não tropicais a nível regional. Evidentemente, não pode ser descartada a possibilidade de que esta comunidade seja procedente de terras altas, possivelmente do Maciço do Itatiaia ou adjacências. A hipótese é contudo mais dificilmente aceitável que no caso da Bacia de Taubaté (LIMA *et al.*, 1985 a,b) pela maior distância relativa da Bacia de São Paulo da possível fonte dessa "contaminação".

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: GEOLOGIA do Estado de São Paulo. São Paulo, Boletim 41 IGG. p. 169-263.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. An. Acad. bras. Ciên., Rio de Janeiro, 48(Supl.):15-26.
- ANDERSON, R. 1960. Cretaceous-Tertiary palynology, eastern side of the San Juan Basin, New Mexico. State Bur. Mines Miner. Resour. Mem. 6:1-59.
- CHATEAUNEUF, J.J. 1980. Palynostratigraphie et paléoclimatologie de l'Eocene Supérieur et de l'Oligocene du Bassin de Paris (France). Mém. B.R.G.M. 116:1-357.
- COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S. de. 1983. A Formação Itaquaquetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: Simpósio Regional de Geologia, 4, São Paulo, 1983. Atas... São Paulo, SBG, p. 253-266.

- DUEÑAS, H. 1980. Palynology of Oligocene-Miocene strata of borehole Q-E-22, Planeta Rica, northern Colombia. *Rev. Paleobot. Palynol.* 30(3/4):313-328.
- FITTIPALDI, F.C. 1990. Vegetais fósseis da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo). São Paulo (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP).
- FITTIPALDI, F.C.; SIMÕES, M.G.; GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R. 1989. Fossil plants from the Itaquaquecetuba Formation (Cenozoic of the São Paulo Basin) and their possible paleoclimatic significance. *Boletim IG, Publicação Especial*, 7, p. 183-203.
- GERMERAAD, J.H.; HOPPING, C.A. & MULLER, J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Rev. Paleobot. Palynol.* 6:189-348.
- GONZALEZ-GUSMÁN, A.E. 1967. A palynological study of the upper Los Cuervos and Mirador Formations (lower and middle Eocene, Tibu area, Colombia). Ed. Brill, Leyden, 68 p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO — IPT — 1986. Tectônica e sedimentação cenozóica na área da soleira entre as bacias de São Paulo e Taubaté, São Paulo, IPT (Rel. 23724).
- JUNQUEIRA, C.B. 1969. Camadas cruzadas de areias, gravas e cascalhos fluviais do Vale do Pinheiros, Campus da Cidade Universitária. São Paulo, Instituto de Geografia/USP, p. 7-9 (Notas Prévias 101).
- KRUTZSCH, W. 1963. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferung II. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 141 p.
- KRUTZSCH, W. 1967. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferung IV und V. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 232 p.
- KRUTZSCH, W. 1971. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferung VI. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 234 p.
- LEIDELMEYER, P. 1966. The Paleocene and Lower Eocene pollen flora of Guyana. *Leidse Geol. Meded.* 38:49-70.
- LIMA, M.R.; SALARD-CHEBOLDIAEFF, M. & SUGUIO, K. 1985a. Étude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté (État de São Paulo, Brésil) d'après les échantillons du sondage n° 42 du CNP. MME-DNPM, sér. Geologia n° 27, Paleont./Estratig. n° 2:379-393.
- LIMA, M.R.; VESPUCCI, J.B.O. & SUGUIO, K. 1985b. Estudo palinológico de uma camada de linhito da Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *An. Acad. brasil. Ciênc.* 57(2):183-197.
- LIMA, M.R. de & MELO, M.S. de. 1989. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo. In: Workshop Geologia da Bacia de São Paulo, São Paulo. 1989. Coletânea das Comunicações... São Paulo, SBG/NSP, p. 35-37.
- LIMA, M.R. de; MELO, M.S. de; COIMBRA, A.M. 1989. Palinologia de sedimentos da Bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. II — A Formação Itaquaquecetuba. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11, Curitiba, 1989. Resumo das Comunicações... Curitiba, SBP, p. 96.
- MELO, M.S. de; VINCENS, A.; TUCHOLKA, P. 1985. Contribuição à cronologia da Formação Itaquaquecetuba — SP. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 57(2):175-181.
- MELO, M.S. de; CAETANO, S.L.V.; COIMBRA, A.M. 1986. Tectônica e sedimentação na área das bacias de São Paulo e Taubaté. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, 1986, Anais... Goiânia, SBG, 1:321-336.
- MEZZALIRA, S. 1962. Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozóicos no Estado de São Paulo. *O IGG*, 15:73-94.
- MORAES REGO, L.F. de. 1930. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. *Bol. Serv. Geol. Min. do Brasil*, Rio de Janeiro, (46):1-110.
- MORAES REGO, L.F. de. 1933. As formações cenozóicas de São Paulo. *Anuário da Esc. Polit. S. Paulo*, 2:231-267.
- PISSIS, A. 1842. Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil et sur les soulèvements qui, à diverses époques, ont changé le relief de cette contrée. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 14:353-413.
- REGALI, M.S.P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A.S. 1974a. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil. Parte I. *Bol. Tecn. Petrobrás* 17(3):177-191.
- REGALI, M.S.P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A.S. 1974b. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil. Parte II. *Bol. Tecn. Petrobrás* 17(4):263-301.
- RICCOMINI, C. 1989. O Rift Continental do Sudeste do Brasil. São Paulo (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP).

- SAH, S.C.D. 1967. Palynology of an Upper Neogene profile from Rusizi valley (Burundi). Mus. Midden-Afr. Ann., Reeks 8°, Geol. Wetensch., 57:173p.
- SALARD-CHEBOLDIAEFF, M. 1981. Palynologie Maestrichtienne et Tertiaire du Cameroun. Resultats botaniques. Rev. Paleobot. Palynol. 32(4):401-439.
- SCHULER, M. & DOUBINGER, J. 1970. Observations palynologiques dans le Bassin d'Amaga (Colombie). Pollen et Spores 12(3): 429-450.
- SUGUIO, K. & TAKAHASHI, L.I. 1970. Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, SP. An. Acad. brasil. Ciên., Rio de Janeiro, 42(3):555-570.

Endereço dos autores:

- Murilo Rodolfo de Lima e Armando Márcio Coimbra — Universidade de São Paulo — Instituto de Geociências — Caixa Postal 20.899 — 01498 — São Paulo, SP — Brasil.
- Mário Sérgio de Melo — Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo — IPT — Caixa Postal 7.141 — 05508 — São Paulo, SP — Brasil.