UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004914

VEGETAIS FÓSSEIS DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA
(CENOZÓICO, BACIA DE SÃO PAULO)

Fernando Cilento Fittipaldi

Orientador: Prof. Dr. Oscar Rösler

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	Dr. Oscar Rösler	
Examinadores:	Dra. Lélia Duarte	
	Dra. Ana M. Giuliatti	
	Dr. Setembrino Petri	
	Dra. Mary E.C.B. de O. Babinski	

São Paulo
1990

ÍNDICE

RESUMO -----	vi.
ABSTRACT -----	viii.
 CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO -----	1
1.1. AGRADECIMENTOS -----	3
1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO -----	5
1.3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL -----	5
1.3.1. BACIA DE SÃO PAULO -----	5
1.3.2. FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA -----	7
 CAPÍTULO 2	
MATERIAL E MÉTODOS -----	17
2.1. MATERIAL -----	17
2.2. MÉTODOS DE COLETA E ESTUDO -----	19
2.3. CRITÉRIOS PARA A ATRIBUIÇÃO GENÉRICA -----	20
2.4. CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR -----	25
 CAPÍTULO 3	
SISTEMÁTICA -----	30
3.1. BRIÓFITAS -----	30
3.2. PTERIDÓFITAS -----	32
3.3. ANGIOSPERMAS -----	34
3.3.1. FOLHAS -----	34
3.3.2. SEMENTES -----	69
3.3.3. FRUTOS -----	72
3.3.4. FRUTOS (?) -----	73

CAPÍTULO 4

COMPARAÇÃO COM RESTOS VEGETAIS ASSINALADOS EM OUTROS DEPÓSITOS CENOZÓICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO -----

4.1. BACIA DE TAUBATÉ -----	74
4.1.1. FORMAÇÃO TREMEMBÉ -----	76
4.1.2. SEDIMENTOS SOBREJACENTES À FORMAÇÃO TREMEMBÉ---	78
4.2. FORMAÇÃO RIO CLARO -----	81
4.3. FORMAÇÃO PARIQUERA-AÇU -----	82
4.4. FORMAÇÃO CANANÉIA -----	83
4.5. DEPÓSITOS ISOLADOS -----	84
4.5.1. TANQUE -----	85
4.5.2. JAZIGO VARGEM GRANDE DO SUL -----	86
4.5.3. DEPÓSITOS DE VÂRZEAS DO PARATEI -----	88

CAPÍTULO 5

PALEOCLIMA -----	90
5.1. PALEOCLIMA DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA -----	90
5.1.1. ZONAÇÃO ALTITUDINAL -----	91
5.2. INFERÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS -----	94
5.3. INDICADORES PALEOCLIMÁTICOS -----	98
5.3.1. ARQUITETURA FOLIAR -----	98
5.3.1.1. Tamanho -----	100
5.3.1.2. Tipo de Margem -----	102
5.3.1.3. Tipo de ápice -----	104
5.3.1.4. Textura -----	105
5.3.2. NÚMERO DE ESPÉCIES -----	107

5.4. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA ATUAL DOS GÊNEROS ASSINALADOS	
NA TAFOFLORA DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA -----	108
5.5. RESULTADOS -----	115
5.6. COMENTÁRIOS -----	115
5.7. DISCUSSÃO -----	115
CAPÍTULO 6	
CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	124

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Esboço geológico dos portos de areia de Itaquaquecetuba, com a localização aproximada dos pontos de coletas de amostras -----	6
Figura 2 - Mapa geológico regional com as áreas de exposição da Formação Itaquaquecetuba. -----	9
Figura 3 - Megaclasto de dimensões métricas, areno-argiloso, de coloração chocolate, rico em matéria orgânica. Inclui folhas, fragmentos de caules e estruturas reprodutivas. -----	14
Figura 4 - Vista geral do porto de areia nº 1 da Itaquaquecetuba, SP. -----	18
Figura 5 - Camada de espessura centimétrica de concentração de grãos e grânulos oriundos da cominuição dos megaclastos ricos em restos vegetais, intercalada em arenitos fluviais de granulação grossa a média. -----	18
Figura 6 - Ordens de nervação. -----	29
Figura 7 - Principais ocorrências de sedimentos cenozóicos no estado de São Paulo e suas relações com as grandes feições tectônicas. -----	75
Figura 8 - Zonação altitudinal na Cordilheira dos Andes---	95

R E S U M O

Os níveis fossilíferos da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo), interpretados como megaclastos de origem tectônica, são muito ricos em restos vegetais que, embora incluam alguns dos elementos mais notáveis de documentário paleontológico da Bacia de São Paulo, ainda eram relativamente pouco conhecidos. Esses restos são representados principalmente por compressões foliares e por prováveis estruturas reprodutivas carbonificadas. Algumas folhas, em função da textura fina da matriz, exibem alto grau de detalhe da nervação.

Os principais objetivos do presente trabalho são: a) estabelecer, através da determinação e descrição, a taxonomia dos restos vegetais, especialmente folhas, da área-tipo daquela unidade, no município de Itaquaquecetuba, SP; b) determinar o possível significado paleoclimático da taoflora, com base nos análogos modernos, e, conseqüentemente, discutir os problemas ligados ao ambiente deposicional dos níveis que contêm esses restos; c) fornecer subsídios para o estabelecimento de eventuais correlações com restos vegetais assinalados em outros depósitos cenozóicos brasileiros.

Dentre as formas conhecidas anteriormente para esta localidade, foram revisadas: *Luehea divaricatifomis*, *Schizolobium inaequilaterum*, *Myrcia* cf. *rostrataformis*, *Psidium paulense*, *Byrsonima bullata*, *Serjania itaquaquecetubensis* e *Serjania lancifolia*. Além destas, são propostas oito novas espécies de

angiospermas (*Ocotea pulchelliformis*, *Piptadenia tertiaria*, *Cassia rosleri*, *Sophora giuliettiae*, *Machaerium piranii*, *Bertolonia coimbrai*, *Tocoyena riccominii* e *Echinodorus rossiae*), uma de pteri-
dófitas (*Lindsaea pradoi*) e uma de briófitas (*Isotachis simonesi*).

A tafoflora estudada é sugestiva de uma mata tropi-
cal úmida (mata pluvial), visto que as formas identificadas apre-
sentam equivalentes atuais que ocupam este tipo de ambiente. Tais
formas apresentam pequena utilidade em correlações temporais des-
de que, devido à sua grande distribuição ao longo do Cenozóico ,
não são diagnósticas do ponto de vista cronológico. As informa-
ções paleoambientais fornecidas pelos vegetais seriam também váli-
das para a região onde os blocos se depositaram, apenas no caso
destes serem penecontemporâneos à sedimentação.

A B S T R A C T

At its type locality the Itaquaquecetuba Formation (Cenozoic, São Paulo Basin) exhibits argillaceous megaclasts - of possible tectonic origin - included in coarser sediments. These megaclasts are rich in plant body fossils and show some of the most remarkable leaf compressions and coalified reproductive structures known in the São Paulo Basin. Palynomorphs suggest an Oligocene age for this material. Thus, the Itaquaquecetuba compression flora is especially important for better understanding the Cenozoic floral evolution of southeast Brazil. Despite the importance of this flora, only one taxonomic study has been undertaken previously.

The main objectives of the present study are: a) detailed taxonomic description of the preserved leaves; b) environmental interpretation of the ancient flora based on comparison with apparent modern counterparts; c) comparison with other Brazilian Cenozoic fossil plant occurrences as a contribution to correlation studies.

The following previously described taxa are here revised: *Luehea divaricatiformis*, *Schizolobium inaequilaterum*, *Myrcia* cf. *rostrataformis*, *Psidium paulense*, *Byrsonima bullata*, *Serjania itaquaquecetubensis* e *Serjania lancifolia*.

Eight new species of angiosperms are here proposed: *Ocotea pulchelliformis*, *Piptadenia tertiaria*, *Cassia rosle-*

ri, *Sophora giuliettiae*, *Machaerium piranii*, *Bertolonia coimbrai*, *Tocoyena riccominii* and *Echinodorus rossiae*). One new species of Pteridophyta (*Lindsaea pradoi*) and one of Bryophyta (*Isotachis simonesi*) are also proposed.

Chronologic correlation between this flora and the other Brazilian Cenozoic floras is not yet possible, partly due to the present level of taxonomic knowledge of the other floras.

From an environmental point of view, this assemblage is strongly suggestive of a tropical rain forest at the time of deposition of the argillaceous sediments. Such a conclusion would be valid for the Itaquaquecetuba Formation as a whole only if the interval between original deposition and subsequent reworking of the fossiliferous clayey material were very short.

INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços da Paleobotânica ao longo das últimas décadas, a flora cenozóica do Brasil ainda é relativamente pouco conhecida, principalmente devido à distribuição, até o presente, pontual, de restos vegetais bem preservados. No território paulista, em especial, o documentário paleobotânico dos depósitos cenozóicos tem merecido pouca atenção por parte dos pesquisadores. Dentre estes depósitos, destaca-se, pela abundância de restos identificáveis, a Formação Itaquaquetuba.

Denominada anteriormente "aluviões antigos dos rios Tietê e Pinheiros", a Formação Itaquaquetuba se constitui numa das duas unidades litoestratigráficas reconhecidas na área da Bacia de São Paulo. Seu conteúdo fossilífero é composto basicamente por restos vegetais, em grande parte restritos a níveis orgânicos bastante discretos. Nestes, destacam-se abundantes folhas carbonificadas que, embora se constituam em alguns dos elementos mais notáveis do documentário paleontológico da Bacia de São Paulo, foram objeto, até o presente, apenas de um estudo preliminar.

As inferências paleoclimáticas obtidas a partir do estudo desses vegetais se revestem de especial importância por que, confrontadas com as sugeridas pelos processos e sistemas deposicionais admitidos para a Formação Itaquaquetuba, podem for-

necer importantes subsídios para a definição do paleoclima reinante na época deposicional dos níveis fossilíferos daquela formação o que, ainda, é objeto de controvérsia.

Outrossim, um maior conhecimento a respeito desses vegetais pode propiciar o estabelecimento de eventuais correlações de suas camadas portadoras com depósitos de outras bacias tafrogênicas do sudeste brasileiro, em especial da Bacia de Taubaté, que tem sido considerada sincrônica com a Bacia de São Paulo. Consequentemente, pode também trazer subsídios para a definição da cronologia da Formação Itaquaquetuba, bem como para o problema da distribuição geográfica das angiospermas durante o Cenozóico.

Desta forma, os principais objetivos do presente estudo são: a) estabelecer, através da determinação e descrição, a taxonomia dos restos vegetais, especialmente folhas, da área-tipo da Formação Itaquaquetuba; b) determinar o possível significado paleoclimático da taoflora, com base nos análogos modernos, e, conseqüentemente, discutir os problemas ligados ao ambiente deposicional dos níveis que contêm esses restos; c) fornecer subsídios para o estabelecimento de eventuais correlações com restos vegetais assinalados em outros depósitos cenozóicos brasileiros.

1.1. AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seu profundo reconhecimento a todas as pessoas ou entidades que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao Professor Oscar Rösler pela orientação e acompanhamento durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor Marcello Guimarães Simões pelas críticas e sugestões apresentadas, bem como pelo auxílio prestado em todas as etapas da preparação deste trabalho, em especial no que se refere a trabalhos de campo e à montagem de estampas.

Aos Professores Armando Marcio Coimbra e Cláudio Riccomini pelo estímulo constante, pelas sugestões e discussões apresentadas, pela cessão de bibliografia e pelo apoio em trabalhos de campo.

Aos Professores Ana Maria Giulietti e José Rubens Pirani pelo grande auxílio prestado na identificação dos fósseis, pelas sugestões e discussões apresentadas, pelo empréstimo de bibliografia, e por terem facilitado o acesso ao Laboratório de Sistemática e ao Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP.

A Jefferson Prado pela ajuda na identificação das pteridófitas e na utilização de equipamento fotográfico.

À Lucia Rossi, Olga Yano, Silvia Antonia Correa Chiea, Elisabete A.Lopes, Eduardo Luis Martins Catharino e Haroldo Cavalcante de Lima pelo auxílio na identificação de diversas formas.

À Professora Mary E.C.B. de Oliveira-Babinski pelas críticas e sugestões apresentadas com base na paciente leitura dos originais deste trabalho.

Ao Professor Thomas Rich Fairchild pela revisão do "abstract".

À Professora Jane E.Kraus pela orientação na diafanização de material recente e no estudo de galhas.

A Gilmar E.Valente e Marco Antonio do Rego pelo auxílio na diafanização de material recente.

A Antero Saraiva por ter possibilitado a execução de trabalhos de campo nos portos de areia da Itaquareia.

À Itacy Kroehne pela confecção de figuras e pelas sugestões a respeito da montagem de estampas.

A Jaime de Souza Marcos pela preparação das fotos utilizadas para a montagem de estampas.

Aos funcionários do Instituto de Geociências da USP, em especial à Maria Lucia Belisário Cicconi, Luzia Sonia Candeco e Jayme Alves da Silva, pelo auxílio prestado em diversas ocasiões.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Departamento de Paleontologia e Estratigrafia por ter propiciado a utilização de suas instalações e laboratórios para a realização do presente trabalho.

1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O material fóssil aqui estudado é proveniente de uma cava de extração de areia, de propriedade da Itaquareia S.A., situada na margem direita do Rio Tietê, no município de Itaquaquecetuba, SP (figura 1). O acesso ao local, distante aproximadamente 35 km a NE da cidade de São Paulo, pode ser feito através da Rodovia Presidente Dutra ou Rodovia dos Trabalhadores.

1.3. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

1.3.1. BACIA DE SÃO PAULO

A Bacia de São Paulo representa uma das principais depressões tectônicas de um sistema de bacias tafrogênicas continentais, de idade terciária, denominado "Sistema de Rifts Continentais da Serra do Mar" (ALMEIDA, 1976), também integrado pelas bacias de Taubaté, Resende, Volta Redonda e Curitiba, bem como pelo Rift da Guanabara e pelo Gráben de Sete Barras. Elas estão dispostas sobre uma faixa de orientação geral E-NE, paralela à linha de costa atual (MELO et al., 1985).

Embora existam algumas divergências quanto ao mecanismo de evolução e à cronologia dos eventos, admite-se que a origem do sistema é consequência da abertura do Atlântico Sul, em função dos fenômenos relacionados à reativação Wealdeniana (MELO et al., 1986). A origem do sistema estaria ligada, portanto, à ruptura da porção crustal adjacente à Bacia de Santos, como consequência da tensão imposta pelos movimentos verticais opostos -

Figura 1 - Esboço geológico dos portos de areia de Itaquaquecetuba, com a localização aproximada dos pontos de coletas de amostras (modificado de COIMBRA et al., 1983).

subsidiência da bacia e soerguimento (por compensação isostática) da região costeira adjacente (ASMUS & FERRARI, 1978, segundo RICCOMINI, 1989).

MELO et al. (1985) concluem que as semelhanças do arcabouço estrutural, a similaridade das facies sedimentares encontradas, e o sincronismo observado, indicam que as várias bacias tiveram evolução homóloga, ligada aos mesmos processos de distensão regional.

A Bacia de São Paulo está desenvolvida sobre terrenos cristalinos de idade brasileira (Pan-Africana) e mais antiga, referíveis ao cinturão de dobramentos Ribeira (HASUI et al., 1975). A bacia é um hemi-gráben com basculamento para NNW, preenchido com até 290 metros de espessura de sedimentos (ALMEIDA, 1955).

São reconhecidas na área duas unidades litoestratigráficas: a Formação São Paulo (PISSIS, 1842) e a Formação Itaquaquecetuba (COIMBRA et al., 1983).

1.3.2. FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA

Os depósitos da Formação Itaquaquecetuba, cuja denominação formal foi proposta por COIMBRA et al. (1983), foram estudados inicialmente por JUNQUEIRA (1969) e subsequentemente denominados "aluviões antigos dos rios Tietê e Pinheiros" (SUGUIO & TAKAHASHI, 1970; SUGUIO, 1971; SUGUIO et al., 1971) e "camadas cruzadas da fase Butantã" (AB'SABER, 1978, 1980). Estes sedimentos ocorrem principalmente sob as planícies atuais dos rios Tietê

e Pinheiros (figura 2), atingindo na área de Itaquaquecetuba cerca de 40 km de comprimento, até 2 km de largura e espessura máxima da ordem de 50 m (COIMBRA et al., 1983). Alguns autores (ALMEIDA et al., 1984; VESPUCCI, 1984) sugeriram a extensão da unidade a áreas ocupadas pelas bacias de Taubaté, Resende e Volta Redonda. Tais afirmações, no entanto, carecem de evidências concretas, visto que ainda restam dúvidas sobre a idade e posição estratigráfica da formação, o que prejudica tentativas de correlação baseadas apenas em características litológicas e de estruturas sedimentares (ATENCIO, 1986).

No momento, esses sedimentos podem ser melhor observados no alto vale do Rio Tietê, em cavas abertas para a extração de areia na região de Itaquaquecetuba e Suzano. Outra boa exposição podia ser vista na margem esquerda do Rio Pinheiros, na área onde atualmente se situa a raia olímpica da Cidade Universitária, em cava estudada por TOLENTINO (1965), JUNQUEIRA (1969), SUGUIO & TAKAHASHI (1970), SUGUIO (1971), SUGUIO et al. (1971) e BIGARELLA (1971, 1975). Em "portos de areia" atualmente entulhados ou alagados, situados à margem direita do Rio Pinheiros, entre as avenidas Nações Unidas e Pedroso de Moraes (COIMBRA et al., 1983), bem como na região de Carapicuíba (SUGUIO & TAKAHASHI, 1970), também podiam ser observadas exposições da unidade.

Seus depósitos aparecem sempre em cotas relativamente baixas, preenchendo antigos canais fluviais escavados diretamente sobre o substrato de rochas pré-cambrianas. Frequentemente eles são capeados por aluviões recentes, pouco espessos, com descontinuidade erosiva basal, que indica fase erosiva generaliza

da pós-Itaquaquecetuba (ALMEIDA et al., 1984). A superfície erosiva está situada a cerca de 710 m de altitude, aproximadamente na possível interface entre essa unidade e a Formação São Paulo, controlada pela soleira de Barueri (ALMEIDA et al., 1984).

A idade da Formação Itaquaquecetuba tem sido objeto de grande controvérsia. Inicialmente ela foi atribuída ao Pleistoceno, com base nas relações de contato com a Formação São Paulo e o embasamento, e em datações radiométricas de troncos carbonificados, que sugeriram idades superiores a 40.000 anos (BIGARELLA, 1971; SUGUIO, 1971). Estudos paleomagnéticos constararam um evento de polaridade reversa, sugerindo uma idade mínima de 730.000 anos (MELO et al., 1985). Resultados de estudos palinológicos dos níveis fossilíferos, de outro lado, descartaram definitivamente a idade quaternária, sugerindo idades compreendidas entre o Eoceno e o Oligoceno (MELO, 1984; MELO et al., 1985; MELO et al., 1986). No momento, parece plausível admitir uma idade oligocênica para aqueles níveis, em função da presença de certos taxons estratigraficamente importantes para o Terciário brasileiro, tais como *Cicatricosisporites dorogensis*, *Margocolporites vanwijhei*, *Sciadopityspollenites serratus*, *Sciadopityspollenites quintus*, *Perforicolpites digitatus*, *Catinipollis geiseltalensis*, *Psilastephanoporites stellatus*, *Magnaperiporites spinosus* e *Quadrangulaplanus* sp(= *Tetradites* sp) (LIMA & MELO, 1989).

Em consequência de uma erosão pronunciada, que removeu as transições, as relações entre os depósitos atribuídos às formações São Paulo e Itaquaquecetuba não são muito nítidas, o que tem determinado linhas de interpretação alternativas, ora considerando-se a Formação Itaquaquecetuba como mais nova, ora consi

derando as unidades como interligadas dentro de um novo sistema deposicional relativamente complexo, passando lateralmente de leques aluviais para planície e lago, e verticalmente observando-se reorganização do sistema fluvial, com passagem gradativa para condições meandranes (MELO et al., 1989).

A formação é constituída por "leques aluviais com conglomerados a blocos e matações em matriz arenosa sem lama, associados a planície aluvial "braided" com barras longitudinais de cascalhos e areias grossas, e barras com cristas transversais provavelmente linguóides, com arenitos de dunas sub-aquosas" (MELO et al., 1989). Apresenta várias semelhanças com depósitos do tipo "roll", entre as quais a presença de uma porção sulfetada e outra oxidada (ATENCIO, 1986). A exposição atual da formação a ambiente oxidante, pela abertura das cavas para a exploração de areia, leva à transformação intempérica dos sulfetos em sulfatos e goethita (ATENCIO, op.cit.).

A unidade é formada predominantemente por areias grossas, mal selecionadas, com grãos angulosos a sub-arredondados e pouca matriz siltico-argilosa. O arcabouço é constituído de quartzo monocristalino e feldspatos (microclínio e plagioclásio), ocorrendo secundariamente grãos de quartzo policristalino (quartzito) e uma série de minerais pesados. O fato dos grãos dos minerais pesados se apresentarem angulosos demonstra condições de curto transporte e proximidade da área-fonte, o que caracteriza uma derivação direta das rochas metamórficas, e não o retrabalhamento de sedimentos pré-existent (COIMBRA et al., 1983).

Os arenitos formam bancos de até 2 m de espessura

e continuidade lateral de 10 a 20 m, constituindo aproximadamente 80% do depósito (ATENCIO, 1986). Nestes sedimentos são comuns as estratificações cruzadas tabulares e tangenciais de médio porte, com mergulhos para NW e SW indicando paleocorrentes deposicionais provenientes de E (NE e SE), o que também é comprovado pelo estudo de orientação de seixos imbricados (COIMBRA et al., 1983).

De acordo com COIMBRA et al. (1983), além dos depósitos arenosos, ocorrem dois tipos de níveis conglomeráticos. O primeiro, de forma lenticular, com pequena espessura, caracteriza a base de paleocanais, incluindo seixos e blocos de siltito com dimensões de até 30 cm. Estes depósitos são formados basicamente por fragmentos de sedimentitos da própria bacia (intraclásticos) oriundos de escavações de pequenas lentes argilosas. Os corpos arenosos lenticulares que preenchem os paleocanais situados acima desses conglomerados apresentam comumente estratificações cruzadas acanaladas. O segundo tipo é composto por conglomerados "clast supported", que formam paleopavimentos detríticos de 10 cm a pouco mais de 1 m de espessura, com seixos de 10-20 cm, localmente imbricados e com estrutura gradacional (granodecrescência ascendente). Sua extensão lateral é de algumas dezenas de metros. Possui pouca matriz, constituída por areia de granulação grossa, com abundância de minerais pesados (granada e turmalina). Os seixos, predominantemente esféricos ou discóides, são principalmente de quartzo e quartzito, estando também presentes seixos de milonito e de rocha quartzo-feldspática rica em turmalina. Sobre estes paleopavimentos desenvolvem-se barras arenosas com estratificação cruzada. Tais conglomerados são mais frequentes e espessos, com seixos apresentando maiores dimensões, na base do depósito. No

topo, de outro lado, são freqüentes os níveis argilosos e as estruturas de escavação e preenchimento, que caracterizam as facies de preenchimento de paleocanais.

Tanto as areias como os conglomerados de todos os níveis mostram imaturidade textural (baixa seleção e angulosidade dos seixos) e mineralógica (presença de seixos de rochas graníticas, abundância em feldspatos e presença de minerais instáveis como, por exemplo, a granada). É comum a ocorrência de cimento de marcassita, tanto nos arenitos como nos conglomerados (COIMBRA et al., 1983).

Ocorrem ainda lentes de siltitos de espessura reduzida, normalmente inferior a 1 m, e de pequena continuidade lateral, atingindo de 5 a 10 m (ATENCIO, 1986). Essas lentes, ricas em restos vegetais, constituem os poucos níveis fossilíferos da Formação Itaquaquecetuba e, segundo RICCOMINI (1989), corresponderiam a megaclastos, intra ou extraclásticos (fig. 3). De acordo com trabalho preliminar de FITTIPALDI et al. (1989), a taoflora desses megaclastos seria constituída pelos seguintes vegetais : *Monstera marginata* (est. 6, fig. 3), *Aquifoliophyllum ilicioides* (est. 3, fig. 7), *Casearia serrata* (est. 1, fig. 4), *Schizolobium inaequilaterum* (est. 2, fig. 3), *Byrsonima bullata* (est. 4, figs 1-4; est. 15, fig. 1, 4-6), *Myrcia* cf. *rostrataformis* (est. 3, figs 1-4; est. 14, figs. 2-8), *Psidium paulense* (est. 2, figs 5, 6; est. 15, fig. 5), *Rhamniphyllum caseariformis* (est. 3, figs. 6-6a.), *Serjania lancifolia* (est. 5, fig. 6; est. 16, fig. 5), *Serjania itaquaquecetubensis* (est. 5, figs. 2-5; est. 16, figs. 3-4), *Zanthoxylum granduliferum* (est. 5, fig. 1) e *Luehea divaricatiformis* (est. 1, figs. 2, 3; est. 9, fig. 5).

Figura 3 - Megaclasto de dimensões métricas, areno-argiloso, de coloração chocolate (porção central da foto), rico em matéria orgânica. Inclui folhas, fragmentos de caules e estruturas reprodutivas.

Nas bordas das exposições dos portos de areia, nas proximidades do contacto com o embasamento pré-cambriano, é freqüente a presença de brechas com blocos de dimensões até métricas, constituídos de gnaiss e milonito, seixos e matacões de quartzito, seixos de feldspato e de pegmatito turmalínífero, fragmentos de camadas argilosas e troncos carbonificados (ATENCIO, 1986). A matriz é essencialmente arenosa grossa, chegando por vezes a predominar em certos níveis, onde podem aparecer estratificações cruzadas tabulares. Em muitos casos, os limites laterais das exposições dos sedimentos com o embasamento pré-cambriano ocorrem sob forma de contactos de falha (falhas normais), estando aí presentes essas brechas, que configuram cunhas clásticas. Sua origem está ligada às pulsações tectônicas (ALMEIDA et al., 1984).

As situações observadas no campo permitem admitir a hipótese de uma tectônica sin e pós-sedimentar à Formação Itaquaquecetuba. Esta atividade tectônica foi comprovada pelos estudos de MELO & PONÇANO (1983), COIMBRA et al. (1983) e ALMEIDA et al. (1984), que verificaram a existência de planos de falhamentos normais cortando todo o depósito. As estruturas tectônicas observadas constituem-se, em sua quase totalidade, por falhas de caráter normal, ou com rejeito oblíquo, típicas de regimes distensivos. Falhas inversas são muito raras, sendo evidenciadas através do desnivelamento de camadas sedimentares, bem como por contactos bruscos entre os sedimentos e rochas do embasamento pré-cambriano, através de superfícies de falhas bastante contínuas. Também o adernamento de blocos é, em alguns casos, sugestivo da presença de falhamentos (ALMEIDA et al., 1984).

Estudos mais recentes têm demonstrado a ocorrência de falhas transcorrentes sintectônicas à deposição da Formação Itaquaquetuba, o que a relacionaria com atividade tectônica mais recente, pós-oligocênica, conseqüentemente mais jovem que a Formação São Paulo (RICCOMINI, 1989). Desta forma, segundo RICCOMINI (op.cit.), a origem da formação estaria relacionada ao soerguimento de blocos controlados por falhas orientadas segundo NNW e ENE, respectivamente antitéticas e sintéticas da fase compressiva, promovendo a remoção da cobertura São Paulo e deposição Itaquaquetuba em bacias romboidais sobre o embasamento cristalino, com fornecimento de mecaclastos a partir de áreas elevadas.

CAPÍTULO 2

MATERIAL E MÉTODOS

2.1. MATERIAL

O material estudado é constituído por folhas, sementes e frutos carbonificados, provenientes basicamente de dois pontos do "porto" nº 1 da Itaquareia (fig.4).

As sementes são provenientes de uma camada de espessura centimétrica, onde também ocorrem abundantes fragmentos de folhas e de pequenos caules (fig.5). A cominuição das folhas, nesta camada, devido às condições energéticas de transporte, inviabiliza sua identificação taxonômica.

As folhas e frutos foram coletados em prováveis megaclastos (RICCOMINI, 1989), muito ricos em matéria orgânica. Estes são constituídos por siltes (ocasionalmente arenitos) a folhelhos cinza-marrom escuros. Os fósseis estão distribuídos caoticamente na matriz, não apresentando qualquer orientação aparente. As folhas melhor preservadas estão incluídas nos siltitos, onde freqüentemente podem ser encontrados espécimes completos e, em função da textura fina do sedimento, com detalhes mínimos da venação. Em alguns casos, as contrapartes das folhas também puderam ser obtidas. Embora a película carbonosa, resultante do processo de carbonificação, esteja sempre presente, raramente a cutícula e a epidérmica estão preservadas, sendo que as tentativas para a prepara

Figura 4 - Vista geral do porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Figura 5 - Camada de espessura centimétrica de concentração de grãos e grânulos oriundos da cominuição dos megaclastos ricos em restos vegetais, intercalada em arenitos fluviais de granulação grossa a média.

ção de material cuticular não proporcionaram resultados satisfatórios.

Localmente, no interior do megaclasto, são observados níveis centimétricos com abundantes restos de folhas superpostas. O estado fragmentário deste material, bem como o fato de estar muito superposto, dificulta sua melhor identificação, de modo que o mesmo não pode ser utilizado para o presente trabalho.

2.2. MÉTODOS DE COLETA E ESTUDO

A coleta de material foi realizada, ao longo de vários meses, com o auxílio de pesquisadores do Instituto de Geociências da USP. Pelo fato dos níveis fossilíferos se situarem subjacentes a depósitos de areia bastante permeáveis, estavam geralmente impregnados de água. Esses sedimentos se tornam extremamente quebradiços à medida em que ressecam. Para evitar que os fósseis fossem danificados em função de um ressecamento muito rápido da matriz, foram coletados grandes blocos de sedimento, os quais foram imediatamente envoltos em papel jornal e acondicionados em sacos plásticos. Os blocos foram mantidos em suas embalagens por um espaço de tempo suficiente para que perdessem água naturalmente, sendo que, para acelerar o processo, o papel jornal foi constantemente trocado. Após esta etapa, que normalmente se prolongou por cerca de um mês, os blocos foram abertos no laboratório, com o auxílio de martelos e talhadeiras de diferentes tamanhos. As amostras foram preparadas pelos processos mecânicos usuais, com o uso de estiletes, espátulas, pincéis e agulhas, sob

estereomicroscópio. Os fósseis fragmentados no processo de preparação foram colados com "Colatudo Duco" e, quando necessário, protegidos por uma delgada camada de verniz diluído em acetona. Foram preparadas aproximadamente 450 amostras, que foram numeradas e incorporadas à coleção paleontológica do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da USP. Adicionalmente, para efeito de comparação, foram coletados e preparados alguns restos vegetais da Bacia de Taubaté.

Para a identificação, desenhos dos fósseis obtidos através de câmara clara, acoplada a um estereomicroscópio, foram comparados com representantes da flora atual, bem como com formas descritas e figuradas na literatura especializada. A comparação com formas atuais foi realizada com material existente no Herbário do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (SPF), no Herbário do Estado "Maria Eney da P.K.Fidalgo", do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo (SP), no "Herbarium Rioclarense", do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (HRCB) e no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

As fotos utilizadas para a montagem das estampas foram obtidas com equipamento existente no Instituto de Geociências da USP e no Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP.

2.3. CRITÉRIOS PARA A ATRIBUIÇÃO GENÉRICA

Conforme destaca DILCHER (1974), a tentativa de

encontrar equivalentes atuais se constitui na filosofia que geralmente tem norteado as pesquisas relacionadas a angiospermas fósseis. Edward W. Berry, um dos mais prolíficos investigadores de restos de angiospermas, durante a primeira metade do século, expressou claramente essa filosofia em seu trabalho sobre "Floras do Eoceno Inferior do Sudeste da América do Norte": "em um estudo como este a ênfase principal deve ser baseada em comparações com os parentes atuais das formas fósseis..." (BERRY, 1916).

O procedimento padrão na taxonomia de restos foliares de angiospermas tem sido procurar por formas modernas similares e dar à folha fóssil o nome do gênero existente, o qual, após a devida comparação, é considerado o equivalente mais próximo possível. Assim, as designações taxonômicas têm sido baseadas na melhor aproximação que pode ser feita através da equiparação de folhas fósseis e modernas. Com maior frequência, o nome genérico de uma forma atual é usado para a forma fóssil, embora também seja comum alterar ligeiramente o nome genérico existente. Isto é feito pela adição de um sufixo como *ites*, *phyllum* ou *opsis* (*Myricipites*, *Myrciophyllum* e *Castanopsis*, por exemplo), ou de um prefixo como *pseudo* ou *para* (*Pseudocotyledon* e *Paranymphaea*, por exemplo).

De acordo com esse procedimento, paleobotânicos apresentaram listas florísticas do Cretáceo e Terciário Inferior dominadas por gêneros e famílias de angiospermas modernas. DILCHER (1974), por exemplo, em uma tabulação de floras selecionadas de idade cretácea e terciária inferior, verificou que 93% dos taxons genéricos atribuídos às folhas fósseis tinham nomes genéricos mo-

dermos ou ligeiramente modificados. No "Catalogue of the Cenozoic plants of North America through 1950" (LANOTTE, 1952), estão relacionados representantes de 147 famílias de angiospermas, de idade variando do Cretáceo ao Pleistoceno, que foram atribuídos a gêneros atuais.

Entretanto, apesar desse procedimento ser extremamente comum até os dias de hoje, seu uso envolve a discussão de alguns aspectos.

DILCHER (1974), embora admitindo a presença de gêneros modernos na flora do Cretáceo e Terciário Inferior, levanta uma série de restrições à atribuição de fósseis de angiospermas a taxons atuais apenas com base em similaridades superficiais entre as folhas. DILCHER (op.cit.) lembra que o reconhecimento de gêneros e famílias modernos nas folhas fósseis do Cretáceo Inferior e Médio, bem como do Paleogeno, tem sido baseado em similaridade das feições gerais destas folhas com formas modernas. Pouco uso tem sido feito dos detalhes da venação ou das feições cuticulares. Quando estes aspectos são também considerados, a identificação pode ser mais precisa. SHEFFY (1972) afirma que apenas quando os taxons individuais são estudados em detalhe, e a morfologia das folhas de gêneros modernos é conhecida completamente, podem ser feitas identificações mais precisas. É possível, inclusive, que muitos taxonomistas usem, hoje em dia, nomes genéricos atribuídos pelos primeiros pesquisadores sem um verdadeiro entendimento da natureza precisa do material fóssil descrito. No momento, as técnicas freqüentemente não acuradas usados por aqueles pesquisadores têm sido questionadas.

Na opinião de STEBBINS (1950), "as impressões foliares são as menos diagnósticas de todas as partes da planta". GOOD (1966, segundo DILCHER, 1974) expressa dúvida similar quando afirma que "as folhas são os mais plásticos e variáveis de todos os órgãos da planta e que identificação e registros baseados somente em folhas isoladas devem ser considerados com cuidado, e tratados até certo ponto como provisórios, requerendo confirmação quando meios para isto se tornam disponíveis".

Já MOUTON (1985) defende a utilização dos caracteres foliares no estudo de angiospermas fósseis, demonstrando que "é possível identificar uma espécie através de suas folhas". HICKEY (1979), por sua vez, considera a morfologia foliar como uma "ferramenta virtualmente inexplorada para estudos sistemáticos de dicotiledôneas".

Estudos comparativos, de outro lado, têm demonstrado que certas angiospermas do Terciário Inferior são quase indistinguíveis de equivalentes atuais, com base não apenas nos padrões de venação, mas também nas feições cuticulares (TAYLOR, 1981). É o caso, por exemplo de *Philodendron* encontrado na Formação Clairbone, do Eoceno Médio de Kentucky e Tennessee, E.U.A., que é praticamente idêntico ao seu representante atual. Considerando que a cutícula representa uma série de importantes características de interesse taxonômico, a nível específico inclusive, esse fato é de grande relevância.

A aplicação de novas técnicas em angiospermas fósseis tem comprovado a similaridade entre formas fósseis e seus

correspondentes atuais. Uma técnica, amplamente utilizada para o estudo de sistemática vegetal, e que tem sido aplicada aos fósseis, envolve o uso de perfis químicos orgânicos. Em um estudo de NIKLAS & GIANNASI (1978), espécimes de folhas de cinco gêneros do Mioceno (*Acer*, *Celtis*, *Quercus*, *Ulmus* e *Zelkova*) foram morfológica e quimicamente comparados com seus correspondentes atuais. A composição química dos flavonóides, junto com outros constituintes químicos dos fósseis (parafinas, esteranos, triterpenos e ácidos graxos) indicou um alto grau de correlação entre os fósseis e as formas modernas.

Segundo BURNHAN (1986), em seu estudo sobre *Ulmaceae* do Terciário, a circunscrição de um novo gênero pode ser justificada se: 1) o espécime fóssil é claramente intermediário, combinando caracteres de gêneros conhecidos, sendo que neste caso pode ser uma forma ancestral ou híbrida; 2) caracteres não ocorrentes em qualquer um dos gêneros viventes ocorrem no espécime fóssil.

Pelo exposto, é cabível admitir que, conquanto existam numerosas restrições à atribuição de angiospermas fósseis a gêneros atuais, existem alguns argumentos que podem suportar este procedimento. Considerando este fato, bem como a grande semelhança que a taoflora estudada apresenta, inclusive a nível específico, com associações vegetais hoje presentes nas matas pluviais do Estado de São Paulo, optou-se pela adoção do critério de BURNHAN (1986). Desta forma, em sua totalidade, os fósseis foram atribuídos a gêneros atuais. Todavia, foi sempre proposto um novo epíteto específico, mesmo nos casos em que a semelhança era muito grande, considerando a impossibilidade das espécies permanecerem inaltera

das, sob pressões ambientais e genéticas, ao longo de milhões de anos (BECKER, 1969).

2.4. CARACTERIZAÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR

A forma geral das folhas de angiospermas, incluindo feições como tamanho, natureza das margens, forma do ápice, base e pecíolo, posição das glândulas e natureza da venação, tem sido sempre muito importante para a descrição de folhas fósseis. As feições gerais, na maioria dos casos, são facilmente determinadas, e algumas combinações de feições particulares parecer ser únicas para certos taxons existentes (DILCHER, 1974). O uso de feições particulares, tal como a presença de uma base inequilateral e pecíolo curto para sugerir que alguns espécimes fósseis se constituem em folíolos, e a presença de um pecíolo inflado para indicar afinidades com determinadas famílias, tem sido muito comum em estudos de angiospermas fósseis (DILCHER, op.cit.).

Devido às dificuldades de se obter folhas de angiospermas atuais, muitos dos trabalhos foram baseados em simples comparações com ilustrações disponíveis na literatura. Este procedimento não possibilita uma comparação crítica dos detalhes da morfologia foliar, tais como venação de 4º e 5º ordens, ou feições cuticulares, porque estas informações raramente são incluídas em publicações a respeito de floras fósseis ou modernas. Conforme destaca WOLFE (1972), o uso de tal procedimento para a identificação de folhas de dicotiledôneas fósseis levou a numerosas conclusões florísticas, vegetacionais e evolucionárias equivocadas.

A classificação de espécimes fósseis usando forma geral da folha, sem considerações dos detalhes da venação, e/ou caracteres cuticulares, produz resultados incertos. Entretanto, quando todos estes aspectos são estudados em conjunto, podem fornecer informações muito fidedignas a respeito de angiospermas fósseis. Desta forma, o paleobotânico, na identificação de folhas fósseis, está se baseando em padrões de venação de ordens cada vez mais altas. Se a venação de terceira ordem não está preservada, as folhas fósseis freqüentemente não podem ser identificadas (MAC GINITIE, 1969).

Para que a variabilidade de um taxon seja entendida, seria recomendável o estudo da forma geral, detalhes da venação e anatomia cuticular de um grande número de espécimes. Entretanto, nem sempre é possível ter à disposição um número elevado de espécimes, ou espécimes com a cutícula preservada, particularmente no caso dos fósseis terciários brasileiros, que quase sempre se apresentam na forma de impressões. Embora a cutícula estivesse preservada em alguns dos fósseis estudados no presente trabalho, as tentativas de montagem de lâminas não foram bem sucedidas, em função do estado fragmentário do material cuticular. Considerando que pequenos fragmentos são desprovidos de valor diagnóstico, não foi possível sua utilização com finalidades taxonômicas.

É cabível admitir que grande parte das restrições ao uso taxonômico de venação seja devida à falta de uma classificação adequada das feições morfológicas foliares. Com base na ausência de uma classificação detalhada, padronizada e não ambígua daquelas feições, muitos dos pesquisadores se limitaram a breves

descrições dos aspectos mais gerais da planta, o que resultou em uma porcentagem provavelmente alta de atribuições genéricas incorretas, especialmente no caso de folhas mais antigas que o Terciário Médio (HICKEY, 1973).

Sistemas de terminologia descritiva da forma geral e padrões de venação de folhas de angiospermas foram apresentados por paleobotânicos e taxonomistas, como por exemplo ETTINGSHAUSEN (1861), KERNER VON MARILAUN (1895), GOEBEL (1905), LAM (1925) , TROLL (1938) e LEE (1948).

O sistema mais compreensivo e utilizável foi publicado por HICKEY (1979), como resultado de esforços para encontrar critérios seguros para identificar folhas de angiospermas fósseis. HICKEY (op.cit.) combinou classificações de arquitetura foliar , previamente publicadas, com sua experiência referente a características foliares de folhas atuais e fósseis, para elaborar uma classificação detalhada, de grande importância para padronizar observações e terminologia de arquitetura foliar, tanto para paleobotânicos como para taxonomistas.

A justificativa essencial para essa classificação reside no fato de que vários taxons de dicotiledôneas têm folhas possuindo padrões consistentes e identificáveis de organização de arquitetura foliar, em todos os níveis, de sub-classe à espécie (HICKEY & WOLFE, 1975).

Na caracterização da arquitetura foliar foi utilizado, portanto, o esquema de HICKEY (1979). Os principais elemen-

tos utilizados para esta caracterização, disponíveis na maioria dos espécimes estudados, foram forma da folha, configuração da margem, forma do ápice, base e pecíolo, padrão de venação e posição das glândulas (figura 6). Para fins de estudo taxonômico, foram utilizados somente os fósseis que apresentavam pelo menos três ordens de venação preservada, ou aqueles com combinações únicas e inconfundíveis de feições particulares (representantes das famílias Tiliaceae e Melastomaceae, por exemplo).

Para a medida da área foliar, foi empregado o processo de CAIN et al (1956), segundo o qual a superfície foliar é $\frac{2}{3}$ da área retangular do comprimento por largura. A classificação da área medida foi feita de acordo com o sistema de RAUNKIAER (1934).

Para a taxonomia das angiospermas, foi usado o sistema de classificação de CRONQUIST (1981), perfeitamente compatível com o registro fóssil. No caso das briófitas e pteridófitas, foram adotados, respectivamente, os sistemas de SCHUSTER (1984) e TRYON & TRYON (1982).

Figura 6 - Ordens de nervação (modificado de HICKEY, 1979).

SISTEMÁTICA**3.1. BRIÓFITAS**

Divisão BRIOPHYTA
Classe HEPATICOPSIDA
Ordem JUNGERMANNIALES
Subordem JUNGERMANNIINEAE
Família BALANTIOPSISIDACEAE
Subfamília ISOTACHIDOIDEAE
Gênero *Isotachis* Mitt.

Comentários - A ordem Jungermanniales é a maior dentre as hepáticas. São conhecidos cerca de 190 gêneros, a maioria dos quais tem ampla distribuição nas regiões tropicais (JOLY, 1983). A ordem inclui formas talosas e foliosas (acróginas). As formas acróginas possuem caracteristicamente um caulídio folioso com simetria bilateral, guarnecido por duas séries de filídios. Freqüentemente, sobre a face ventral do caulídio, pode ser observada uma terceira série de filídios de forma particular, denominados anfigástrios (JOVET-AST, 1967).

Gênero *Isotachis* Mitt.
Isotachis simonesi sp. nov.
(est. 7; figs. 1-4)

Holótipo - GP/3E-5189; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Parátipos - GP/3E-5183, -5185; -5186, -5187, -5188, -5192.

Epíteto específico - espécie dedicada ao paleontólogo Marcello Guimarães Simões, do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.

Diagnose específica - Gametófito prostrado, retilíneo ou ligeiramente curvado. Caulídio simples, com filídios imbricados, com ápice bifido, recurvado, base obtusa a arredondada.

Descrição - Gametófito prostrado, retilíneo ou ligeiramente curvado, com comprimento máximo de 1,3 cm. Caulídio simples, com duas séries de filídios dorsais imbricados; filídios com cerca de 1 mm de comprimento, ápice bifido, recurvado, base obtusa a arredondada. Anfigástrios e rizóides não observados.

Distribuição estratigráfica - De acordo com STEWART (1985), as Jungermanniales teriam surgido pouco antes do início do Terciário. No que diz respeito ao gênero *Isotachis*, porém, esta é possivelmente a primeira ocorrência no estado fóssil, visto que não foram encontradas referências na literatura paleobotânica.

Para o Brasil, esta é a primeira briófita fóssil descrita, embora BARBOSA & ALMEIDA (1953) tenham assinalado, na Formação Corumbataí, restos duvidosamente atribuídos a *Marchantites* sp.

Discussão - Estes fósseis, provavelmente em função de sua natureza delicada, são relativamente raros na taoflora da Formação Itaquaquecetuba.

Embora procedentes dos mesmos blocos que contêm as folhas, não ocorrem diretamente associados com elas. Nas poucas amostras obtidas, os espécimes aparecem em grandes concentrações, juntamente com caulídios de prováveis briófitas talosas, não tendo sido verificada a presença de outros restos orgânicos identificáveis em associação direta.

A presença de um caulídio folioso, com simetria bilateral, permite atribuir prontamente o fóssil às *Jungermannia* - les acróginas. A disposição e o formato dos filídios, por sua vez, possibilita a atribuição ao gênero *Isotachis*.

3.2. PTERIDÓFITAS

Divisão PTERIDOPHYTA

Classe FILICOPSIDA

Subclasse POLYPODIIDAE

Ordem POLYPODIALES

Subordem POLYPODIINEAE

Família DENNSTAEDTIACEAE

Tribo LINDSAEEAE

Comentários - A família Dennstaedtiaceae compreende 17 gêneros, de distribuição pantropical, com alguns poucos se estendendo para regiões temperadas. O grupo é caracterizado por caules rastejantes portando grandes folhas compostas, com soros

marginais ou sub-marginais providos de indúsio (TRYON & TRYON , 1982).

Gênero *Lindsaea* Dryander ex Smith

Lindsaea pradoi sp. nov.

(est. 8, figs. 1-3)

Holótipo - GP/3E-5217a,b; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Epíteto específico - espécie dedicada ao botânico Jefferson Prado, pós-graduando do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP.

Diagnose específica - Folha pinada, pinas sub-trapeziformes, margem lisa. Venação livre, bifurcada, partindo da base dos segmentos, com ápice ligeiramente expandido. Indúsio inteiro, semi-lunar, crenulado.

Descrição - Pina incompleta, com folíolos férteis, provavelmente correspondentes aos basais, sub-trapeziformes, com 1,2 cm de comprimento por 1,1 cm de largura, margem lisa. Venação livre, bifurcada, partindo da base dos segmentos, com ápice ligeiramente expandido. Indúsio inteiro, semi-lunar, crenulado, distinto da margem lisa.

Distribuição estratigráfica - Os registros fósseis da família Dennstaedtiaceae remontam ao Paleoceno (CHING, 1978). O gênero *Lindsaea*, ao que tudo indica, é pela primeira vez assinalado no estado fóssil.

Discussão - O padrão de nervação e a presença de indúcio situam este fóssil nas Filicopsida. O formato dos folíolos é compatível com aqueles encontrados no gênero *Lindsaea*, como apresentado na revisão de KRAMER (1957).

3.3. ANGIOSPERMAS

3.3.1. FOLHAS

Divisão MAGNOLIOPHYTA
Classe MAGNOLIOPSIDA
Subclasse MAGNOLIIDAE
Ordem LAURALES
Família LAURACEAE

Comentários - A família Lauraceae é constituída por cerca de 32 gêneros e 2.500 espécies atuais que, embora possam ser encontrados em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, especialmente em florestas tropicais úmidas, apresentam os principais centros de dispersão no Brasil e sudeste da Ásia (HEYWOOD, 1979). No Brasil, a família está representada por 19 gêneros e aproximadamente 390 espécies (BARROSO, 1978), de hábito lenhoso, arbóreo ou arbustivo (HEYWOOD, op.cit.). Usualmente as lauráceas apresentam folhas simples, coriáceas, com margem inteira e padrão de nervação broquidódromo; cavidades oleíferas são comuns (HICKEY & WOLFE, 1975; HEYWOOD, op.cit.). As Lauraceae possuem afinidades com as Monimiaceae e com as Magnoliaceae (HEYWOOD, op.cit.).

Gênero *Ocotea* Aublet

Ocotea pulchelliformis sp. nov.

(est. 1, fig. 1; est. 9, fig.3)

Holótipo - GP/3E-5134; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Epíteto específico - *pulchelliformis* alude à espécie atual *Ocotea pulchella*, muito similar ao fóssil estudado.

Diagnose específica - Folha simétrica, elíptica, base aguda, margem inteira. Padrão de nervação eucamptódromo na porção inferior e broquidódromo na porção superior da folha; nervura primária de calibre moderado, retilínea; nervuras secundárias de calibre moderado divergem da mediana de maneira alterna, segundo ângulos agudos estreitos a moderados ($42-52^\circ$); nervuras terciárias, quaternárias e quindenárias com emergência ortogonal; aréolas com desenvolvimento perfeito, predominantemente pentagonais, com vênulas livres, simples ou ramificadas.

Descrição - Folha simétrica, com 3,2 cm de comprimento por 1,6 cm de largura, contorno elíptico ($c/l=2$), limbo com numerosas estruturas circulares de tamanho reduzido, ápice não preservado, base aguda, margem inteira e pecíolo não preservado. Padrão de nervação eucamptódromo na porção inferior e broquidódromo na porção superior da folha; nervura primária de calibre moderado, retilínea, afilando ligeiramente em direção ao ápice; nervuras secundárias, em número de 5 na parte preservada, divergem da mediana de maneira alterna, segundo ângulos agudos estreitos a moderados ($42-52^\circ$); são nervuras moderadas, arqueadas desde sua di

vergência, ascendentes em direção ao ápice, unindo-se, na metade superior da folha, às sobrejacentes, próximo à margem; nervuras terciárias formando denso e evidente retículo; nervuras terciárias, quaternárias e quindenárias com emergência ortogonal; aréolas com desenvolvimento perfeito, com forma e tamanho variáveis, predominantemente pentagonais, algumas com vênulas livres, outras com vênulas simples ou ramificadas uma vez.

Distribuição estratigráfica - O gênero *Ocotea*, segundo KNOWLTON (1924), já seria assinalado em rochas datadas do Paleoceno. Para a flora cenozóica do Brasil, esta é a primeira ocorrência, embora outras lauráceas tenham sido registradas anteriormente em sedimentos de idade variando do Eoceno ao Plioceno (GORCEIX, 1884; HOLLICK & BERRY, 1924; BERRY, 1937; DUARTE, 1972).

Discussão - Conforme salienta BERRY (1916), a identificação dos gêneros da família Lauraceae está envolta em dificuldades quase intransponíveis. No entanto, o fóssil aqui descrito, representado por um único espécime excepcionalmente bem preservado, é muito semelhante a *Ocotea pulchella*, uma laurácea bastante comum na Mata Atlântica. Esta semelhança diz respeito à forma, dimensões, textura e nervação, inclusive a nível de aréolas. A diferença mais marcante em relação a *O. pulchella* está relacionada à presença de estruturas circulares que eventualmente poderiam corresponder a glândulas. Restam dúvidas, porém, a respeito da verdadeira natureza dessas estruturas, já que um exame mais minucioso sugere que elas estão, na verdade, superpostas ao fóssil, podendo se constituir em marcas de galhas, conforme será tratado posteriormente.

Apesar da possibilidade da folha ser glandulífera, as demais afinidades morfológicas sugerem fortemente tratar-se do gênero *Ocotea*. Desta forma, parece preferível atribuir o fóssil a este gênero.

Subclasse DILLENIIDAE

Ordem MALVALES

Família TILIACEAE

Comentários - A família Tiliaceae é amplamente distribuída em todas as regiões tropicais do mundo, especialmente América do Sul, África e sudeste da Ásia. Algumas poucas formas se estendem para regiões temperadas da Europa e América do Norte (HEYWOOD, 1979). Os dois principais centros de dispersão estão no sul da África e Brasil (BARROSO, 1978). A família é constituída por cerca de 41 gêneros e 400 espécies, com plantas herbáceas ou lenhosas, arbustivas ou arbóreas (JOLY, 1983; HEYWOOD, op.cit.). Os representantes da família são caracterizados por folhas simples, margem com dentes não glandulares, padrão de nervação actinôdromo e pequenas estípulas na base (HICKEY & WOLFE, 1975; HEYWOOD, 1979).

Gênero *Luehea* Willdenow

Luehea divaricatiformis Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989.

(est. 1, figs. 2,3; est.9, fig.5)

Luehea divaricatiformis Fittipaldi et al., 1989, p. 192-193, figs. 13, 28; Fittipaldi & Simões, 1989, p.28, est. 1, fig. m.

Material - GP/3E-4804, -5250; procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folha assimétrica, com 2,3 cm de comprimento por 1,9 cm de largura na parte preservada, contorno aparentemente oval ou elíptico, ápice não preservado, base muito assimétrica, sendo que, de um lado da nervura mediana, o limbo tem base aguda e, do outro, base arredondada, margem serrada. Padrão de nervação actinôdromo basal, com 3 nervuras primárias de calibre forte divergindo em ângulos agudos estreitos ($22-30^\circ$) da base do limbo; nervuras secundárias de calibre moderado, mais ou menos paralelas, unindo as primárias, formando ângulos retos ou aproximadamente retos; nervuras terciárias reticuladas ao acaso.

Distribuição estratigráfica - A família Tiliaceae, segundo DOLIANITI (1950), surgiu no Cretáceo Inferior, enquanto que o gênero *Luehea* é registrado a partir do Eoceno (BERRY, 1916). No Cenozóico do Brasil, o gênero também está representado na Bacia de Fonseca, de provável idade eocênica (DOLIANITI, op.cit.).

Discussão - O fóssil aqui estudado corresponde certamente a *Luehea divaricatiformis*, descrita por FITTIPALDI et al. (1989), com base em material procedente do mesmo local. Conforme destacam estes autores, a nervação actinôdroma, com nervuras secundárias paralelas, a base assimétrica e a margem serrada colocam imediatamente esta folha nas Tiliaceae e no gênero *Luehea*. A espécie atual que mostra maior afinidade é *L. divaricata* Mart., o "açoita-cavalo", muito comum nas matas do Estado de São Paulo.

Na Bacia de Fonseca (MG), DOLIANITI (1950) descre-

veu a nova espécie *L. roxoi*. *L. divaricatifomis* é claramente distinta de *L. roxoi* porque esta apresenta nervuras secundárias alternas e uma margem mais finamente serrada.

Subclasse ROSIDAE
Ordem FABALES
Família MIMOSACEAE

Comentários - A Família Mimosaceae compreende cerca de 56 gêneros, que abrangem de 500 a 3.000 espécies, de hábito arbustivo ou arbóreo, distribuídas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do globo (HEYWOOD, 1979). Apresentam folhas freqüentemente duplamente pinadas, com margem inteira e padrão de nervação broquidôdromo (HICKEY & WOLFE, 1975; JOLY, 1983). É considerada por muitos autores como uma subfamília das Leguminosae.

Gênero *Piptadenia* Benth
Piptadenia tertiaria sp. nov.
(est. 10, figs. 1-3)

Holótipo - GP/3E-5130; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Parátipos - GP/3E-5117, -5119, -5120, - 5122, -5123, -5124, -5127, -5129, -5131, -5134, -5135, -5137, -5146, -5343.

Epíteto específico - *tertiaria* refere-se à idade dos sedimentos fossilíferos.

Diagnose específica - Folha pinada, folíolos lineares falcados, opostos, de tamanho variável (4-6 mm de comprimento por 1,0 - 1,5 mm de largura), ápice agudo, base marcadamente assimétrica, margem inteira. Nervura primária de calibre forte, excêntrica; nervuras secundárias inconspícuas.

Descrição - Folha provavelmente pinada, folíolos (foliólulos?) lineares falcados, provavelmente opostos, de tamanho variável (4-6 mm de comprimento por 1,0 - 1,5 mm de largura), ápice agudo, base marcadamente assimétrica, margem inteira. Nervura primária de calibre forte, excêntrica; nervuras secundárias inconspícuas.

Distribuição estratigráfica - A família Mimosaceae está representada desde o Paleoceno-Eoceno (CREPET & TAYLOR, 1985). Folhas de *Piptadenia*, no entanto, são desconhecidas no estado fóssil, embora troncos referíveis ao gênero tenham sido identificados na Formação Itaquaquecetuba por SUGUIO (1971) e SUGUIO & MUSA (1978).

Discussão - Este material é relativamente abundante, sendo representado por folíolos quase sempre isolados. Os folíolos ou foliólulos mostram nítidas afinidades com as leguminosas e, em especial, com as mimosáceas. Dentre os numerosos gêneros viventes no Brasil, o que mais se assemelha, devido ao aspecto falciforme do folíolo, é *Piptadenia*, embora outros gêneros também possam ser considerados afins.

Família CAESALPINIACEAE

Comentários - Esta família compreende cerca de 180 gêneros e 2.500 - 3.000 espécies atuais, distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (HEYWOOD, 1979). Inclui plantas subarborescentes, arbustivas, arbóreas ou trepadeiras de matas, bem como raras ervas (JOLY, 1983). Apresentam folhas compostas, em geral simplesmente pinadas, ocorrendo também duplamente pinadas, com margem inteira e padrão de nervação broquidôdromo (HICKEY & WOLFE, 1975; JOLY, op.cit.).

Gênero *Cassia* Linnaeus
Cassia rosleri sp.nov.
(est.2, fig.4; est.11, figs.1-4)

Holótipo - GP/3E-5237; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Parátipo - GP/3E-5112

Epíteto específico - espécie dedicada ao Prof. Dr. Oscar Rösler, do Instituto de Geociências da USP.

Diagnose específica - Folíolo simétrico, ovado-lanceolado, ápice agudo, base obtusa assimétrica, margem inteira. Nervação broquidôdroma; nervura primária de calibre forte, retilínea; nervuras secundárias alternas, de calibre moderado, divergem da primária formando ângulos agudos moderados a largos (51-76°); ner-

vuras terciárias reticuladas ao acaso.

Descrição - Folíolo simétrico, com 3,4 cm de comprimento por 1,2 cm de largura, contorno ovado-lanceolado ($c/l=3$), ápice provavelmente agudo, base obtusa assimétrica, margem inteira, pecíolo não conservado. Padrão de nervação camptódromo - broquidódromo; nervura primária de calibre forte, retilínea, afilando ligeiramente na metade superior da folha; nervuras secundárias, alternas, de calibre moderado, divergem da primária formando ângulos agudos moderados a largos ($51-76^\circ$); são nervuras ascendentes em direção ao ápice; nervuras terciárias reticuladas ao acaso.

Distribuição estratigráfica - Segundo BERRY (1935), o gênero *Cassia* surgiu no Cretáceo Superior da América do Norte. No estado fóssil apresenta mais de 100 espécies descritas, sendo que alguns folíolos fósseis são praticamente indistinguíveis das formas recentes. No Brasil, o gênero foi assinalado nas bacias de Fonseca (BERRY, 1935) e Gandarela (DUARTE & MELO FILHA, 1980), de provável idade eocênica, no Plioceno da Bahia (HOLLICK & BERRY, 1924), no Plioceno do Acre (BERRY, 1937) e no Jazigo Vargem Grande do Sul, atribuído ao Quaternário (DUARTE & REZENDE-MARTINS, 1983).

Discussão - Este fóssil apresenta claras afinidades com as leguminosas. Sua forma geral e detalhes de nervação associam-no com folíolos que têm sido normalmente atribuídos ao gênero *Cassia*, embora muitas vezes sem evidência suficiente, desde que existem muitos outros gêneros de leguminosas que apresentam folíolos similares. Entretanto, considerando que o fóssil é muito

semelhante a formas que têm sido consistentemente atribuídas a *Cassia*, parece preferível referí-lo a este gênero.

De outro lado, a variação observada em *Cassia* é considerável, mesmo em folhas individuais de algumas espécies. Desta forma, deve ser ressaltado que a espécie aqui descrita, baseada em poucos espécimes, pode não refletir a variação intraespecífica eventualmente existente no taxon, tanto em termos de tamanho como de forma.

Conforme visto anteriormente, *Cassia* está bem representada na flora cenozóica do Brasil.

Para o Plioceno da Bahia, HOLLICK & BERRY (1924), descreveram *C.marahiana*. A espécie aqui descrita difere de *C.marahiana* principalmente pelo tipo de ápice e padrão de nervação.

Na Bacia de Fonseca (MG) ocorrem *C.fonsecana* e *C.obtusatafolia*, propostas por BERRY (1935). A julgar pelas ilustrações de BERRY (op.cit.), *C.rosleri* parece ser semelhante a *C.fonsecana* no formato geral, diferindo, contudo, no padrão de nervação. A espécie aqui descrita, de outro lado, é claramente distinta de *C.obtusatafolia*, não só pelo padrão de nervação, mas também pelo tipo de ápice, que é ligeiramente emarginado e inequilateral nesta última.

No Plioceno do Acre, BERRY (1937) assinalou a presença de *C.aguaytiensis*, que ele havia descrito anteriormente pa-

ra o Plioceno do Peru (BERRY, 1925). Das formas descritas para o Brasil, *C.aguaytiensis* é certamente a que mais se assemelha a *C.rosleri*. A semelhança entre as duas espécies é bastante grande no formato geral, no padrão de nervação e no ângulo de divergência das nervuras secundárias. A espécie da Formação Itaquaquetuba, porém, apresenta base nitidamente mais assimétrica e formato ligeiramente mais alongado.

Na Bacia de Gandarela (MG), DUARTE & MELO FILHA (1980) descreveram *C.adumbrata*. Infelizmente, o material figurado pelas autoras está muito mal preservado, dificultando a comparação com o fóssil aqui descrito. Aparentemente, *C.rosleri* apresenta um formato mais alongado que *C.adumbrata*.

Para o Jazigo Vargem Grande do Sul (SP), DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983) descreveram *C.parkerii*, *C.elliptica* e *C.parabicaapsularis*. Com base nas descrições e ilustrações de DUARTE & REZENDE-MARTINS (op.cit.), é possível constatar apenas que *C.rosleri* difere de *C.parkerii* no formato geral, já que o padrão de nervação da espécie de Vargem Grande do Sul não está preservado. No padrão geral de nervação e no tipo de base *C.rosleri* apresenta similaridades com *C.parabicaapsularis* e *C.elliptica*, diferindo porém pelos detalhes da nervação e pelo formato mais alongado.

O holótipo de *C.rosleri* apresenta marcas de possíveis galhas no limbo foliar (est.11, figs. 2-4). Tais estruturas, também chamadas de cecídias, são alterações no padrão de crescimento normal de tecidos e órgãos vegetais, que podem ocorrer em

qualquer região da planta, sob a influência de organismos indutores. Estes incluem algas, líquens, fungos, bactérias, vírus, ácaros, nematóides e insetos, entre outros (FERNANDES & MARTINS, 1985). Os insetos são os mais importantes formadores de galhas, destacando-se os dípteros e os himenópteros (FERNANDES, 1987). Mais de 93% das galhas ocorrem em dicotiledôneas, sobretudo em suas folhas (FERNANDES & MARTINS, op.cit.).

O registro fóssil das galhas remonta ao Cretáceo (FERNANDES & MARTINS, 1985). O estudo de folhas fósseis, entretanto, tem merecido pouca atenção por parte dos pesquisadores. No Brasil, até o momento, não foi realizado nenhum trabalho mais aprofundado a respeito desses fósseis, embora existam algumas referências na literatura (HOLLICK & BERRY, 1924; DUARTE & VASCONCELOS, 1980; DUARTE & REZENDE-MARTINS, 1985; FITTIPALDI et al., 1989; FITTIPALDI & SIMÕES, 1990).

Na tafoflora da Formação Itaquaquecetuba, essas marcas também foram encontradas em espécimes de *Luehea divaricatiformis*, *Myrcia* cf. *rostrataformis* e *Serjania lancifolia*. Mesmo considerando a grande abundância e complexidade de galhas em folhas atuais, parece cabível admitir que as galhas tenham sido produzidas pela ação de insetos, visto que apresentam grande semelhança com galhas entomógenas atuais. De momento, contudo, faltam elementos para uma identificação mais precisa do agente indutor. Considerando, porém, que o estado de preservação, bastante favorável, propicia a realização de estudos mais detalhados, existem perspectivas de uma identificação a nível de família ou mesmo genérico.

Gênero *Schizolobium* Vogel

Schizolobium inaequilaterum Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989.

(est. 2, fig. 3; est. 9, fig. 1)

Schizolobium inaequilaterum Fittipaldi et al., 1989, p.189, figs. 5,20; Fittipaldi & Simões, 1989, p. 28, est. 1, fig. d.

Material - GP/3E-4763; procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folíolo simétrico, contorno oblongo, ápice obtuso, base sub-cordada, assimétrica, margem inteira, pecíolo não preservado. Padrão de nervação camptódromo - broquidódromo; nervura mediana retilínea a ligeiramente arqueada, de calibre moderado, diminuindo de espessura em direção ao ápice; nervuras secundárias divergem da primária formando ângulos agudos largos a aproximadamente retos (66-85°); nervuras secundárias se juntam às sobrejacentes, próximo à margem, formando arcos; venação intersecundária inconspícua.

Distribuição estratigráfica - A família *Caesalpinia* ceae está representada desde o Cretáceo Superior (CREPET & TAYLOR, 1985). O gênero *Schizolobium*, no entanto, é bastante raro no estado fóssil, sendo que, com excessão da espécie aqui tratada, foi assinalado apenas na Bacia de Fonseca (GORCEIX, 1876), de provável idade eocênica.

Discussão - O fóssil aqui descrito corresponde certamente a *Schizolobium inaequilaterum*, proposta por FITTIPALDI et al. (1989).

Nos detalhes da nervação e forma geral, o fóssil é muito semelhante à espécie atual *S. parahyba*, bastante comum na Mata Atlântica.

Segundo GORCEIX (1876), dentre os fósseis coletados na Bacia de Fonseca (MG), puderam ser reconhecidas folhas atribuíveis a *S. excelsum*, as quais, contudo, não foram descritas ou figuradas.

Família FABACEAE

Comentários - A família Fabaceae compreende cerca de 400-500 gêneros e 10.000 (HEYWOOD, 1979) - 12.000 (CRONQUIST, 1981) espécies, distribuídos nas regiões tropicais e subtropicais. É constituída principalmente por ervas, incluindo também algumas árvores e arbustos (HEYWOOD, op.cit.). Seus representantes apresentam folhas em geral trifoliadas (exceto as primárias, que são simples), com margem inteira e padrão de nervação lebroquidôdnomo (HICKEY & WOLFE, 1975; JOLY, 1983).

Gênero *Machaerium* Persoon

Machaerium piranii sp. nov.

(est.1, figs. 5,6; est.2, figs. 1,2; est.12, figs.1-4).

Holótipo - GP/3E-5091; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Parátipos - GP/3E-5089, -5090, -5091, -5093, -5099, -5103, -5109, -5238a, -5238b.

Epíteto específico - espécie dedicada ao Prof. Dr. José Rubens Pirani, do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP.

Diagnose específica - Folíolo simétrico, elíptico, ápice emarginado, base arredondada, margem inteira, peciólulo normal. Nervação broquidódroma; nervura primária de calibre forte, retilínea; nervuras secundárias moderadas, alternas ou sub-opostas, partem da primária formando ângulos agudos moderados ($46-61^{\circ}$); nervuras terciárias reticuladas ao acaso, formando ângulos variáveis com as secundárias; nervuras quaternárias e quindenárias partem de nervuras de ordem respectivamente inferior, de acordo com ângulos variáveis; aréolas de desenvolvimento perfeito, com forma e tamanho variáveis, com vênulas ramificadas.

Descrição - Folíolo simétrico, contorno elíptico, com numerosas estruturas de contorno circular dispersas irregularmente pelo limbo, ápice emarginado, base arredondada, margem inteira, peciólulo normal. Padrão de nervação camptódromo-broquidódromo; nervura primária de calibre forte, retilínea; nervuras secundárias moderadas, alternas ou sub-opostas, partem da primária formando ângulos agudos moderados ($46-61^{\circ}$); nervuras secundárias, ascendentes em direção ao ápice, curvam-se abruptamente próximo à

margem unindo-se às sobrejacentes; nervuras terciárias reticuladas ao acaso, formando ângulos variáveis com as secundárias; nervuras quaternárias e quindenárias, de espessura proporcional, partem de nervuras de ordem respectivamente inferior, de acordo com ângulos variáveis; aréolas de desenvolvimento perfeito, com forma e tamanho variáveis (pentagonais, quadrangulares, triangulares, arredondadas, etc), com vênulas ramificadas.

Distribuição estratigráfica - Segundo DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983), os fósseis mais antigos de *Machaerium* são encontrados no Oligoceno-Mioceno da Bolívia. No Cenozóico brasileiro, o gênero está representado no Plioceno do Acre (BERRY, 1937) e no Jazigo Vargem Grande do Sul, atribuído ao Quaternário (DUARTE & REZENDE-MARTINS, op.cit.).

Discussão - Apesar deste fóssil apresentar alguma semelhança com as mirtáceas, ele possui maiores afinidades com as leguminosas, evocando fortemente folíolos de Fabaceae. Dentre os gêneros vivos, o que mais se assemelha é *Machaerium*, embora *Dalbergia* também possa ser considerado afim.

Em alguns espécimes (est. 1, figs. 5,6; est. 2, fig. 1; est. 12, figs. 1,3,4), se destacam numerosas estruturas de contorno circular dispersas pelo limbo. De início tais estruturas, aparentemente orgânicas, foram interpretadas como glândulas. Considerando, porém, seu tamanho incompatível com glândulas que eventualmente ocorrem em representantes atuais das leguminosas (*Copaifera* por exemplo), sua distribuição irregular, e o fato de que, em alguns casos, elas se sobrepõem às nervuras, esta possibilidade foi

descartada. É possível que as mesmas correspondam a galhas provocadas por fungos ou insetos, já que estruturas similares são frequentemente encontradas em leguminosas atuais (*Machaerium nictitans*, por exemplo).

No Plioceno do Acre, ocorre *M. premuticum*, proposta por BERRY (1937). *M. piranii* difere claramente de *M. premuticum* pelo fato desta apresentar formato ovado, ápice agudo e nervuras secundárias muito curvadas.

Para o Jazigo Vargem Grande do Sul, DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983) descreveram *M. nervosum*. A espécie aqui descrita difere de *M. nervosum* porque esta apresenta formato oblongo, ápice retuso e base obtusa. Além disto, as duas espécies diferem significativamente nos detalhes da nervação.

Ordem MYRTALES

Família MYRTACEAE

Comentários - A família Myrtaceae é principalmente tropical e subtropical, com dois grandes centros de dispersão, nas Américas e na Austrália, embora ocorra em todo o mundo (HEYWOOD, 1979; JOLY, 1983). É constituída por cerca de 100 gêneros e 3.000 espécies atuais, incluindo plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas (JOLY, op.cit.). Em geral as mirtáceas apresentam folhas simples, coriáceas, com margem basicamente inteira, padrão de nervação broquidôdromo e numerosas glândulas sub-epidérmicas (HICKEY & WOLFE, 1975; HEYWOOD, op.cit.). A família possui afinidades com

as Lythraceae e as Melastomataceae (HEYWOOD, op.cit.).

Gênero *Myrcia* de Candolle ex Guillarmod
Myrcia cf. *rostrataformis* Hollick & Berry, 1924
 (est. 3, figs. 1-4; est. 14, figs. 2-8).

Myrcia cf. *rostrataformis* Hollick & Berry, 1924, p.
 91-93, est. 11, figs. 1-4; Fittipaldi et al.,
 1989, p. 190, figs. 7a, b, 22, 23; Fittipaldi &
 Simões, 1989, p. 29, est. 1, fig. f.

Material - GP/3E -4719, -4721, -4722, -4723, -4724,
 -4725, -4726, -4728, -4730, -4731, -4732, -4733, -4734, -4735 ,
 -4737, -4738, -4739a, -4739b, -5061, -5062, -5063, -5065, -5066 ,
 -5067, -5068, -5069, -5070, -5071, -5072, -5073, -5074, -5075 ,
 -5076, -5077, -5078, -5079a, -5079b, -5080, -5081, -5082, -5083 ,
 -5084, -5086, -5109, -5110, -5141, -5142, -5144, -5145, -5148 ,
 -5149, -5150, -5151, -5152, -5153, -5154, -5155, -5157, -5160 ,
 -5197, -5205, -5253a, -5253b, -5330, -5333a, -5333b; procedência -
 Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folha simétrica, com dimensões variando
 de 2,8 a 7,0 cm de comprimento por 0,7 a 1,4 cm de largura na par
 te preservada, contorno oblongo-lanceolado, ligeiramente falcifor
 me, com numerosas glândulas de tamanho reduzido, ápice agudo, ate
 nuado, base aguda, atenuada, margem inteira, pecíolo normal. Pa
 drão de nervação camptódromo-broquidódromo; nervura primária maci
 ça, retilínea a ligeiramente curvada na porção distal, afilando li
 geiramente em direção ao ápice; nervuras secundárias, de calibre

moderado, divergem da primária segundo ângulos agudos moderados ($55-58^{\circ}$), e se unem em arcos, junto à margem, às supra-adjacentes, numa nervura coletora, formando ângulos obtusos; nervuras secundárias alternas ou sub-opostas; nervuras terciárias reticuladas ao acaso.

Distribuição estratigráfica - O gênero *Myrcia* teria aparecido no Cretáceo Superior da América do Norte, segundo HOL - LICK & BERRY (1924) e é muito abundante no estado fóssil, estando representado por pelo menos 32 espécies distribuídas do Cretáceo Superior ao Pleistoceno (DUARTE, 1972). Provavelmente o número de espécies fósseis é bem maior, considerando a possibilidade de que muitas formas apareçam mascaradas na literatura como espécies de *Eucalyptus*, já que os dois gêneros se assemelham muito no aspecto falciforme (HOLLICK & BERRY, op.cit.). No Cenozóico brasileiro, o gênero está representado na Formação Pirabas, de idade miocênica (DUARTE, 1972), no Plioceno da Bahia (HOLLICK & BERRY, op.cit.), e no Jazigo Vargem Grande do Sul, de suposta idade quaternária (DUARTE & REZENDE-MARTINS, 1985). De acordo com OLIVEIRA-SILVA (1983, segundo DUARTE & REZENDE-MARTINS, op.cit.), *Myrcia* também ocorre na Bacia de Fonseca, de provável idade eocênica. As informações referentes a essa ocorrência, entretanto, não estão disponíveis na literatura.

Discussão - Este fóssil se constitui, provavelmente, na forma mais abundante e facilmente identificável na tafoflora da Formação Itaquaquecetuba. Foram coletados mais de 60 espécimes, inclusive alguns praticamente completos.

A nervação broquidódroma, aliada à presença de uma evidente nervura coletora e de diminutas glândulas dispersas pelo limbo, caracteriza o fóssil como uma típica mirtácea. Dentre os representantes desta família, o que mais se assemelha ao material estudado é *Myrcia rostrata*, arvoreta bem ramificada, com folhas lanceoladas, de ápice longo acuminado, muito freqüente na flora atual da cidade de São Paulo (ROSSI, 1987). G. Barroso (informação verbal) considera este fóssil também semelhante a *Gomidesia cambessedeanana*, só conhecida através de material coletado em meados do século passado em Santa Anna, província do Rio de Janeiro.

Na flórua da Formação Pirabas (PA), ocorre a espécie *M. pirabensis*, descrita por DUARTE (1972). A espécie da Formação Itaquaquecetuba apresenta diferenças significativas em relação a *M. pirabensis*, principalmente no que se refere ao formato, tipo de base e padrão de nervação.

Para o Jazigo Vargem Grande do Sul, DUARTE & REZENDE-MARTINS (1985) descreveram a espécie *M. diafana*. O material aqui estudado difere de *M. diafana*, porque esta apresenta dimensões aparentemente mais reduzidas, forma elíptica e ápice emarginado. Além disto, a espécie aqui estudada apresenta ângulos de divergência das nervuras secundárias sempre agudos moderados, ao contrário de *M. diafana*, onde tais ângulos podem ser agudos largos na metade inferior da folha.

No Plioceno da Bahia, é encontrada a espécie *M. rostrataformis*, proposta por HOLLICK & BERRY (1924), em seu amplo estudo sobre a flora terciária daquele estado. Segundo os autores,

não havia dúvida que o fóssil por eles estudado representava uma espécie do gênero *Myrcia*, visto que era "praticamente idêntico" a algumas das folhas das espécies brasileiras existentes *M.rostrata* DC. e *M.acutata* Berg. Referindo-se a trabalhos anteriores, realizados com material procedente dos mesmos estratos, HOLLICK & BERRY (op.cit.) comentaram que o fóssil provavelmente representava a *Myrcia* sp. registrada por BONNET (1905, segundo HOLLICK & BERRY, op.cit.), e que as formas que C.von Ettingshausen havia identificado como *Amphilochia* e *Qualea* (KRASSER, 1903, segundo HOLLICK & BERRY, op.cit.), possivelmente se referiam ao mesmo fóssil.

Com base nas descrições e ilustrações de HOLLICK & BERRY (1924), pode-se verificar que o fóssil aqui estudado assemelha-se a *M.rostrataformis* no formato lanceolado e falciforme, no tipo de margem, na textura, nas dimensões e no padrão de nervação, incluindo os ângulos de divergência das nervuras secundárias em relação à primária. A diferença mais marcante seria o espaçamento entre as nervuras secundárias que é maior no fóssil da Formação Itaquaquecetuba. Tal espaçamento, entretanto, é variável no próprio material estudado por HOLLICK & BERRY (op.cit.).

Desta forma, parece cabível atribuir o material aqui estudado a *M.rostrataformis*, embora a conferir, desde que somente o exame mais detalhado do holótipo poderia confirmar esta identificação.

Gênero *Psidium* Linnaeus

Psidium paulense Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989

(est.2, figs. 5,6; est. 15, fig.5)

Psidium paulense Fittipaldi et al., 1989, p.190-191, fig.8; Fittipaldi & Simões, 1989, p.28, est.1, fig. 9.

Material - GP/3E-5240; procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folha simétrica, com 2,6 cm de comprimento por 2,4 cm de largura na parte preservada, contorno provavelmente obovado, com numerosas glândulas de contorno circular, ápice e base não preservados, margem inteira. Padrão de nervação campitôdromo-broquidôdromo; nervura primária de calibre forte, retilínea; nervuras secundárias, alternas ou sub-opostas, divergem da primária formando ângulos agudos moderados a largos (53-72°); nervuras secundárias moderadas, retilíneas, ascendentes, curvando-se junto à margem e unindo-se às supra-adjacentes; nervuras intersecundárias partem da primária formando ângulos variados; nervuras terciárias reticuladas ao acaso.

Distribuição estratigráfica - *Psidium* é assinalado desde o Oligoceno Superior (HOLLICK & BERRY, 1924), embora ocorrências de identificação duvidosa tenham sido atribuídas a sedimentos mais antigos. No Brasil, o gênero foi registrado na Bacia de Itaboraí, de provável idade paleocênica (MAGALHÃES, 1948), no Plioceno da Bahia (HOLLICK & BERRY, op.cit.) e no Jazigo Vargem Grande do Sul, considerado de idade quaternária (DUARTE & REZENDE-MARTINS, 1985).

Discussão - O fóssil aqui estudado pode ser considerado uma típica mirtácea, em função da presença de nervação bro-

quidôdroma, de uma nítida nervura coletora e de numerosas glândulas dispersas pelo limbo. Corresponde, ao que tudo indica, a *Psidium paulense*, descrita por FITTIPALDI et al. (1989) com base em material procedente do mesmo local.

Psidium paulense apresenta diferenças significativas em relação às espécies do *Psidium* descritas para outros depósitos cenozóicos brasileiros.

No Plioceno da Bahia, HOLLICK & BERRY (1924) descreveram *P. cuneatifolium*. A espécie aqui estudada difere radicalmente de *P. cuneatifolium* porque esta apresenta forma marcadamente assimétrica, nervação camptôdroma e ausência de nervura coletora e de glândulas. Além disto, *P. paulense* possui ângulos de divergência das nervuras secundárias mais abertos.

Na Bacia de Itaboraí (RJ), MAGALHÃES (1948) noticiou a ocorrência de um fragmento de folha supostamente pertencente ao gênero *Psidium*, o qual, no entanto, foi figurado mas não descrito. A má qualidade da foto publicada por MAGALHÃES (op.cit.) inviabiliza qualquer comparação com o fóssil aqui descrito.

No Jazigo Vargem Grande do Sul (SP), ocorre a espécie *P. adornatum*, proposta por DUARTE & REZENDE-MARTINS (1985). O estado fragmentário do material de Itaquaquecetuba dificulta uma comparação mais efetiva entre as duas formas. De uma maneira geral, entretanto, *P. paulense* difere de *P. adornatum* porque esta apresenta forma mais assimétrica, nervura primária mais curva e completa ausência de glândulas.

Família MELASTOMATACEAE

Comentários - A família Melastomataceae é principalmente tropical, com alguns representantes em zonas temperadas. É uma das maiores famílias de plantas da América do Sul e forma uma feição particularmente característica da flora brasileira. A família é constituída principalmente por arbustos ou pequenas árvores, mas também por poucas trepadeiras, ervas, plantas de pântano e, raramente, epífitas. Apresenta cerca de 240 gêneros e 3.000 espécies atuais (HEYWOOD, 1979). As melastomatáceas são caracterizadas por folhas simples, margem basicamente inteira e nervuras primárias (três a nove pares) usualmente palmadas e paralelas (padrão de nervação acrôdromo) (HICKEY & WOLFE, 1975; HEYWOOD, op.cit.).

Gênero *Bertolonia* Raddi

Bertolonia coimbrai sp. nov.

(est. 3, fig. 5)

Holótipo - GP/3E-5239; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Epíteto específico - espécie dedicada ao Prof. Dr. Armando Marcio Coimbra, do Instituto de Geociências da USP.

Diagnose específica - Folha simétrica, elíptica, base obtusa, margem inteira. Nervação acrôdroma basal de desenvolvimento perfeito; 5 nervuras primárias, incluindo a sub-marginal, de calibre fraco, partem do mesmo ponto da base da folha; nervura me-

diana formando ângulos de 35-52°; nervuras secundárias de calibre fraco divergem da mediana formando ângulos retos ou aproximadamente retos; nervuras terciárias unem-se às secundárias supra-adjacentes formando padrões AO, AR, AA e RO.

Descrição - Folha simétrica com 1,6 cm de comprimento e 0,8 cm de largura em sua porção preservada, contorno elíptico-largo, ápice não preservado, base obtusa, margem aparentemente inteira, pecíolo não conservado. Padrão de nervação acródromo basal de desenvolvimento perfeito; 5 nervuras primárias, incluindo a sub-marginal, ascendentes, de calibre fraco, partem do mesmo ponto da base da folha; nervura mediana retilínea em sua porção preservada, aparentemente com calibre similar às laterais; nervuras primárias laterais divergem da mediana formando ângulos de 35-52°, acompanhando o contorno da folha; nervura sub-marginal muito próxima da margem; nervuras secundárias divergem da mediana formando ângulos retos ou aproximadamente retos, sendo que algumas unem-se às supra-adjacentes formando ângulos aproximadamente retos; nervuras terciárias unem-se às secundárias supra-adjacentes formando padrões AO, AR, AA e RO.

Distribuição estratigráfica - Embora a família Melastomataceae já esteja registrada em rochas datadas do Eoceno (BERRY, 1916), esta parece ser a primeira ocorrência do gênero *Bertolonia* no estado fóssil, desde que na literatura especializada não foi encontrada qualquer referência ao mesmo. Diversas ocorrências de melastomatáceas, de outro lado, têm sido assinaladas em outros depósitos cenozóicos brasileiros, de idades variando do Eoceno ao Quaternário (HOLLICK & BERRY, 1924; DUARTE, 1956, 1972; MEZZALIRA, 1961-62).

Discussão - Este fóssil é representado por apenas um espécime, incompleto e de pequenas dimensões. Entretanto, o padrão de nervação acródromo, típico das melastomatáceas, permite a inclusão dentro desta família.

Dentre os representantes atuais da família, o que a apresenta maior afinidade com o fóssil descrito é *Bertolonia mosenii* que, ao contrário da maioria das melastomatáceas, apresenta nervuras secundárias mais espaçadas.

No formato geral e padrão de nervação, o fóssil aqui descrito apresenta grande similaridade com *B. mosenii*. No espécime fóssil não foi verificada, porém, a presença de espinhos, que são muito frequentes na espécie atual. Considerando, de outro lado, que tal espécime corresponde provavelmente a uma folha jovem, com deficiente estado de preservação, a ausência daquelas estruturas é perfeitamente normal.

Ordem POLYGALALES

Família MALPIGHIACEAE

Comentários - A família Malpighiaceae compreende atualmente cerca de 60 gêneros e 800 espécies de ampla distribui-
ção nas regiões tropicais, especialmente na América do Sul (HEYWOOD, 1979). Inclui plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, ou, mais frequentemente, trepadeiras (JOLY, 1983). Seus representantes apresentam basicamente folhas simples, com margem inteira e padrão de nervação broquidôdromo (HICKEY & WOLFE, 1975). A família tem

side associada às Trigoniaceae e Tremandraceae dentro da Ordem Polygalales, e com as Houmiriaceae (Geraniales) e Zygophyllaceae (Sapindales) fora desta ordem (HEYWOOD, op.cit.).

Gênero *Byrsonima* Richard ex Jussieu

Byrsonima bullata Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989.

(est. 4, figs. 1-4; est. 15, figs. 1-4,6)

Byrsonima bullata Fittipaldi et al., 1989, p.189 - 190, figs.6, 21; Fittipaldi & Simões, 1989, p.28, est. 1, fig. e.

Material - GP/3E -5241, -5243, -5272; procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folha simétrica, com dimensões variando de 2,8 a 3,7 cm de comprimento por 1,6 a 2,8 cm de largura, com - torno amplamente elíptico, ápice arredondado, base obtusa, margem inteira, pecíolo não preservado. Nervação camptódroma - broquidódroma; nervura primária de calibre forte, retilínea, diminuindo de espessura em direção ao ápice; nervuras secundárias arqueadas, de calibre moderado, com ângulos de divergência agudos moderados (maiores do que 45° do meio para a base e com cerca de 45° acima do meio), unindo-se às supra-adjacentes próximo à margem, formando ângulos agudos; nervuras terciárias bem marcadas, percorrentes, principalmente sinuosas ou recurvadas, oblíquas em relação à nervura primária, com arranjo predominantemente oposto; nervuras ter

ciárias unem-se às secundárias supra-adjacentes formando padrões AR, AO e RO; nervuras quaternárias, de espessura proporcional, divergem das terciárias de acordo com ângulos predominantemente retos (padrão ortogonal).

Distribuição estratigráfica - No estado fóssil, *Byrsonima* parece ser bastante raro. Com exceção de *Byrsonima bullata*, não foram encontradas outras referências na literatura, embora BERRY (1916) tenha comentado a ocorrência "extremamente duvidosa" do gênero no Plioceno da Itália. A família Malpighiaceae, de outro lado, está representada no Plioceno da Bahia (BERRY, 1935), no Plioceno do Acre (MAURY, 1937) e no Quaternário do Ceará (DUARTE & NOGUEIRA, 1980).

Discussão - Este fóssil é morfologicamente compatível com *Byrsonima bullata*, proposta por FITTIPALDI et al. (1989), com base em material procedente do mesmo local.

Na forma da folha, nervação, e especialmente textura, o material aqui estudado apresenta similaridade com algumas espécies atuais do gênero *Byrsonima*.

Ordem SAPINDALES

Família SAPINDACEAE

Comentários - A família Sapindaceae compreende cerca de 150 gêneros e 2.000 espécies atuais, distribuídos nos trópicos e subtrópicos de todo o mundo (HEYWOOD, 1979). A maioria das

plantas aqui incluídas é constituída por trepadeiras com gavinhas, ocorrendo também arbustos ou mesmo árvores (JOLY, 1983). Em geral, as sapindáceas apresentam folhas compostas, basicamente pinadas, com margem denteada e padrão de nervação craspedódromo (HICKY & WOLFE, 1975). A família é relacionada às Aceraceae, Hippocastanaceae e Melianthaceae (HEYWOOD, 1979).

Gênero *Serjania* Miller

Serjania itaquaquecetubensis Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989.

(est. 5, figs. 2-5; est. 16, figs. 3-4).

Serjania itaquaquecetubensis Fittipaldi et al., 1989, p. 192, figs. 11, 26; Fittipaldi & Simões, 1989, p. 28, est. 1, fig. f.

Material - GP/3E -5236, -5238a, -5238b; procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folíolo simétrico, com dimensões variando de 2,8 a 3,3 cm de comprimento por 1,2 a 1,3 cm de largura na parte preservada, contorno ovado, ápice agudo, base aguda, margem irregularmente serrada com ângulos apicais agudos, pecíolo normal. Padrão de nervação craspedódromo; nervura primária de calibre moderado, retilínea; nervuras secundárias, alternas ou sub-opostas, divergem da primária formando ângulos agudos moderados (47-65°); são nervuras espessas, retilíneas ou

ligeiramente arqueadas, ramificando-se dicotomicamente próximo à margem; nervuras terciárias reticuladas ao acaso.

Distribuição estratigráfica - A família Sapindaceae já é registrada no Cretáceo Superior (BERRY, 1916), ao passo que os fósseis mais antigos de *Serjania* datam do Mioceno (BERRY, 1929). Na flora cenozóica do Brasil, o gênero é encontrado na Formação Pirabas, de idade miocênica (DUARTE, 1972) e no Jazigo Vargem Grande do Sul, atribuído ao Quaternário (DUARTE & REZENDE-MARTINS, 1983).

Discussão - Pela nervação craspedódroma, margem irregularmente serrada, e forma geral, este fóssil é morfologicamente compatível com a família Sapindaceae, em especial com *Serjania itaquaquecetubensis*, descrita por FITTIPALDI et al. (1989) para o mesmo depósito.

No aspecto geral, as espécies de *Serjania* descritas para outros depósitos cenozóicos brasileiros são facilmente distinguíveis do material aqui estudado. *S. itaquaquecetubensis* difere de *S. decursiva*, descrita por DUARTE (1972) para a flórmula da Formação Pirabas (PA), principalmente pelo tipo de margem e padrão de nervação. *S. itaquaquecetubensis* distingue-se de *S. mezzalirai*, proposta por DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983) para o Jazigo Vargem Grande do Sul, pela forma e padrão de nervação.

Finalmente, o material aqui estudado difere de *S. lancifolia*, descrita por FITTIPALDI et al. (1989) para o mesmo local, pelo fato desta apresentar contorno lanceolado. No demais, as

duas espécies são muito semelhantes.

Serjania lancifolia Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989.

(est. 5, fig. 6; est. 16, fig. 5)

Serjania lancifolia Fittipaldi et al., 1989, p.191 - 192, figs. 10, 25; Fittipaldi & Simões, 1989, p. 28, est. 1, fig. i.

Material - GP/3E-4770; procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Folíolo simétrico, com 1,4 cm de comprimento por 0,4 cm de largura, contorno lanceolado, ápice agudo, base aguda, margem irregularmente serrada, com ângulos apicais agudos e lobos mais ou menos arredondados, pecíolo não preservado. Padrão de nervação crespédôdromo; nervura primária de calibre forte, retilínea, afilando ligeiramente em direção ao ápice; nervuras secundárias, predominantemente opostas, divergem da primária formando ângulos agudos moderados a largos ($56-73^{\circ}$); são nervuras ascendentes, de calibre moderado, retilíneas ou ligeiramente arqueadas, ramificando-se dicotomicamente próximo à margem; nervuras intersecundárias densamente reticuladas.

Discussão - O padrão de nervação crespédôdromo, a margem irregularmente serrada, e a forma lanceolada, permitem a imediata atribuição deste fóssil a *Serjania lancifolia*, descrita por FITTIPALDI et al. (1989), com base em material procedente do mesmo local.

Conforme visto anteriormente, *S. lancifolia* difere de *S. itaquaquecetubensis*, proposta por FITTIPALDI et al. (1989) para o mesmo depósito, principalmente por apresentar formato marcadamente lanceolado.

Subclasse ASTERIDAE

Ordem RUBIALES

Família RUBIACEAE

Comentários - A família Rubiaceae engloba representantes em todas as regiões climáticas do mundo, ocorrendo a maioria nos trópicos e subtropicais, principalmente em matas, savanas, cerrados e caatingas (PRADO, 1987). É uma das maiores famílias de angiospermas, compreendendo cerca de 500 gêneros e aproximadamente 7.000 espécies atuais (JOLY, 1983). A maior parte das espécies tropicais é constituída por árvores ou arbustos, enquanto que todas as temperadas são herbáceas (HEYWOOD, 1979). As rubiáceas possuem folhas simples, com margem basicamente inteira e padrão de nervação broquidódromo; a presença de estípulas é particularmente característica (HICKEY & WOLFE, 1975; HEYWOOD, op. cit.).

Gênero *Tocoyena* Aublet

Tocoyena riccominii sp. nov.

(est. 6, fig. 2; est. 16, fig. 1)

Holótipo - GP/3E-5133; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Epíteto específico - espécie dedicada ao Prof. Dr. Claudio Riccomini, do Instituto de Geociências da USP.

Diagnose específica - Folha simétrica, obovada, margem inteira. Nervação broquidôdroma; nervura primária de calibre forte, curvada na metade superior da folha; nervuras secundárias de calibre moderado, sub-opostas, divergem da primária segundo ângulos agudos moderados a estreitos ($42-63^\circ$), unindo-se às supra-adjacentes próximo à margem; nervuras terciárias reticuladas ao acaso; nervuras quaternárias e quindenárias divergem de nervuras de ordem respectivamente inferior, de acordo com ângulos variáveis.

Descrição - Folha simétrica, com 6,1 cm de comprimento por 5,2 cm de largura, contorno amplamente obovado, ápice e base não preservados, margem inteira, pecíolo não preservado. Padrão de nervação camptôdromo - broquidôdromo; nervura primária de calibre forte, curvada na metade superior da folha, da qual partem nervuras secundárias de calibre moderado, formando ângulos agudos moderados a estreitos ($42-63^\circ$); nervuras secundárias sub-opostas, unindo-se às supra-adjacentes próximo à margem; nervuras terciárias reticuladas ao acaso; nervuras quaternárias e quindenárias, de espessura proporcional, divergem de nervuras de ordem respectivamente inferior, de acordo com ângulos variáveis.

Distribuição estratigráfica - Apesar da origem da família Rubiaceae remontar ao Paleoceno (LAMOTTE, 1952), não foram encontradas, na literatura paleobotânica, referências à *Tocoyena*. Certamente o fóssil aqui descrito se constitui na primeira ocorrência do gênero para a flora cenozônica do Brasil, embora ou-

tras rubiáceas, já tenham sido assinaladas anteriormente (GORCEIX, 1884; BERRY, 1937; DUARTE, 1972), em depósitos com idades variando do Eoceno ao Plioceno.

Discussão - Este fóssil é representando por um único espécime que, apesar de incompleto e não muito bem preservado, permite a observação de detalhes da nervação. Estes detalhes, bem como o formato da folha, são perfeitamente compatíveis com o gênero *Tocoyena*. O espécime foi comparado com diversas espécies deste gênero, e a que mais se assemelha é *T. brasiliensis*, muito freqüente no Estado de São Paulo.

Classe LILIOPSIDA
Subclasse ALISMATIDAE
Ordem ALISMATALES
Família ALISMATACEAE

Comentários - A família Alismataceae se constitui numa pequena família de plantas aquáticas ou anfíbias (HEYWOOD, 1979), cujos representantes são encontrados essencialmente nas regiões tropicais e na região temperada do hemisfério norte (JOLY, 1983). A família conta com cerca de 10 gêneros, dos quais apenas dois (*Sagittaria* e *Echinodorus*) ocorrem no Brasil. Seus representantes apresentam lâmina foliar grande, de forma muito variável, com diversas nervuras que correm, mais ou menos paralelamente, da base ao ápice onde convergem (JOLY, op.cit.).

Gênero *Echinodorus* Richard ex Engelman

Echinodorus rossiae sp.nov.

(est.6, fig.1; est.8, figs.4,5)

Holótipo - GP/3E-5152; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Parátipo - GP/3E-5163

Epíteto específico - espécie dedicada à botânica Lucia Rossi, do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo.

Diagnose específica - Folha simples, contorno possivelmente ovado, base aparentemente obtusa, margem inteira. Nervação campilódroma, com cerca de 17 nervuras primárias, de calibre fraco, divergindo de um mesmo ponto da base; nervuras secundárias muito finas, mais ou menos paralelas, unindo as primárias, formando ângulos retos ou aproximadamente retos.

Descrição - Fragmento de folha simples, com 2,3 cm de comprimento por 1,5 cm de largura na parte preservada, contorno provavelmente ovado, ápice não preservado, base aparentemente obtusa, margem inteira. Padrão de nervação provavelmente campilódromo, com cerca de 17 nervuras primárias de calibre fraco divergindo de um mesmo ponto da base da folha; nervuras secundárias muito finas, mais ou menos paralelas, unindo as primárias, formando ângulos retos ou aproximadamente retos.

Distribuição estratigráfica - Na literatura paleobo

tânica não foram encontradas referências ao gênero *Echinodorus*. O fóssil aqui descrito se constitui, desta forma, no primeiro registro do gênero, bem como da família Alismataceae, para a flora cenozóica do Brasil, embora fragmentos de plantas aquáticas da Formação Rio Claro tenham sido atribuídos, com dúvidas, a esta família, por BJORNBERG et al. (1964).

Discussão - Este fóssil é representado por numerosos fragmentos, embora apenas dois apresentem dimensões superiores a 2 cm, possivelmente devido à fragilidade da folha.

Os pequenos fragmentos podem ser eventualmente confundidos com restos de folhas de palmeiras ou plantas afins. Entretanto, nos espécimes maiores e melhor preservados, o padrão de nervação campilódromo e a disposição das nervuras secundárias, sugerem fortemente tratar-se de uma típica folha de Alismataceae.

Dentre os gêneros da família representados atualmente no Brasil, o que mais se assemelha é *Echinodorus*.

3.3.2. SEMENTES

Material - GP/3T-1826; - 1830, - 1831
(est. 6, figs. 4,5; est. 17, figs. 1,6)

Procedência - Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Descrição - Estrutura elíptica com cerca de 2 mm

de comprimento, de cor escura e testa (?) lisa; em corte longitudinal aparece a testa (?) e o tégmen (?), este último bem desenvolvido, e um lóculo, correspondente provavelmente à localização do embrião.

Discussão - As estruturas analisadas foram consideradas como prováveis sementes, especialmente pela presença de um tégmen (?) espesso e que deixa uma pequena linha de abertura na porção distal, podendo corresponder à região da fusão dos tegumentos do óvulo e canal micropilar. Estes fósseis são especialmente abundantes na camada fossilífera centimétrica (foto 3), onde ocorrem associados com restos de folhas e de pequenos caules. Ao contrário das folhas, que estão reduzidas a fragmentos de diminutas dimensões, estas sementes estão geralmente intactas e pouco deformadas.

A variação morfológica observada dentre estas estruturas é relativamente pequena, sendo possível que, em sua quase totalidade, as mesmas possam ser atribuídas a um único taxon.

Embora a variabilidade da estrutura da semente das angiospermas e sua relativa constância em grupos menores permitam utilizar os seus caracteres na classificação de plantas (ESAU, 1974), as dificuldades que envolvem sua identificação taxonômica são muito grandes, principalmente no que se refere a espécimes fósseis.

Conforme destaca McCLURE (1957), a identificação de sementes desconhecidas é difícil e freqüentemente impraticável, já que não existem tratamentos organizados comparáveis com manuais bo

tânicos, nos quais a planta pode ser determinada. As poucas chaves de classificação existentes, utilizando características de sementes, referem-se a um número reduzido de famílias.

Usualmente, a única maneira de identificar sementes desconhecidas é através da comparação com ilustrações da literatura especializada ou com material de herbário. Entretanto, a literatura referente a estudos taxonômicos de sementes a nível de família é muito escassa. Nos compêndios de taxonomia, poucos representantes de cada família têm sementes figuradas ou descritas em maior detalhe. Na literatura paleobotânica, por sua vez, existem poucos trabalhos especificamente voltados a sementes de angiospermas fósseis. No Brasil, apenas MAGALHÃES (1950) e BEURLEN & SOMMER (1954) estudaram sementes cenozóicas em maior profundidade, sendo que a maioria dos autores tem se limitado a simples referências à presença de tais fósseis (PAULA COUTO, 1949; ALMEIDA et al., 1984; MANDARIM-DE-LACERDA, 1985; 1986). Além da escassez da literatura especializada, cumpre ressaltar o fato de que faltam espécimes modernos para comparação, já que nem todas as plantas de herbário incluem frutos ou sementes.

Considerando o acima exposto, bem como o fato da classificação das sementes ser baseada principalmente em aspectos não preservados no documentário paleontológico, é preferível, conforme já admitido por FITTIPALDI et al. (1989), não atribuí-las a um taxon em especial, visto que, de momento, não existem elementos que permitam uma atribuição segura.

3.3.3. FRUTOS

Família FABACEAE

Gênero *Sophora* Linnaeus

Sophora giuliettiae sp. nov.

(est. 13, figs. 1-3)

Holótipo - GP/3E-5218; localidade-tipo: Porto de areia nº 1 da Itaquareia, Itaquaquecetuba, SP.

Epíteto específico - espécie dedicada à Profa.Dra. Ana Maria Giulietti, do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da USP.

Diagnose específica - Fruto indeiscente, pleios - pèrmico, com constrição na região entre as sementes, formando segmentos globosos, contínuos entre si ou separados por regiões intercalares.

Descrição - Fruto indeiscente, provavelmente cilíndrico e de superfície lisa, pleiospèrmico, com constrição na região entre as sementes, formando segmentos globosos de 1 cm de comprimento por 0,8 cm de largura, contínuos entre si ou separados por regiões intercalares com cerca de 0,1 cm de comprimento por 0,3 cm de largura.

Distribuição estratigráfica - Os fósseis mais antigos de *Sophora* datam do Paleoceno (KNOWLTON, 1917), referindo-se quase que exclusivamente a folhas. O fóssil aqui descrito se constitui no primeiro registro do gênero, bem como na primeira ocorrência.

rência de um fruto moniliforme, para o Cenozóico brasileiro.

Discussão - Este fóssil é representado por um único espécime, infelizmente fragmentado após a coleta, em função do ressecamento da matriz. Entretanto, apesar de incompleto, o fóssil pode ser identificado como um fruto moniliforme, típico das leguminosas, e em especial do gênero *Sophora*.

3.3.4. FRUTOS (?)

Material - GP/3T-1827

(est. 6, figs. 6-8; est. 18, figs. 1-8)

Descrição - Em vista frontal, estes fósseis apresentam-se como estruturas triangulares, portando dois "sacos" de cada lado. Em corte longitudinal cada "saco" corresponde a pelo menos dois lóculos internos, que são revestidos por uma película de tecido mais claro e reticulado.

Discussão - Uma análise preliminar destas estruturas em vista frontal, lembrou de imediato um megasporófilo de Gymnospermae com dois óvulos. Porém, um exame mais detalhado mostrou a presença de dois "sacos" laterais, e um corte longitudinal mostrou a presença de vários lóculos. É possível que este material pertença às dicotiledôneas, embora aparentemente não mostre afinidade com qualquer das famílias atuais.

Observação: além das sementes e frutos anteriormente tratados, foram encontradas prováveis estruturas reprodutivas (est. 19, figs. 1-6), de difícil identificação taxonômica.

CAPÍTULO 4COMPARAÇÃO COM RESTOS VEGETAIS ASSINALADOS EM OUTROS
DEPÓSITOS CENOZÓICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO.

Os vegetais fósseis assinalados nos megaclastos da Formação Itaquaquecetuba apresentam pequena utilidade, pelo menos a nível genérico, em correlações temporais, visto que, devido à sua grande distribuição ao longo do Cenozóico, não são diagnósticos do ponto de vista cronológico.

Considerando que a posição relativa da ocorrência fossilífera aqui estudada, bem como de todas as demais referentes a restos vegetais dentro da sequência sedimentar cenozóica, ainda não foram avaliadas, fica difícil antever qualquer possibilidade de datação. Existem perspectivas, entretanto, de que esta possibilidade venha a se concretizar após o estudo de um grande número de formas, procedentes de distintos níveis estratigráficos, dos vários depósitos desta e de outras bacias cenozóicas. Vários depósitos, inclusive, têm fornecido coleções substanciais, as quais, no entanto, ainda não estão adequadamente estudadas.

Assim sendo, estudos mais abrangentes, procurando mostrar as possíveis afinidades dos restos vegetais da Formação Itaquaquecetuba com os de outros depósitos cenozóicos apresentam grande potencialidade. Isto é especialmente verdadeiro no caso do Cenozóico do estado de São Paulo, onde numerosas ocorrências têm sido assinaladas, embora poucas tenham sido estudadas até o momento. (figura 7)

Figura 7 - Principais ocorrências de sedimentos cenozóicos no estado de São Paulo e suas relações com as grandes feições tectônicas (modificado de ALMEIDA et al., 1981).

Com base em material obtido em trabalhos de campo, e em informações disponíveis na literatura, uma breve análise comparativa é feita a seguir, visando fornecer subsídios para trabalhos futuros, quando o conhecimento a respeito dessas ocorrências estiver mais avançado.

4.1. BACIA DE TAUBATÉ

4.1.1. FORMAÇÃO TREMEMBÉ

A Formação Tremembé, proposta por ALMEIDA (1957), consiste na unidade estratigráfica basal da Bacia de Taubaté. Compreende uma seqüência sedimentar gerada em um complexo lacustrino, com alteração das condições de predomínio de lagos para predomínio de rios (HASUI et al. 1978). Litologicamente, a formação é caracterizada pelos folhelhos papiráceos, pirobetuminosos, e argilitos sílticos maciços, contendo intercalações de areias e argilas (MEZZALIRA & PAULA COUTO, 1971).

Estudos palinológicos efetuados em amostras de testemunhos de um poço que, segundo LIMA et al. (1985a), corresponde à parte superior da unidade, forneceram uma provável idade oligocênica. O material palinologicamente fértil, entretanto, foi obtido apenas na porção superior da parte testemunhada.

Em função de uma facies lacustre bem estabelecida, seu documentário paleontológico é bastante rico, sendo constituído por abundantes restos animais e vegetais. Sua paleoictiofauna,

em especial, há muito tem atraído a atenção dos pesquisadores (RAGONHA, 1982). Os megarestos vegetais, entretanto, apesar de assinalados desde o início do século, ainda são relativamente pouco estudados.

Deve-se a MANDARIM-DE-LACERDA (1985, segundo DUARTE & MANDARIM-DE-LACERDA, 1987), o primeiro estudo sobre megarestos, com base em material procedente de dois sítios fossilíferos localizados nos arredores da cidade de Tremembé: Mina Nossa Senhora da Guia e Fazenda Santa Fé. A coleção estudada era composta por 7 folhas, 2 frutos e uma semente. Infelizmente, este estudo permanece inédito, de modo que seus resultados não estão disponíveis na literatura.

Posteriormente, MANDARIM-DE-LACERDA et al. (1986) apresentaram uma nota curta a respeito do estudo biométrico, morfológico e taxonômico da tafoflora proveniente do Jazigo Mina Nossa Senhora da Guia. Os restos vegetais estavam representados por 6 folhas, 2 frutos e uma semente, bem como por palinomorfos pertencentes a diferentes grupos (fungos, pteridófitas, coníferas e dicotiledôneas).

O trabalho mais recente sobre os restos vegetais da Formação Tremembé é o de DUARTE & MANDARIM-DE-LACERDA (1987). As autoras identificaram preliminarmente, ao nível supra-genérico apenas, no Jazigo Fazenda Santa Fé, uma tafoflora representada por restos de carófitas, pteridófitas, gimnospermas, e dicotiledôneas (Lauraceae, Nymphaeaceae, Guttiferae, Mimosaceae, Caesalpinaceae, Palacaeae, Myrtaceae, Celastraceae, Rutaceae, Loganiaceae e Apocy-

naceae) e monocotiledôneas (Graminae e Typhaceae). A associação, se gundo as autoras, indicaria um clima subtropical úmido, contrapon do-se à informação de LIMA et al. (1985a), que sugeriram um clima frio e seco.

Considerando que, com base em espécies de palinomorfos estratigraficamente importantes (LIMA et al., 1985a; LIMA & MELO, 1989), parece haver alguma contemporaneidade entre a sedimenta ção da parte superior da Formação Tremembé e a dos níveis orgânicos (megaclastos) da Formação Itaquaquecetuba, seria até certo pon to admissível a ocorrência, nestas unidades, de algumas formas comuns. Entretanto, desde que ainda não existem informações disponíveis a respeito dos gêneros e espécies presentes na Formação Tremembé, fica difícil o estabelecimento de eventuais correlações, em bora pelo menos 5 famílias (Lauraceae, Mimosaceae, Rutaceae, Myrtaceae e Caesalpinaceae) estejam presentes em ambas unidades.

4.1.2. SEDIMENTOS SOBREJACENTES À FORMAÇÃO TREMEMBÉ

A Formação Pindamonhangaba, proposta por RICCOMINI (1989), mas ainda não formalizada, constitui, em parte, os depôsitos anteriormente denominados Formação Caçapava.

É constituída por sedimentos essencialmente flúviais meandrantes (RICCOMINI, 1989). Sua idade provavelmente corresponde ao Terciário Superior.

Ao contrário da Formação Tremembé, estratigrafica-

mente inferior, seu documentário paleontológico é bastante escasso. Os únicos registros na literatura, até o momento, referem-se a restos mal preservados de peixes originalmente descritos em sedimentos referidos à Formação Caçapava (VICALVI, 1982). Restam dúvidas, entretanto, sobre a posição estratigráfica desses fósseis (C. Riccomini, informação verbal).

Recentes trabalhos de campo têm demonstrado, de outro lado, a ocorrência de níveis que, embora pouco espessos, são muito fossilíferos. Dois jazigos merecem destaque:

a. Afloramento TB-33 (RICCOMINI, 1989) - situado no município de Taubaté, próximo ao km 1,6 da SP-123 (rodovia Quiririm - Campos de Jordão), a 250 m da saída para Campos de Jordão, junto ao cruzamento das ruas 29 e Antonio da Silva, no extremo nordeste da Folha Taubaté III, SF-23-Y-D-11-2-NO-D, 1:10.000, Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, Projeto Macroeixos.

Neste afloramento pode ser observado um nível de argila avermelhada, extremamente rico em restos vegetais. Estes são constituídos basicamente por fragmentos de caules e de folhas, dispostos de maneira caótica.

Os caules estão representados por fragmentos bastante reduzidos, sendo de identificação taxonômica provavelmente impossível, visto que ocorrem na forma de moldes desprovidos de feições diagnósticas.

As folhas, por sua vez, são geralmente de pequenas

dimensões, embora fragmentos de até 7 cm de comprimento tenham sido observados. Alguns espécimes encontram-se praticamente completos e em razoável estado de preservação. Em muitos casos, porém, o padrão de nervação está indistinto, dificultando a correta identificação.

Um exame preliminar dessas folhas revelou a presença, com relativa abundância, de típicas folhas de melastomataceas e de folhas alongadas com nervação paralelinérvia, provavelmente pertencentes às gramíneas ou monocotiledôneas afins. Foi também verificada a presença de algumas folhas que, segundo J.R. Pirani (informação verbal) assemelham-se muito às de *Anacardium*, embora com dimensões mais reduzidas.

b. Afloramento TB-25 (RICCOMINI, 1989) - situado no km 124,5 da BR-116 (Rodovia Presidente Dutra), no sentido São Paulo - Rio de Janeiro.

Neste corte, correspondente à mesma posição estratigráfica do TB-33, foi também constatada a presença de um nível fossilífero, embora menos rico. Existem informações a respeito de fósseis muito bem preservados neste afloramento. No entanto, foram obtidos apenas restos que, em função de sua natureza fragmentária, e do seu precário estado de preservação, não possibilitam maiores considerações de caráter taxonômico.

De momento, seria prematura qualquer comparação com a tatoflora da Formação Itaguaquecetuba, visto que os vegetais da Formação Pindamonhangaba ainda são conhecidos de forma muito pre-

liminar. Com base no material disponível, contudo, parece cabível afirmar que, no aspecto taxonômico, a única semelhança ocorre a nível de família, visto que as melastomatáceas ocorrem nas duas unidades. De outro lado, parece haver uma presença expressiva, na Formação Pindamonhangaba, de monocotiledôneas, ao contrário do que ocorre na Formação Itaquaquecetuba onde, até agora, apenas um espécime foi registrado. Finalmente, ao que tudo indica, as dimensões das folhas são bem mais reduzidas no caso da Formação Pindamonhangaba, embora tal fato possa ser devido a fatores tafonômicos.

4.2. FORMAÇÃO RIO CLARO

A Formação Rio Claro foi definida por BJORNBERG & LANDIM (1966) a partir de estudos efetuados na área entre os rios Piracicaba e Pardo, sendo constituída por sedimentos predominantemente areníticos, por vezes conglomeráticos, com lâminas e leitos de argila subordinados. Seus depósitos assentam-se, em grande parte, sobre as formações Pirambóia e Estrada Nova (OKA-FIORI, 1987).

Há divergência quanto à distribuição desta unidade. Alguns autores admitem que a distribuição da unidade seja mais ampla do que aquela apontada originalmente. PONÇANO (1981) limita o uso da designação à área em que foi originalmente definida, sem deixar de assinalar como correlatos, no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, depósitos assim mencionados pela literatura.

Assim como outros depósitos cenozóicos de origem continental, a idade da Formação Rio Claro ainda não está bem es-

tabelecida. FÚLFARO & SUGUIO (1968) consideram-na neocenozóica. M. R.Lima (informação verbal), com base palinológica, propõe uma ida de pleistocênica.

Até o momento, os megafósseis conhecidos na Formação Rio Claro referem-se exclusivamente a vegetais aquáticos. Esses restos foram objeto apenas de um estudo preliminar de BJORNBERG et al. (1964) e atribuídos, com dúvidas, às famílias Nymphaeaceae, Potamogetonaceae e Alismataceae.

A família Alismataceae está representada na Formação Itaquaquetuba através do gênero *Echinodorus*. A descrição sumária do material estudado por BJORNBERG et al. (1964), entretanto, dificulta qualquer comparação.

4.3. FORMAÇÃO PARIQUERA-AÇU

A Formação Pariquera-Açu, definida por BIGARELLA & MOUSINHO (1965), corresponde aos depósitos em terraços do baixo vale do Rio Ribeira de Iguape e de seu afluente, o Rio Jacupiranga.

A unidade é composta predominantemente por sedimentos finos, com alternâncias irregulares de siltitos arenosos e arenitos arcóseos, associados a camadas conglomeráticas pouco espassas (BIGARELLA & MOUSINHO, 1965). O mecanismo de deposição foi principalmente do tipo movimento de massa, que teria ocorrido sob condições de paleoclima semi-árido (RICCOMINI et al., 1987).

A Formação constitui o substrato para a Formação Cananéia, do Pleistoceno Superior, e outros depósitos costeiros do Quaternário, sendo considerada de idade (mínima) pliocênica-pleistocênica segundo dados palinológicos preliminares (RICCOMINI et al., 1987).

MARCELLO (1981) assinalou, em nota prévia, a ocorrência de restos vegetais (folhas e caules) em sedimentos atribuídos à Formação Pariquera-Açu, na região de Iguape, sem no entanto apresentar qualquer descrição ou ilustração.

Com vistas à coleta de material, foi efetuado um trabalho de campo na localidade citada por MARCELLO (1981), mais precisamente no km 5,7 da Rodovia Biguã-Iguape. Não foi encontrado, entretanto, qualquer vestígio dos vegetais citados.

4.4. FORMAÇÃO CANANÉIA

A Formação Cananéia, proposta por PETRI & SUGUIO (1973), é constituída por areias finas inconsolidadas, muito bem selecionadas, com raras intercalações argilosas, depositadas em ambientes marinhos. Sua área de afloramento típica encontra-se na região de Iguape e Cananéia mas, segundo FÚLFARO & SUGUIO (1974), ocorrem depósitos correlacionáveis em toda a costa SE brasileira.

Com base na cronologia proposta por SUGUIO & MARTIN (1978) e MARTIN et al. (1979), a Formação Cananéia tem sido atribuída a um episódio transgressivo datado de cerca de 120.000

anos AP. Há alguma controvérsia, contudo, a respeito do caráter desse episódio.

Nos sedimentos arenosos da formação são relativamente comuns tubos fósseis de *Callichirus* que, ao lado de raros e mal preservados moldes internos de lamelibrânquios (SUGUIO & MARTIN, 1976), constituem os únicos fósseis registrados na literatura.

Em coletas realizadas na seção-tipo da unidade, no município de Cananéia, foram encontrados pequenos fragmentos vegetais, de dimensões centimétricas, nos mesmos níveis dos tubos de *Callichirus*. Tais fragmentos, provavelmente correspondentes a caules, apresentam uma insipiente carbonificação, podendo se constituir no primeiro registro de restos vegetais na Formação Cananéia. Essa descoberta, entretanto, deve ser encarada com as devidas reservas, considerando que o referido material pode corresponder a raízes de plantas atuais. Datações por C-14 poderão certamente confirmar a natureza fóssil desses fragmentos.

4.5. DEPÓSITOS ISOLADOS

Numerosas ocorrências de restos vegetais têm sido reportadas em depósitos aluviais pré-atuais, que vem sendo assinalados ao longo das principais drenagens do Planalto Atlântico (MEZALIRA, 1948, 1959, 1961-62; ALMEIDA, 1952; WOHLERS et al., 1954; WOHLERS, 1964; PENALVA, 1971; COLTRINARI et al., 1984; FULFARO et al., 1985). Tais depósitos ocorrem principalmente ao longo dos rios Paraibuna, Paraitinga, Parateí, Tietê, Jundiá, Atibaia e Ja-

guari, sendo que nem sempre a correlação com a drenagem atual é evidente, encontrando-se alçadas de mais de 10 metros em relação ao leito atual (MELO & PONÇANO, 1983).

A idade desses depósitos é incerta, de modo que têm sido considerados ora terciários, correlacionáveis às Bacias de São Paulo e Taubaté, ora quaternários, sincrônicos às glaciais. Segundo PONÇANO (1981), a maior parte dessas ocorrências é quaternária, correspondendo a períodos de formação de terraços e pedimentos, sincronicamente às glaciais.

Esses restos, em sua quase totalidade, ainda não foram objeto de estudos sistemáticos. As ocorrências melhor conhecidas são abordadas a seguir.

4.5.1. TANQUE

A unidade sedimentar informalmente denominada "Tanque" por FÚLFARO et al., (1985) aflora junto à Rodovia Fernão Dias, próximo à antiga estação ferroviária do Tanque, nas imediações de Atibaia. A unidade é constituída por sedimentos arenosos, com estratificação cruzada, e siltico-argilosos, com estratificação plano-paralela, não raro, tão finamente laminada que torna-se um folhelho (FÚLFARO et al., op.cit.). Nos sedimentos argilosos são encontrados abundantes restos vegetais e estruturas de escavação de animais perfuradores (FÚLFARO et al., op.cit.). Esses restos são representados por folhas, caules e esporos, frequentemente carbonificados. Até o momento, somente prováveis restos de carófi

tas foram identificados (WOHLERS et al., 1954).

Embora essa unidade já tenha sido referida por diversas vezes na literatura (ALMEIDA, 1952; WOHLERS et al., 1954 ; PENALVA, 1971; FÚLFARO et al., 1985), nunca foi apresentada qualquer descrição mais detalhada ou ilustração dos restos vegetais. De acordo com V.J.Fúlfaro (informação verbal), os restos vegetais são muito abundantes e bem preservados. PENALVA (op.cit.) também se refere à "boa qualidade de parte do material", solicitando a ajuda de especialistas para "identificar pelo menos as famílias ou ordens presentes". Segundo F.Penalva (informação verbal), as folhas se assemelham muito às da vegetação arbórea atual, não se referindo, provavelmente, a restos de vegetais aquáticos.

Considerando, portanto, que não existem informações disponíveis na literatura, somente coletas minuciosas poderão fornecer maiores detalhes a respeito desses fósseis e de suas possíveis relações com os de outros depósitos cenozóicos. Estudos paleontológicos, de outro lado, poderão fornecer subsídios para o estabelecimento da idade desses sedimentos.

4.5.2. JAZIGO VARGEM GRANDE DO SUL

O Jazigo Vargem Grande do Sul, assinalado inicialmente por MEZZALIRA (1961-62), é constituído por argilas caulínicas muito ricas em impressões vegetais.

O jazigo acha-se situado no município de Vargem

Grande do Sul, no sítio Cachoeira, a 4 km ao sul da cidade de Vargem Grande do Sul, na margem direita do Ribeirão Cachoeira, afluente da margem direita do Rio Jaguari (MEZZALIRA, 1961-62). Segundo A.M.Coimbra (informação verbal) esse depósito pode ser considerado como correlato à Formação Rio Claro.

MEZZALIRA (1961-62) descreveu a nova espécie *Tibouchina izildaisabelae* (Melastomataceae), referindo-se ainda à presença de folhas atribuídas às famílias Anonaceae e às ordens Ebenales e Rutales.

Posteriormente, DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983) efetuaram um estudo mais detalhado no jazigo. Além de formas já assinaladas em outros depósitos cenozóicos, como *Sapindus ferreirai* (Sapindaceae da Bacia Miocênica de Pirabas) e *Platypodium potosianum* (Leguminosae do Plioceno de Cerro de Potosi, Bolívia), as autoras verificaram a presença de 8 novas espécies de dicotiledôneas: *Cassia parkerii*, *C. elliptica*, *C. parabicapsularis* (Leguminosae - Caesalpinioaceae), *Machaerium nervosum*, *Camptosema cordatum*, *C. primum* (Leguminosae - Fabaceae), *Cedrela arcuata* (Meliaceae) e *Serjania mezzalirai* (Sapindaceae).

DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983) atribuíram esse depósito ao Quaternário, embora sem apresentar qualquer argumento a favor desta idade.

Um estudo complementar a respeito do jazigo foi apresentado por DUARTE & REZENDE-MARTINS (1985), no qual foram descritos 8 novos taxons de dicotiledôneas: *Maytenus fragilis* (Ce

lastraceae), *Eugenia vargensis*, *E. punctata*, *Psidium adornatum*, *Myrcia diafana*, *Calyptranthes argilosa*, *Gomidezia costata* (Myrtaceae) e *Symplocos dealbata* (Symplocaceae). Foi também verificada a presença de *Tibouchina izildaisabelae*, descrita anteriormente por MEZZALIRA (1961-1962).

Pelo menos cinco gêneros reconhecidos no Jazigo Vargem Grande do Sul também foram assinalados na Formação itaquaquecetuba, ou seja, *Cassia*, *Serjania*, *Psidium*, *Myrcia* e *Machaeium*. Além disto, a família Melastomaceae também está representada nos dois casos.

Apesar da ocorrência de gêneros comuns às duas taofloras, os fósseis, contudo, são marcadamente distintos a nível específico.

4.5.3. DEPÓSITOS DE VÁRZEAS DO PARATEÍ

Dentre as numerosas ocorrências isoladas de depósitos aluviais pré-atuais, destaca-se a várzea do Rio Parateí, constituída por argilas e areias. Segundo COLTRINARI et al (1984), ao longo do vale do rio são freqüentemente encontradas camadas contendo restos vegetais, que incluem troncos de até 60 cm de diâmetro, folhas e fragmentos de galhos.

De acordo com COLTRINARI et al. (1984), esses restos, sobretudo troncos e fragmentos de galhos, acham-se notavelmente bem preservados. Os troncos foram atribuídos aos gêneros *Aspidosperma* (Apocynaceae), *Nectandra* (Lauraceae), *Ficus* (Moraceae),

Tabebuia (Bignoniaceae) e *Cedrela* (Meliaceae) (TITARELLI, 1975, segundo COLTRINARI et al., 1984).

Datações com C-14, efetuadas em amostras extraídas de duas seqüências de depósitos orgânicos, indicaram, para a inferior, uma idade de 7.700 anos AP e, para a superior, 1700-2200 a nos AP (COLTRINARI et al., 1984).

Das famílias identificadas na várzea do Rio Parateí, apenas Lauraceae está representada na Formação Itaquaquecetuba, através do gênero *Ocotea* . Folhas de *Cedrela*, de outro lado, foram assinaladas por DUARTE & REZENDE-MARTINS (1983) no Jazigo Vargem Grande do Sul.

CAPÍTULO 5

PALEOCLIMA

5.1. PALEOCLIMA DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA

A determinação do paleoclima da Formação Itaquaquecetuba é de grande importância para o entendimento da evolução paleogeográfica do sudeste brasileiro no Cenozóico, sem perder de vista, naturalmente, as implicações de ordem global.

Na literatura geológica brasileira existe, pelo menos, uma dezena de trabalhos que abordam o problema do paleoclima daquela formação. Nesses estudos, o paleoclima tem sido inferido com base em indicadores de natureza paleontológica, sedimentológica, estratigráfica e geomorfológica, sugerindo desde um clima temperado até semi-árido.

Do ponto de vista paleobotânico, os principais indicadores utilizados na interpretação do paleoclima da Formação Itaquaquecetuba dizem respeito aos troncos (SUGUIO, 1971; SUGUIO & MUSSA, 1978; ARAI, 1987), folhas (FITTIPALDI et al., 1989) e palinomorfos (LIMA & MELO, 1989). Troncos e folhas têm sugerido principalmente um clima tropical, ao passo que os palinomorfos apontam para um clima temperado. Haveria, portanto, uma aparente contradição entre os dados fornecidos pelos macrofósseis (folhas) e

microfósseis (palinomorfos), inclusive aqueles provenientes dos mesmos níveis orgânicos.

Para explicar esta contradição, FITTIPALDI & SIMÕES (1989) propuseram um modelo paleoclimático (detalhado na parte final deste trabalho) baseado na zonação altitudinal de vegetação, cujos principais aspectos são abordados a seguir.

5.1.1. ZONAÇÃO ALTITUDINAL

Nas regiões tropicais, as modificações climáticas que ocorrem com o aumento da altitude envolvem uma diferenciação na vegetação. Desta forma, à medida em que aumenta a altitude, a vegetação usualmente vai diminuindo em porte e se tornando mais aberta, com o desaparecimento dos estratos intermediários. As lianas tornam-se raras, enquanto que o epifitismo, sobretudo o de líquens e musgos, aumenta consideravelmente.

Gradativamente vai ocorrendo um declínio na diversidade, de modo que a dominância, que é exercida a princípio por várias espécies, qualquer que seja o status dinâmico da comunidade, passa a ser exercida por poucas espécies, ou mesmo por uma única.

Em altitudes variáveis de acordo com a região considerada, a floresta perenifólia, que caracteriza os andares mais inferiores, é substituída por uma vegetação não florestal, frequentemente dominada por formas idênticas ou que lembram muito aque -

las de regiões temperadas (GOOD, 1964). Essa vegetação é extremamente variável, sendo em geral herbácea, na qual as gramíneas dominam em maior ou menor extensão.

A zonação altitudinal é, em alguns casos, bem definida. Frequentemente, porém, é difícil de ser precisada, devido à grande amplitude de variação de certas formas, que acarreta uma superposição das zonas. Assim sendo, qualquer limite entre as zonas deve ser considerado arbitrário, e uma zona deve ser encarada apenas como uma área de alta probabilidade para a ocorrência de um tipo particular de vegetação.

Embora ainda faltem alguns elementos comprobatórios, há um consenso geral de que o controle primário da zonação altitudinal é a temperatura. SEGADAS-VIANNA (1965), porém, lembra que a fisiografia, quando favorável, permite a máxima expressão da vegetação de acordo com as possibilidades climáticas e, quando desfavorável, causa vários graus de inibição. Desta forma, a penetração de um andar de vegetação dentro de outro é geralmente determinada e controlada por topografia.

Descrições de zonações altitudinais são escassas na literatura referente às regiões tropicais. No Brasil, a zonação que tem sido mais intensivamente estudada é provavelmente a do Maciço de Itatiaia, que foi detalhadamente descrita por SEGADAS-VIANNA (1965). Considerando três elementos básicos, isto é, vegetação, fisiografia e clima, este autor delimitou seis principais andares de vegetação:

- 1) Planície (400 a 700 metros)
- 2) Montanha Inferior (700 a 1100 metros)
- 3) Montanha Média (1100 a 1700 metros)
- 4) Montanha Superior (1700 a 2000 metros)
- 5) Planalto (2000 a 2400 metros)
- 6) Cumes (2400 a 2770 metros)

O andar mais baixo, Planície, é hoje coberto por vegetação secundária em seus estágios pioneiros. Sua parte superior é ocupada por uma floresta sub-climax, de 15 a 20 metros de altura, dominada por *Tibouchina estrellensis* (Melastomataceae) e *Cassia multijuga* (Caesalpiniaceae).

O segundo andar, Montanha Inferior, é quase total - mente recoberto por matas secundárias, sendo as mais comuns as dominadas por *Tibouchina estrellensis*, *Cassia multijuga*, *Miconia candolleana* e *Miconia sellowiana* (Melastomataceae). O climax é uma floresta aberta, de sub-bosque pouco denso, com um porte de 30 a 40 metros, constituída por árvores de troncos grossos, retíli - neos e raízes tabulares. A dominância é exercida por *Cariniana ex celsa* (Lecythidaceae), *Cedrella fissilis* (Meliaceae), *Cabralea ei - chleriana* (Meliaceae) e *Callichlamis latifolia* (Bignoniaceae).

Os andares Montanha Média e Montanha Superior têm por climax, respectivamente, uma floresta de 20 a 30 metros de altura, dominada por espécies do gênero *Cabralea*, e uma floresta pouco densa, baixa, com não mais de 15 metros de altura, dominada por *Cabralea eichleriana*.

O penúltimo andar, Planalto, de topografia irregular e bastante variada, tem por climax uma vegetação graminóide com estrutura de estepe. Os três tipos de mata que ocorrem neste andar, sempre em situações topográficas especiais, matas de *Roupa la lucens* (Proteaceae), de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) e de *Podocarpus lambertii* (Podocarpaceae), são relíquias das vegetações climax que ocuparam a região em épocas passadas.

No último andar, Cumes, a vegetação predominante é uma comunidade dominada por um bambú anão, *Chusquea pinifolia* (Graminae), cujos indivíduos têm um porte que não ultrapassa um metro. Esta comunidade é sem dúvida alguma o climax, ainda que seja o climax edáfico. Cumpre lembrar que, nestas altitudes mais elevadas, em função da escassez de chuvas, a presença de vegetação xerofítica é comum.

A zonação altitudinal nos Andes Colombianos foi tratada de maneira bastante didática por FLENLEY (1979), que delimitou pelo menos seis andares: Floresta Inferior, Floresta Sub-Andina, Floresta Andina, Sub-Páramo, Páramo e Super Páramo (fig. 8). Embora o exemplo se refira a uma região equatorial, a diferenciação altitudinal na vegetação é similar à observada nos trópicos.

5.2. INFERÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS

Conforme destacam FITTIPALDI & RÖSLER (1987), as plantas fósseis estão entre os mais fidedignos indicadores paleo-

Figura 8 - Zonação altitudinal na Cordilheira dos Andes (modificado de FLENLEY, 1979).

climáticos, já que os vegetais apresentam sempre uma sensibilidade a variações ambientais de certa magnitude.

No caso da Formação Itaquaquecetuba, as folhas fósseis apresentam especial interesse, considerando que representam e lementos adicionais para o esclarecimento do paleoclima vigente à época de deposição daquela unidade. Entretanto, para se demonstrar a validade em inferências paleoclimáticas dessas folhas, cabe aqui uma breve discussão.

Considerando a proporção relativamente alta de folhas inteiras ou pouco fragmentadas nos níveis orgânicos da Formação Itaquaquecetuba, é admissível supor que as mesmas não se depositaram muito longe da área fonte. Segundo MAC GINITIE (1969), folhas de árvores crescendo a 1000 metros de um rio não podem alcançar o sítio de deposição, exceto durante tempestades. De outro lado, folhas de textura fina são eliminadas após poucos km de transporte (MAC GINITIE, op.cit.). Desta forma, podemos admitir que as folhas fornecem uma informação paleoclimática bastante precisa, con siderando que elas representam uma vegetação que ocupava uma área próxima do sítio de deposição. A nível local, portanto, as folhas possibilitam inferências paleoclimáticas mais fidedignas que outros fósseis como, por exemplo, os palinomorfos, desde que estes podem ser transportados a enormes distâncias (milhares de quilômetros, segundo BIRKS & BIRKS, 1980) e fornecem informações de âmbi to mais regional. Além disto, as folhas se constituem em partes do vegetal outrora vivente e não apenas em um estágio reprodutivo do ciclo da vida (ROBERTS, 1989). As vantagens dos macrofósseis ve getais sobre os palinomorfos em reconstituições paleoambientais fo ram sumarizadas por BIRKS & BIRKS (op.cit.).

Conforme visto anteriormente, a quase totalidade dos fósseis presentes na Formação Itaguaquecetuba representa gêneros presentes na flora atual. Em alguns casos, mesmo a nível específico, os fósseis são extremamente semelhantes a formas atuais (*Ocotea*, *Luehea* e *Myrcia*, por exemplo). Desta forma, com base nos análogos modernos, são possíveis inferências paleoclimáticas bastante precisas.

Apesar da presença de alguns fósseis não identificáveis, a taoflora da Formação Itaguaquecetuba apresenta uma diversidade relativamente alta, inclusive com a presença de formas (briófitas, por exemplo) que produzem quantidades muito pequenas de esporos, dispersos de maneira ineficiente, ou muito frágeis e não fossilizáveis, ou ainda não distinguíveis. Considerando que quanto maior o número de elementos, mais fidedigna é a reconstituição paleoflorística, tal fato representa uma grande vantagem em inferências paleoclimáticas.

Finalmente, cabe ressaltar que, apesar das vantagens das folhas como indicadores paleoclimáticos, torna-se imprescindível uma integração com os dados palinológicos de modo a se obter um quadro paleoecológico mais completo da vegetação primitiva.

Com base no acima exposto, é perfeitamente cabível uma reconstituição paleoclimática fundamentada nos vegetais fósseis, embora devam ser evitadas interpretações muito simplistas, considerando que sempre existem fatores desconhecidos agindo durante a deposição dos fósseis e durante sua fossilização.

5.3. INDICADORES PALEOCLIMÁTICOS

5.3.1. ARQUITETURA FOLIAR

FITTIPALDI & RÖSLER (1987) lembram que as plantas não são apenas adaptadas fisiologicamente a seu ambiente, mas também desenvolvem feições anatômicas ou morfológicas características de seu habitat. As feições foliares das angiospermas, em especial, são muito afetadas pelas condições climáticas. Portanto, as condições climáticas do passado podem ser determinadas, também, por meio da arquitetura foliar. O uso da arquitetura foliar para a interpretação de paleoclimas é baseado no princípio de que a variação na forma da folha é contínua ao longo de gradientes climáticos, e estatisticamente correlacionada com uma ou mais variáveis climáticas. Deste modo, o ambiente tende a selecionar plantas que têm certo aspecto físico para um dado tipo climático, quer este domine sobre áreas separadas por oceanos ou, presumivelmente, por grandes períodos de tempo.

Segundo WOLFE (1971, 1981), o uso da arquitetura foliar fornece uma das bases mais sólidas para a avaliação do significado paleoclimático das plantas fósseis. WOLFE (1978) salienta que há várias vantagens em basear interpretações paleoclimáticas nos aspectos físicos das assembléias de folhas fósseis. As características físicas de vegetações ocupando climas similares em regiões muito separadas mostram alto grau de similaridade, embora estas regiões possam apresentar poucos taxons em comum. De outro la-

do, vegetações submetidas a climas diferentes em uma mesma região apresentam tipicamente características físicas diferentes, embora possam ter muitos taxons em comum. Desta forma, esta metodologia se constitui em importante ferramenta para inferir direção e magnitude de mudanças climáticas em uma seqüência estratigráfica de assembléias, particularmente se seqüências de diferentes paleolatitudes são analisadas (WOLFE & UPCHURCH, 1987). Além disto, o uso das feições físicas propicia inferências paleoclimáticas, independente da identificação dos gêneros e famílias representados, e independente de suas distribuições climáticas atuais (WOLFE, 1971).

Neobotânicos interessados na relação entre ambiente e arquitetura foliar também têm reconhecido a importância do uso da arquitetura foliar em inferências paleoclimáticas. De acordo com RICHARDS (1952), conclusões sobre os climas de floras terciárias são talvez mais solidamente fundamentadas quando elas são obtidas a partir dos caracteres foliares, do que quando elas se baseiam nas afinidades taxonômicas da flora fóssil.

De acordo com DOLPH & DILCHER (1979), oito feições da arquitetura foliar podem ser correlacionadas com clima: tamanho, tipo de margem, tipo de ápice, organização (folha composta x folha simples), padrão de nervação, densidade de nervação, textura e tipo de base.

No presente trabalho, para as inferências paleoclimáticas, serão utilizadas somente as feições que os diversos autores têm estudado mais intensivamente.

5.3.1.1. Tamanho

RAUNKIAER (1934) verificou que o tamanho da folha era claramente correlacionado com umidade disponível. Desta forma, a partir desse estudo, passou a se aceitar que o tamanho da folha decresce continuamente ao longo de gradientes ambientais que refletem decréscimo de temperatura e/ou precipitação. Folhas grandes são encontradas em áreas tropicais úmidas, com a área foliar diminuindo em direção às montanhas ou aos polos. Estudos recentes têm corroborado estas premissas.

RAUNKIAER (1934), considerando a inerente variabilidade das folhas na mesma planta, dividiu a área foliar, numa sequência geométrica, em 6 classes:

Leptófilo	-	até	$0,25 \text{ cm}^2$
Nanófilo	-	$0,25 \text{ cm}^2$	- $2,25 \text{ cm}^2$
Micrófilo	-	$2,25 \text{ cm}^2$	- $20,25 \text{ cm}^2$
Mesófilo	-	$20,25 \text{ cm}^2$	- $182,25 \text{ cm}^2$
Macrófilo	-	$182,25 \text{ cm}^2$	- 1640 cm^2
Megafiló	-	acima de	$1640,25 \text{ cm}^2$

WOLFE & UPCHURCH (1987) discutem acuradamente o tamanho da folha como indicador paleoclimático. Segundo estes autores, modelos matemáticos indicam que o diâmetro foliar é o componente mais fortemente ligado ao ambiente físico. Considerando, portanto, que o diâmetro tem uma correlação geral com o tamanho da folha, este último é uma feição válida para interpretar vegetação fóssil. O tamanho da folha é determinado por fatores tais co-

mo disponibilidade de nutrientes, disponibilidade de água, níveis de calor e níveis de iluminação, e envolve intercâmbio adaptativo entre pressões seletivas conflitantes (por exemplo, a necessidade de maximizar ganhos fotossintéticos versus a necessidade de minimizar perda d'água). Na vegetação moderna, as folhas maiores são encontradas em estratos inferiores de floresta de copa fechada, multiestratificadas, megatermais (temperatura média anual maior do que 20°C); os principais fatores operantes são provavelmente alta temperatura, alta umidade e ausência de iluminação solar direta. O tamanho da folha decresce em vegetações de regiões úmidas a meio úmidas, mesotermas (13°C-20°C) e microtermais (menor que 13°C). Decréscimo de umidade disponível durante a estação de crescimento também afeta fortemente o tamanho da folha. Em climas sub-úmidos, megatermais, o tamanho da folha é marcadamente menor do que em climas úmidos e meio úmidos, megatermais, e um fenômeno similar relacionado à umidade ocorre em climas mesotermas e microtermais.

Embora o tamanho da folha seja um importante critério em estudos de vegetações atuais, a aplicação deste parâmetro a assembléias fósseis é altamente problemática, porque folhas de diferentes tamanhos podem ser selecionadas diferencialmente no processo de transporte e preservação (SPICER, 1975, segundo WOLFE, 1978). Além disto, conforme ressaltam FITTIPALDI & RÖSLER (1987), mudanças no tamanho da folha podem estar relacionadas a outros parâmetros ambientais. DOLPH & DILCHER (1980a, 1980b), por exemplo, analisando floras da Costa Rica e de diversas localidades do Hemisfério Ocidental, verificaram que a variação do tamanho da folha ao longo de gradientes climáticos não é contínua.

Dentre os gêneros identificados na Formação Itaquaquecetuba, há um nítido predomínio de folhas micrófilas (tabela 1). Entretanto, vale a pena ressaltar o grande número de prováveis lauráceas, não passíveis de identificação genérica, que podem ser atribuídas ao tipo mesófilo. Cabe salientar, conforme acima exposto, que fatores tafonômicos podem ter selecionado folhas de determinados tamanhos.

Segundo RICHARDS (1952), ocorre predomínio de folhas mesófilas em florestas pluviais. De acordo com o esquema de RAUNKIAER (1934), portanto, a presença de grande número de folhas micrófilas, aliada à ocorrência de folhas mesófilas, poderia sugerir, com as devidas reservas, um clima relativamente úmido.

5.3.1.2. Tipo de margem

A correlação entre tipo de margem foliar e clima foi postulada inicialmente por BAYLEY & SINNOTT (1915): à medida que a temperatura decresce, tanto com o aumento da altitude como da latitude, a porcentagem de espécies tendo folhas com margens lisas também decresce. Em florestas tropicais úmidas, por exemplo, a porcentagem de espécies com margens lisas é maior que 75% (WOLFE, 1969). Esta porcentagem decresce em direção às montanhas (57-75%, para as florestas de montanha e sub-montanha) ou em direção aos polos (inferior a 39% na floresta temperada quente) (WOLFE, op. cit.). As únicas exceções ocorrem em áreas secas, tais como desertos, onde a porcentagem de espécies tendo folhas com margens lisas é sempre alta, independente da posição altitudinal ou lati-

tudinal. Estudos recentes, envolvendo floras modernas e fósseis, têm consubstanciado estas premissas.

O uso desta feição em estudos paleoclimáticos é bastante atrativo, porque o tipo de margem é facilmente codificado, mesmo quando se usa material fóssil fragmentário. Entretanto, segundo WOLFE & UPCHURCH (1987), a validade da utilização da margem da folha em estudos de temperatura é baseada nos princípios de que: 1) a assembléia representa uma vegetação climax; 2) a escala margem da folha/temperatura usada seja válida. Vegetação de habitats perturbados (particularmente nas margens de rios) pode fornecer baixas estimativas de temperatura devido à alta proporção de espécies com folhas denteadas, já que estas espécies normalmente se concentram nas margens de rios ou lagos. Entretanto, na vegetação regional, a vegetação climax é mais diversa do que a vegetação perturbada e, deste modo, à medida em que a vegetação climax aumenta em uma assembléia fóssil (isto é, a amostragem da vegetação regional é mais completa), mais válida pode ser a temperatura estimada. Um corolário é que assembléias de depósitos de canal fornecerão as estimativas de temperatura menos seguras: assembléias de depósitos lacustrinos também contêm alta representação de vegetação perturbada de margem de rios (SPICER, 1981, segundo WOLFE & UPCHURCH, 1987). Assembléias de depósitos de barras ou de depósitos que representam represamentos dentro de uma floresta tendem a produzir as estimativas de temperaturas mais fidedignas.

Na tafoflora da Formação Itaquaquecetuba, incluindo formas virtualmente não identificáveis, apenas 4 gêneros apresentam margens serradas ou denteadas, isto é *Aquifoliphyllum*, *Casea* -

ria, *Serjania* e *Luehea* (tabela 1). Predominam, portanto, as folhas com margens inteiras, que representam pelo menos 2/3 dos gêneros identificados.

Apesar das ponderações acima apresentadas, existe de fato um significado adaptativo da margem foliar em relação ao clima, o que leva a sugerir que a associação aqui estudada possa ser indicativa de uma mata tropical úmida.

5.3.1.3. Tipo de ápice

O tipo de ápice das folhas está claramente relacionado ao ambiente. Folhas dos estratos inferiores das florestas úmidas têm ápices atenuados, muitos dos quais são alongados em "pontas gotejantes". Ápices atenuados são tipicamente ausentes em folhas de árvores da cobertura ou emergentes; algumas árvores da cobertura têm folhas emarginadas, uma condição resultante do baixo suprimento de umidade ao desenvolvimento da folha. Folhas em climas sub-úmidos têm, em muitos casos, ápices arredondados a emarginados; leguminosas e arbustos, em vegetações sub-úmidas, apresentam particularmente tal morfologia. Ápices emarginados são tipicamente raros em florestas úmidas, mas são comuns em vegetação seca, esclerófila (WOLFE & UPCHURCH, 1987).

Na tafoflora estudada, o tipo de ápice é relativamente variado, quando se consideram os diferentes gêneros. Típicos ápices atenuados ocorrem apenas em *Monstera* e *Myrcia*. Ápices obtusos ou arredondados são comuns, podendo ser observados em

gêneros como *Schizolobium*, *Byrsonima* e *Zanthoxylum*. Ápices agudos ocorrem em *Serjania* e *Cassia*. A presença de ápice emarginado, de outro lado, foi constatada apenas no gênero *Machaerium*. Algumas formas não apresentam o ápice preservado, mas, a julgar pelos equivalentes atuais, não apresentariam ápices emarginados.

Há, portanto, um claro predomínio de ápices atenuados, agudos, arredondados e obtusos, comuns em climas úmidos ou sub-úmidos. Ápices emarginados, sugestivos de climas mais secos, são bem menos frequentes. Estes últimos, entretanto, embora sejam típicos de vegetação esclerófila, não são exclusivos de climas secos.

Com base no acima exposto, pode-se supor que a tafo flora estudada seja indicativa de uma mata de clima úmido.

5.3.1.4. **Textura**

A textura da folha também pode oferecer inferências paleoclimáticas significativas, visto que a mesma está ligada ao hábito desse órgão que, por sua vez, apresenta conotações climáticas.

Folhas perenes são tipicamente espessas e coriáceas, ocorrendo principalmente em regiões de alta temperatura e alta pre cipitação média anual (florestas tropicais e sub-tropicais), enquanto que as decíduas são tipicamente delgadas, ocorrendo com maior frequência nas regiões frias ou secas (WOLFE & UPCHURCH, 1987).

De acordo com WOLFE & UPCHURCH (1987), o hábito de decíduo parece relacionado a três fatores principais. Em plantas de crescimento rápido de vegetação sucessional de habitats perturbados, as folhas são produzidas e descartadas rapidamente, embora em geral de forma gradativa; tais plantas devem ser consideradas como continuamente decíduas. Em áreas que têm pronunciados períodos secos ou frios, mas têm abundante precipitação na estação de crescimento, o hábito decíduo é dominante; tais plantas são periodicamente decíduas. Um terceiro fator ambiental periódico, a luz, pode também levar ao hábito decíduo, embora este fator seja operante, atualmente, apenas em uma área limitada.

No caso das folhas fósseis, obviamente, é muito difícil determinar a textura com segurança. Algumas evidências, porém, podem ser dadas pela espessura da película carbonosa resultante do processo de carbonificação. É o caso, por exemplo, de *Byrsonima* e *Myrcia*, cujos fósseis estão invariavelmente associados a uma película carbonosa bastante espessa, o que poderia sugerir uma textura mais coriácea. De um modo geral, entretanto, a textura de uma folha fóssil pode ser inferida apenas com base em seu equivalente atual.

Uma análise do material da tafoflora da Formação Itaquapecetuba, sugere o predomínio de uma textura mais espessa, embora não necessariamente coriácea. Possivelmente predominam folhas cartáceas. Tal predomínio, entretanto, pode ser devido a fatores tafonômicos, já que as folhas de textura fina podem ter sido eliminadas durante o transporte. De outro lado, a proporção relativamente alta de folhas inteiras, aliada à presença de fósseis

delicados como briófitas e pteridófitas, poderia indicar uma deposição não muito longe da área fonte.

Desta forma, com as devidas reservas, pode-se afirmar que a taoflora da Formação Itaquaquecetuba é indicativa de uma mata tropical ou sub-tropical.

5.3.2. NÚMERO DE ESPÉCIES

O número de espécies numa comunidade vegetal é função da temperatura ambiente. As zonas tropicais se destacam por um elevado número de espécies, ao passo que nas altas latitudes o número de espécies é muito inferior. RIGBY (1971), por exemplo, representou didaticamente a relação entre temperatura, número de espécies e número de espécimes por espécie, mostrando que, à medida que se caminha para regiões mais frias, há um decréscimo no número de espécies presentes e um acréscimo no número de espécimes de cada espécie presente.

Desta forma, a ocorrência de uma taoflora muito rica em espécies, sobretudo de formas arborescentes, pode ser atribuída a um clima mais quente.

No caso da taoflora da Formação Itaquaquecetuba, o número de espécies pode ser considerado relativamente elevado, visto que foram identificadas pelo menos 19 espécies de angiospermas pertencentes a 14 famílias diferentes. Além disto, deve ser levado em conta o fato de que as espécies descritas não correspon-

dem à totalidade das formas presentes na tafoflora, visto que algumas não foram incluídas no presente estudo porque seu estado de preservação (padrão de nervação não preservado) não propiciava uma identificação segura.

O número de espécies, bem como a diversidade de grupos presentes na tafoflora (briófitas, pteridófitas, monocotiledôneas e dicotiledôneas), sugere, portanto, uma mata tropical.

5.4. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA ATUAL DOS GÊNEROS ASSINALADOS NA TAFOFLORA DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA

Lindsaea Dryander ex Smith

Lindsaea se constitui num gênero pantropical e extratropical, com cerca de 150 espécies, das quais 45 na América (TRYON & TRYON, 1982). Ocorre principalmente em florestas úmidas, porém algumas espécies também crescem em campos de gramíneas, brejos, ou em áreas rochosas abertas (TRYON & TRYON, op.cit.).

Isotachis Mitt.

Isotachis é um gênero tropical, muito comum na Mata Atlântica (O.Yano, informação verbal).

Ocotea Aublet

Ocotea apresenta cerca de 200 espécies distribuídas principalmente pela América tropical e sub-tropical (MABBERLEY,

1987). Se constitui numa planta lenhosa arbórea muito freqüente nas matas brasileiras (JOLY, 1983). *Ocotea pulchella*, que apresenta grande afinidade com o fóssil descrito, é uma espécie comum na Mata Atlântica, podendo inclusive alcançar o cerrado (RIZZINI, 1979).

Luehea Willdenow

O gênero *Luehea* engloba cerca de 20 espécies da América tropical, a maioria do Brasil. *Luehea divaricata*, muito semelhante ao fóssil descrito, é uma árvore comum de Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, na Mata Atlântica, podendo penetrar no cerrado (RIZZINI, 1971).

Piptadenia Benth

O gênero *Piptadenia* inclui 15 espécies com distribuição restrita à América tropical (MABBERLEY, 1987). De hábito arbóreo, é comum na Mata Atlântica, desde o nordeste até o sul do Brasil, mostrando preferência por solos úmidos (RIZZINI, 1971).

Cassia Linnaeus

O gênero *Cassia* engloba aproximadamente 535 espécies (MABBERLEY, 1987), que representam uma ampla variedade de ervas, arbustos e árvores amplamente distribuídos em todas as regiões tropicais e temperadas quentes de todos os continentes, sendo especialmente abundante na América tropical (BERRY, 1916, 1935).

Schizolobium Vogel

O gênero *Schizolobium* inclui apenas duas espécies distribuídas pela América tropical (MABBERLEY, 1987), sendo considerado monotípico por alguns autores. *Schizolobium parahyba*, similar ao fóssil descrito, é uma árvore comum na Mata Atlântica desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul (RIZZINI, 1971).

Machaerium Persoon

O gênero *Machaerium* apresenta cerca de 120 espécies distribuídas principalmente pela América tropical (MABBERLEY, 1987). Compreende plantas de hábito arbóreo ou arbustivo, incluindo muitas lianas (MABBERLEY, op.cit.).

Sophora Linnaeus

Sophora é uma leguminosa de hábito arbustivo ou arbóreo, incluindo cerca de 52 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e temperadas (MABBERLEY, 1987).

Myrcia De Candolle ex Guillarmod

O gênero *Myrcia* apresenta na atualidade mais de 400 espécies distribuídas nas Américas tropical e sub-tropical, concentradas especialmente nas regiões centro-oeste e sudeste do Brasil (MC VAUGH, 1968, 1969, segundo KAWASAKI, 1984). De acordo com LEGRAND (1968, segundo KAWASAKI, 1984), a maioria das espécies ocorre em Minas Gerais. *Myrcia rostrata*, em especial, é uma espécie muito comum, encontrada em todo o Brasil extra-amazônico, de-

monstrando preferência por solos úmidos de capoeiras, orlas e clareiras de matas (LEGRAND & KLEIN, 1969).

Psidium Linnaeus

O gênero *Psidium* engloba aproximadamente 100 espécies, de hábito arbustivo ou arbóreo, distribuídas pela América tropical e sub-tropical, com maior concentração da região amazônica até o sul do México (KAWASAKI, 1984). No Brasil, suas espécies são encontradas desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul (KAWASAKI, op.cit.).

Bertolonia Raddi

O gênero *Bertolonia*, com 14 espécies, apresenta distribuição restrita ao Brasil (MABBERLEY, 1987). *Bertolonia mosenii* é uma planta herbácea de baixa altitude, muito freqüente na Mata Atlântica, nas proximidades de riachos (S.A.C. Chiea, informação verbal).

Byrsonima Richard ex Jussieu

O gênero *Byrsonima* apresenta cerca de 150 espécies, de hábito arbustivo, distribuídas pela América tropical (MABBERLEY, 1987).

Serjania Miller

Constituído principalmente por trepadeiras de matas, o gênero *Serjania* inclui cerca de 215 espécies tropicais e

sub-tropicais (MABBERLEY, 1987), sendo que a maioria delas ocorre no Brasil (DUARTE, 1972).

Zanthoxylum Linnaeus

Zanthoxylum é uma planta de hábito arbóreo ou arbustivo, portadora de espinhos. Abrange cerca de 200 espécies, com ampla distribuição nas regiões tropicais e temperadas quentes, especialmente na América, África, Ásia e Austrália (MABBERLEY, 1987).

Tocoyena Aublet

O gênero *Tocoyena* inclui 20 espécies, distribuídas pela América tropical (MABBERLEY, 1987). Pode apresentar hábito sub-arbustivo, arbustivo ou arbóreo, chegando a alcançar até 25 m de altura (PRADO, 1987).

Echinodorus Richard ex Engelmann

Echinodorus é uma planta de hábito aquático, com folhas submersas, flutuantes ou emergentes, mas que também pode ocorrer no sub-bosque (RATAJ, 1978). Apresenta cerca de 47 espécies distribuídas pela América e África (MABBERLEY, 1987).

Monstera Adans

O gênero *Monstera* é constituído por 22 espécies de hábito herbáceo (liana) distribuídas pela América tropical (MABBERLEY, 1987). Apresenta muitos representantes no Brasil.

TABELA 1 - Feições foliares de importância paleoclimática observadas nos gêneros presentes na taoflora da Formação Itaquaquecetuba

ESPÉCIE	MARGEM	TIPO DE ÁPICE	TEXTURA	ÁREA FOLIAR (cm ²)
<i>Ocotea pulchelliformis</i>	inteira	obtusos (?)	cartácea (?)	3,6
<i>Luehea divaricatiformis</i>	serrada	agudo (?)	cartácea (?)	7,2
<i>Casearia serrata</i>	serrada		cartácea (?)	
<i>Piptadenia tertiaria</i>	inteira	agudo	cartácea (?)	
<i>Cassia rosleri</i>	inteira	agudo	cartácea (?)	2,8
<i>Schizolobium inaequilaterum</i>	inteira	obtusos	cartácea (?)	0,7
<i>Machaerium piranii</i>	inteira	emarginado	cartácea (?)	2,0
<i>Myrcia</i> cf. <i>rostrataformis</i>	inteira	atenuado	sub-coriácea (?)	5,1
<i>Psidium paulense</i>	inteira		cartácea (?)	
<i>Bertolonia coimbrai</i>	inteira		cartácea (?)	2,3
<i>Aquifoliphyllum ilicioides</i> *	denteada		cartácea (?)	
<i>Rhamniphyllum caseariformis</i> *	inteira		cartácea (?)	
<i>Byrsonima bullata</i>	inteira	arredondado	coriácea (?)	4,0
<i>Serjania itaquaquecetubensis</i>	serrada	agudo	cartácea (?)	3,4
<i>Serjania lancifolia</i>	serrada	agudo	cartácea (?)	2,9
<i>Zanthoxylum glanduliferum</i> *	inteira	obtusos	cartácea (?)	2,2
<i>Tocoyena riccominii</i>	inteira		cartácea (?)	22,3
<i>Echinodorus rossiae</i>	inteira	agudo (?)	sub-cartácea (?)	
<i>Monstera marginata</i> *	inteira	atenuado	cartácea (?)	

* identificados por FITTIPALDI et al. (1989).

TABELA 2 - Hábito climático dos gêneros identificados na Formação Itaquaquecetuba, sugerindo fortemente um clima tropical úmido, de acordo com suas ocorrências em matas atuais.

GÊNERO	H Á B I T O C L I M Á T I C O		
	TROPICAL ÚMIDO	SUB-TROPICAL ÚMIDO	TEMPERADO QUENTE ÚMIDO
<i>Isotachis</i>	x		
<i>Lindsaea</i>	x		
<i>Ocotea</i>	x	x	
<i>Luehea</i>	x		
<i>Casearia</i>	x		
<i>Piptadenia</i>	x		
<i>Cassia</i>	x		x
<i>Schizolobium</i>	x		
<i>Machaerium</i>	x		
<i>Sophora</i>	x		x
<i>Myrcia</i>	x	x	
<i>Psidium</i>	x	x	
<i>Bertolonia</i>	x		
<i>Byrsonima</i>	x		
<i>Serjania</i>	x	x	
<i>Zanthoxylum</i>	x		x
<i>Tocoyena</i>	x		
<i>Echinodorus</i>	x		
<i>Monstera</i>	x		

5.5. RESULTADOS

Com base nos indicadores paleoclimáticos e na distribuição geográfica atual dos gêneros assinalados (tabela 2), é lícito admitir que a taoflora estudada é sugestiva de uma mata tropical úmida, ou seja, de uma mata pluvial, visto que as formas identificadas apresentam equivalentes atuais que ocupam este tipo de ambiente.

5.6. COMENTÁRIOS

A mata pluvial é típica das porções mais úmidas e chuvosas dos trópicos, sendo geralmente densa e exuberante. Caracteriza-se pela parte aérea, constituída por numerosas e variadas formas de vida, que se ordenam em grupos estruturais denominados sinúsias e se dispõem em estratos (RIZZINI, 1979). Apresenta marcante heterogeneidade, abrigando representantes de muitas famílias, principalmente leguminosas, bignoniáceas, lauráceas e mirtáceas (TROPPEMAIR, 1989), além de arbustos, palmeiras, fetos arborescentes, ervas macrófilas e numerosas epífitas e lianas (RIZZINI, op. cit.). As árvores não apresentam portes muito elevados, e poucas perdem totalmente a folhagem de maneira periódica, predominando as perenifólias.

5.7. DISCUSSÃO

Conforme visto anteriormente, a taoflora aqui es-

tudada é sugestiva de uma mata pluvial. Até certo ponto é cabível supor, com base nas formas identificadas, que essa mata apresenta alguma similaridade com a atual Mata Atlântica. Esta formação vegetal, de acordo com a topografia e condições edáficas, pode ser subdivididas em várias associações florísticas (KLEIN, 1975). RIZINI (1979), por exemplo, distingue 4 formações na Mata Atlântica: floresta pluvial montana, floresta pluvial baixo-montana, floresta de *Araucária* e floresta pluvial ripária e em manchas. É temerária, entretanto, qualquer tentativa no sentido de situar a taoflora dentro de formações equivalentes, visto que a distinção é baseada em diversos aspectos, inclusive alguns dificilmente preservados no documentário paleontológico. Desta forma, de momento, sem o risco de incorrer em erros de interpretação, pode-se afirmar apenas que a taoflora está relacionada a uma mata sugestiva de condições climáticas úmidas.

A presença, associada à taoflora, de pólenes de coníferas, os quais, segundo LIMA & MELO (1989), seriam indicativos de clima não tropical, possivelmente seco, poderia ser explicada pelo fato destes pólenes serem anemófilos e, portanto, transportáveis a enormes distâncias. Desta forma, os pólenes estariam relacionados à vegetação das porções mais altas do paleorelevo, onde o clima seria mais frio e seco. As folhas aqui estudadas, por sua vez, representariam uma amostragem mais local, onde os vegetais ocupariam as porções mais baixas do paleorelevo, em condições de clima mais quente e úmido (FITIPALDI & SIMÕES, 1989). A ocorrência desses elementos evidenciaria, assim, a existência de uma zonação altitudinal ao longo das paleovertentes, de forma semelhante, grosso modo, ao que ocorre atualmente no Maciço de Ita-

tiaia, no planalto de Campos de Jordão e nos Andes Colombianos.

Com base na presença de um sistema fluvial entrelaçado ("braided"), e em datações por C-14, que sugeriram uma correlação com glaciais e interglaciais do hemisfério norte, diversos autores admitiram a hipótese de um clima semi-árido para a época de deposição dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba. O ambiente semi-árido, segundo PENTEADO (1978), é caracterizado por possuir médias anuais de temperatura muito elevadas, escassez e irregularidade de precipitação, vegetação empobrecida e falta de rios perenes.

A presença de uma floresta pluvial pode ser considerada incompatível com um ambiente semi-árido, desde que este tipo de formação vegetal está associado a solos saturados de umidade, em função de uma elevada-precipitação anual. Além disto, em um clima semi-árido, a vegetação apresenta características xeromórficas, ao contrário da taoflora estudada, onde as folhas não mostram qualquer evidência de adaptação à semi-aridez climática.

Alguns autores (AB'SÁBER, 1978; 1980; SUGUIO, 1980) admitiram que os troncos presentes na Formação Itaquaquecetuba poderiam estar relacionados à existência de matas galerias, mesmo sob condições regionais de aridez. Vale lembrar que tais troncos, que certamente não estão incluídos nos mesmos níveis orgânicos das folhas aqui estudadas, pertencem, segundo SUGUIO (1971) e SUGUIO & MUSSA (1978), a gêneros atualmente viventes nas florestas úmidas da América tropical. De acordo com AB'SÁBER (op.cit.), "as águas, ora altas, ora baixas, transitando, cada vez mais, por sob

areais, transportando novas areias de rio acima, faziam um efeito continuado de cortes e recheios ("cult and fill"), em canais anastomosados de leito de rio largo e variável. No seu trânsito irregular e às vezes violento, levavam de roldão troncos de árvores de uma paleo-mata galeria regional, anterior à generalização das florestas pluviais, atualmente predominantes no Planalto Atlântico". Segundo SUGUIO (1980), "embora os estudos paleo-anatômicos das madeiras fósseis tenham indicado condições climáticas do tipo tropical úmido para os ambientes em que viveram estas plantas, ainda existe a possibilidade de que os sedimentos associados tenham sido depositados em clima semi-árido. Neste último caso, as madeiras poderiam estar ligadas a matas galerias que se desenvolveram ao longo de cursos de água, mesmo em regiões semi-áridas". Entretanto, partindo da suposição de que o clima regional fosse semi-árido, fica difícil imaginar a ocorrência de uma mata típica de clima tropical úmido, mesmo que ciliar, dentro de um contexto regional caracterizado pela semi-aridez, pois, conforme salientado anteriormente, a irregularidade e a escassez de chuva neste ambiente não favorecem, com raras exceções, a existência de rios perenes. Somente rios muito volumosos como, por exemplo, o Rio São Francisco e o Rio Nilo, são perenes em regiões semi-áridas, propiciando a presença permanente de uma mata ciliar.

As matas galerias, de outro lado, são caracterizadas por menor variedade de espécies e ausência quase completa de vegetação inferior (GONZAGA DE CAMPOS, 1912). Na associação estudada, porém, a diversidade de espécies, inclusive com a presença de briófitas e pteridófitas, bem como a abundância de certas formas, são sugestivas de uma mata mais extensa.

Da mesma forma, a presença de uma floresta mais extensa parece dificilmente compatível com um sistema fluvial entrelaçado onde, eventualmente, poderiam ocorrer apenas "ilhas" de vegetação.

De acordo com RICCOMINI (1989), os níveis que contêm as folhas aqui estudadas correspondem a megaclastos. Se intraclásticos, seriam contemporâneos à unidade e representariam corpos aquosos efêmeros instáveis, isto é, sujeitos à erosão e retrabalhamento no sistema "braided" instalado com rápida construção e destruição das barras transversais em resposta a distintos níveis das águas em regimes torrenciais (Armando Marcio Coimbra, informação verbal). Se extraclásticos, poderiam pertencer ao mesmo contexto geológico ou se constituírem em produtos de canibalismo de uma unidade sedimentar mais antiga.

Conforme sugerido por FITTIPALDI et al. (1989), com base nas conclusões de RICCOMINI (1989), os megaclastos seriam extraclásticos. Desta forma, estes blocos, contendo os sedimentos já consolidados, seriam originados por retrabalhamento tectônico de sedimentos mais antigos, ricos em restos vegetais, referentes à facies de meandros abandonados da Formação São Paulo (sensu RICCOMINI, 1989), depositados sob condições úmidas.

Tais condições também poderiam estar presentes à época de deposição do sistema fluvial entrelaçado da Formação Itaquaquecetuba, conforme agora admitido por RICCOMINI (1989). Segundo RICCOMINI (op.cit.), a abundância de minerais instáveis naquela unidade, que tem sido interpretada como uma evidência de clima

semi-árido, poderia ter ocorrido sob condições úmidas, desde que o tectonismo fosse acentuado. Da mesma forma, em regime de alta pluviosidade, pode ocorrer a lavagem de lama, com perfeita segregação dos minerais. Além disto, a microflora da Cidade Universitária, em sedimentos não retrabalhados, também referíveis à Formação Itaquaquecetuba, apresenta predominância de esporos de pteridófitas, o que poderia sugerir um clima úmido. Evidências adicionais a favor de um clima úmido poderiam ser dadas ainda pelos troncos que, embora possam ter sofrido algum transporte, são de caráter local. Considerando o conteúdo fossilífero mais importante na definição paleoclimática do que o tipo de drenagem estabelecida, que está ligada mais diretamente ao regime tectônico então vigente, RICCOMINI (op.cit.) defende, portanto, a hipótese de um clima úmido para o sistema fluvial entrelaçado da Formação Itaquaquecetuba.

Admitindo-se como mais provável a hipótese dos megaclastos serem extraclásticos, ainda restariam dúvidas com relação ao tempo transcorrido entre a deposição dos sedimentos fossilíferos e o retrabalhamento tectônico, bem como com relação à distância entre a área fonte e o sítio deposicional.

No que se refere à distância percorrida pelos blocos, seria lícito supor que não tenha sido muito grande, desde que os mesmos, ainda que consolidados, não resistiriam a um transporte muito prolongado. Tais blocos poderiam ser considerados, portanto, para-autóctones.

O tempo transcorrido entre a deposição dos sedimenen

tos fossilíferos e seu retrabalhamento, contudo, ainda é passível de muita discussão. Enquanto que, com base palinológica, os megaclastos podem ser atribuídos ao Oligoceno (LIMA & MELO, 1989), os depósitos da Formação Itaquaquetuba carecem de datação mais precisa. Embora FITTIPALDI et al. (1989) tenham admitido que os megaclastos seriam provenientes de uma unidade sedimentar mais antiga, não deve ser descartada a possibilidade deles pertencerem ao mesmo contexto geológico. Aparentemente, porém, não seriam penecontemporâneos, considerando que uma análise palinológica preliminar descarta uma idade oligocênica para os depósitos da Formação Itaquaquetuba anteriormente expostos na atual raia olímpica da Cidade Universitária, em função da quase que completa ausência de polens dissacados (RICCOMINI, 1989). No entender deste autor, o sistema fluvial entrelaçado de Itaquaquetuba, com base em argumentos de ordem tectônica, sedimentar e paleontológica, poderia certamente ser referido ao intervalo de tempo pós-Oligoceno a pré-Pleistoceno Superior. Desta forma, embora faltem evidências, deve ser considerada a possibilidade dos blocos terem sido retrabalhados após um tempo geologicamente curto, compatível com a persistência das condições climáticas. Neste caso, as informações paleoambientais fornecidas pelos vegetais apenas seriam válidas para a região onde os blocos se depositaram se, na área tipo, eles fossem penecontemporâneos à sedimentação, ao contrário do admitido para a raia olímpica. De outro lado, considerando a possibilidade de um intervalo de tempo geologicamente maior, as condições dificilmente teriam persistido inalteradas, embora, a julgar pelas evidências paleoclimáticas fornecidas pelos troncos, bem como pelas ponderações de RICCOMINI (op.cit.) anteriormente citadas, seja perfeitamente admissível um clima também úmido para a época de deposição dos sedimentos da Formação Itaquaquetuba.

CAPÍTULO 6CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A taoflora estudada é constituída por restos de angiospermas (dicotiledôneas e monocotiledôneas), pteridófitas e briófitas.
- Com base na grande similaridade entre as folhas fósseis e seus correspondentes modernos, todas as formas estudadas podem ser atribuídas a gêneros atuais, alguns dos quais ainda não registrados em outros depósitos cenozóicos brasileiros.
- Dentre os restos, há um aparente predomínio de leguminosas e mirtáceas, que constituem mais de 50% dos espécimes identificados. A forma mais abundante é *Myrcia* cf. *rostrataformis*.
- Com exceção de *Myrcia* cf. *rostrataformis*, todas as formas são distintas, a nível específico, de fósseis assinalados em outros depósitos cenozóicos brasileiros.
- Os restos incluem os primeiros fósseis de briófitas assinalados no Cenozóico brasileiro.
- A taoflora estudada é sugestiva de uma mata tropical úmida (mata pluvial), visto que as formas identificadas apresentam equivalentes atuais que ocupam este tipo de ambiente.

- A presença de pólenes de coníferas nos mesmos níveis das folhas poderia ser explicada por uma zonação altitudinal, na qual estas coníferas estariam relacionadas à vegetação das porções mais elevadas do terreno, onde o clima seria mais frio e seco.
- Os vegetais identificados apresentam, a nível genérico, pequena utilidade em correlações temporais, já que, devido à sua grande distribuição ao longo do Cenozóico, não são diagnósticos do ponto de vista cronológico. É possível, porém, que o estudo pormenorizado de um grande número de ocorrências, venha a destacar elementos úteis para correlações.
- As informações paleoambientais fornecidas pelos vegetais estudados seriam também válidas para a região onde os megaclastos se depositaram, apenas no caso destes serem penecontemporâneos à sedimentação, o que implicaria em um espaço de tempo compatível com a persistência das condições climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. (1978) A planície do Tietê no Planalto Paulistano. Geomorfologia, 57, 24p.
- AB'SÁBER, A.N. (1980) Súmula geomorfológica da região de São Paulo. In: MESA REDONDA SOBRE ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO. São Paulo, 1980. Anais. São Paulo, ABGE-SBG, p. 33-36.
- ALMEIDA, F.F.M. (1952) Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos estados de São Paulo e Paraná. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, 1(1): 53-58.
- ALMEIDA, F.F.M. (1955) As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, 4(2): 23-40.
- ALMEIDA, F.F.M. (1957) Vale do Paraíba. In: Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia. Relatório Anual do Diretor, p. 90-91.
- ALMEIDA, F.F.M. (1976) The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 48 (supl.):15-26.
- ALMEIDA, F.F.M. & BARBOSA, O. (1953) Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia, 143: 1-96.

- ALMEIDA, F.F.M.; RICCOMINI, C.; DEHIRA, L.K.; CAMPANHA, G.A.C.
(1984) Tectônica da Formação Itaquaquecetuba na grande São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SBG, v.4, p. 1794-1808.
- ANDREWS JR, H.N. (1970) Index of generic names of fossil plants, 1820-1965. Geological Survey Bulletin, 1300: 1-354.
- ARAI, M. (1987) Estudo petrográfico preliminar dos troncos carbonificados da Formação Itaquaquecetuba. Boletim IG, 17: 99-107.
- ATENCIO, D. (1986) Sulfatos secundários: relação com rochas pré-existentes e síntese. São Paulo, Universidade de São Paulo, 210p. (Tese de Mestrado - Instituto de Geociências).
- BAILEY, I.W. & SINNOTT, E.W. (1915) A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. Science, 41: 831-834.
- BARROSO, G.M. (1978) Sistemática de Angiospermas do Brasil. v. 1. LTC/EDUSP, 255p.
- BECKER, H.F. (1969) Fossil plants of the Tertiary Beaverhead Basins in Southwestern Montana. Palaeontographica B., 127(1-6) : 1-142.
- BERRY, E.W. (1916) The Lower Eocene floras of southeastern North America. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 91, 481p.

- BERRY, E.W. (1925) Tertiary plants from eastern Peru. Studies in Geology. Johns Hopkins University, 6: 163-181.
- BERRY, E.W. (1929) The fossil flora of the Loja Basin in Southern Ecuador. Studies in Geology. Johns Hopkins University, 10: 79-135.
- BERRY, E.W. (1935) Tertiary plants from Brazil. Proc. Am. Phil. Soc., 75(7): 565-590.
- BERRY, E.W. (1937) Late tertiary plants from the territory of Acre, Brazil. Studies in Geology. Johns Hopkins University, 12: 81-90.
- BIGARELLA, J.J. (1971) Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação radiométrica pelo método do carbono 14. Paleoclimas, 1:1-22.
- BIGARELLA, J.J. (1975) Topics for discussion. Boletim Paranaense de Geociências, 33: 171-276.
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D. & RIEHS, P.J. (1975) Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 47 (supl.): 411-464.
- BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. (1965) Contribuição ao estudo da Formação Pariquera-Açu, Estado de São Paulo. Boletim Paranaense de Geografia, 16/17: 17-41.

- BIRKS, H.J.B. & BIRKS, H.H. (1980) Quaternary Palaeoecology. London, Edward Arnold, 289p.
- BJORNBERG, A.J.S.; LANDIM, P.M.B. & MEIRELES FILHO, G.M. (1964) Restos de plantas modernas em níveis elevados na região de Rio Claro - São Paulo. Publ. Esc. Eng. S.Carlos, USP, 106: 35-57.
- BJORNBERG, A.J.S. & LANDIM, P.M.B. (1966) Contribuição ao estudo da Formação Rio Claro (Neoceno-zóico). Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, 15(4): 43-67.
- BURNHAM, R.J. (1986) Foliar morphological analysis of the Ulmoideae (Ulmaceae) from the Early Tertiary of Western North America. Palaeontographica B., 201(5-6): 135-167.
- CAIN, S.A.; CASTRO, G.M.O.; PIRES, J.M. & SILVA, N.T. (1956) Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. Part. I. Forest Composition of Arapari Island, Pará. American Journal of Botany, 43: 911-941.
- CHING, R. (1978) The chinese fern families and genera: Systematic arrangement and historical origin (cont.). Acta Phytotax. Sinica, 16(4): 16-37.
- COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C. & MELO, M.S. (1983) A Formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4., São Paulo, 1983. Atas. São Paulo, p. 253-266.

- COLTRINARI, L.; NAKASHIMA, P. & QUEIROZ NETO, J.P. (1984) Evolução quaternária do vale médio do Rio Parateí, Estado de São Paulo - Brasil. Revista do Departamento de Geografia, 3:7-19.
- CREPET, W.L. & TAYLOR, D.W. (1985) The diversification of the Leguminosae: first fossil evidence of the Mimosoideae and Papilionoideae. Science, 228: 1087-1089.
- CRONQUIST, A. (1981) An integrated system of classification of flowering plants. New York, Columbia University Press, 1262p.
- DILCHER, D.L. (1963) Cuticular analysis of Eocene leaves of *Ocotea obtusifolia*. American Journal of Botany, 50: 1-8.
- DILCHER, D.L. (1969) *Podocarpus* from Eocene of North America. Science, 164: 299-301.
- DILCHER, D.L. (1974) Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. The Botanical Review, 40(1): 1-157.
- DILCHER, D.L. & DOLPH, G.E. (1970) Fossil leaves of *Dendropanax* from Eocene sediments of southeastern North America. American Journal of Botany, 57: 153-162.
- DOLPH, G.E. & DILCHER, D.L. (1979) Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. Palaeontographica B., 170(4-6): 151 - 172.

- DOLPH, G.E. & DILCHER, D.L. (1980a) Variation in leaf size with respect to climate in Costa Rica. Biotropica, 12(2): 91-99.
- DOLPH, G.E. & DILCHER, D.L. (1980b) Variation in leaf size with respect to climate in the Western Hemisphere. Bull. Torrey Bot. Club, 107(2): 154-162.
- DOLIANITI, E. (1949) Contribuição à flora pliocênica de Fonseca , Minas Gerais. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 21(3): 239-244.
- DOLIANITI, E. (1950) Contribuição à flora pliocênica de Fonseca , Minas Gerais, II - *Luhea roxoi* n.sp. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 22(3): 303-306.
- DOLIANITI, E. (1955) Frutos de *Nipa* no Paleoceno de Pernambuco , Brasil. Boletim Divisão de Geologia de Mineralogia, 158: 7-36.
- DUARTE, L. (1956) Melastomataceae fósseis da Bacia Terciária de Fonseca, Minas Gerais. Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia, 161: 7-28.
- DUARTE, L. (1972). Flórula da Formação Pirabas, Estado do Pará , Brasil. São Paulo, Universidade de São Paulo, 156p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências.
- DUARTE, L. (1979) Sobre uma Filicínea (*Lastrea dardanoi* n. sp.) do Quaternário do Estado da Paraíba. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 51(4): 741-746.

- DUARTE, L. (1985) Pteridophyta da Bacia de Fonseca, Minas Gerais.
In: Coletânea de trabalhos paleontológicos, MME, DNPM, p. 553-555 (Geol., 27).
- DUARTE, L. & MANDARIM-DE-LACERDA, A.F. (1987) Flora Cenozóica do Brasil: Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, SP. (Nota preliminar). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10., Rio de Janeiro, 1987. Anais. v.2, p. 879-884.
- DUARTE, L. & MELLO FILHA, M.C. (1980) Flórlula cenozóica de Gandra, MG, I. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 52(1) : 77-91.
- DUARTE, L. & NOGUEIRA, M.I.M. (1980) Vegetais do Quaternário do Brasil, I Flórlula de Russas, CE. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 52(1): 37-48.
- DUARTE, L. & REZENDE-MARTINS, A.F.P. (1983) Contribuição ao conhecimento da Flora Cenozóica do Brasil: Jazigo Vargem Grande do Sul, SP. Série Taubaté, I. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 55(1): 109-121.
- DUARTE, L. & REZENDE-MARTINS, A.F.P. (1985) Contribuição ao conhecimento da Flora Cenozóica do Brasil: Jazigo Vargem Grande do Sul, SP. Série Taubaté, II: In: Coletânea de trabalhos paleontológicos. MME, DNPM, p. 565-571 (Geol., 27).
- DUARTE, L. & VASCONCELOS, M.E.C. (1980) Vegetais do Quaternário do Brasil, II Flórlula de Umbuzeiro, PB. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 52(1): 93-108.

- ETTINGSHAUSEN, C. VON (1861) Die Blattskelete der Dikotyledonen mit besondere Riicksicht auf die Untersuchung und Bestimmung der fossilen Pflanzenrest. Kön. Hof. und Staatsdruckerei , Wein, 308p.
- FERNANDES, G.W. (1987) Gall forming insects: their economic importance and control. Revista Brasileira de Entomologia, 31 (3): 379-398.
- FERNANDES, G.W.A. & MARTINS, R.P. (1985) As galhas. Ciência Hoje, 4(19): 58-64.
- FITTIPALDI, F.C. & ROSLER, O. (1987) As plantas fósseis como indicadores paleoclimáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10., Rio de Janeiro, 1987. Anais. Rio de Janeiro, SBP, v.2, p.925-936.
- FITTIPALDI, F.C. & SIMÕES, M.G. (1989) Estado Atual do conhecimento sobre a Paleontologia da Bacia de São Paulo. In: WORKSHOP "GEOLOGIA DA BACIA DE SÃO PAULO"., São Paulo, 1989. Coletânea das Comunicações. São Paulo, Instituto de Geociências, Sociedade Brasileira de Geologia, 1989. p. 27-34.
- 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.

- FITTIPALDI, F.C. & SIMÕES, M.G. (1990) Marcas de possíveis galhas provocadas por insetos em folhas de angiospermas fósseis da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 17., Londrina, 1990. Resumos. p.54.
- FLENLEY, J. (1979) The Equatorial Rain Forest: a geological history. London, Butterworths, 162 p.
- FÚLFARO, V.J.; OLIVEIRA, M.A.F.; MORALES, N. & SOUZA FILHO, E.E. (1985) Evolução cenozóica da região de Atibaia, SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., São Paulo, 1985. Atas. São Paulo, p. 315-321.
- FÚLFARO, V.J. & SUGUIO, K. (1968) A Formação Rio Claro (Neocenozóico) e seu ambiente de deposição. O I.G.G., 20: 45-60.
- FÚLFARO, V.J. & SUGUIO, K. (1974) O cenozóico paulista: gênese e idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. Anais, Porto Alegre, SBG, v.3, p.91-101.
- GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.; FITTIPALDI, F.C. & SIMÕES, M. G. (1988) Restos de vegetais da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico da Bacia de São Paulo). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 39., Belém, 1988. Resumos. p.251.
- GOEBEL, K. (1905) Organography of plants. Oxford.

- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. (1912) Mappa Florestal. Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 102p.
- GOOD, R. (1964) The geography of the flowering plants. New York, John Wiley & Sons Inc., 518p.
- GORCEIX, M.H. (1876) Note sur la roche connue vulgairement au Brêsil sous le nom de Canga, et sur le bassin d'eau douce de Fonseca (province de Minas Geraes). Bull. Soc. Geol. France, 3^{ème} Ser., 4: 321-323.
- GORCEIX, H. (1884) Bacia terciaria d'agua doce nos arredores de Ouro Preto (Gandarela e Fonseca) Minas Geraes - Brasil. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, 3: 75-92.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R. & COIMBRA, A.M. (1975) The Ribeira Folded Belt. Revista Brasileira de Geociências, 5(4): 257-266.
- HASUY, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.; GALVÃO, C. A.C.F.; GIMENEZ, A.F.; ALMEIDA, M.A.; PIRES NETO, A.G.; MELO, M.S. & SANTOS, M.C.S.R. (1978) Geologia da região administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da região administrativa 2 (Litoral) do Estado de São Paulo. Monografias IPT, 1, 78p.
- HEYWOOD, V.H. (ed.) (1979) Flowering plants of the world. Oxford, Oxford University Press, 335p.

- HICKEY, L.J. (1973) Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. American Journal of Botany, 60: 17-33.
- HICKEY, L.J. (1979) A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE, C.R. & CHALK, L. (ed.). Anatomy of the dicotyledons. v.1, ed.2, Oxford, Clarendon Press, p. 25-39.
- HICKEY, L.J. & WOLFE, J.A. (1975) The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. Ann. Mo. Bot. Gard., 62: 538-589.
- HOLLIICK, A. & BERRY, E.W. (1924) A late tertiary flora from Bahia, Brazil. Studies in Geology. Johns Hopkins University, 5: 11-136.
- JOLY, A.B. (1983) Botânica. Introdução à taxonomia vegetal. 6.ed. Editora Nacional, 777p.
- JOVET-AST, S. (1967) Briophyta. In: BOUREAU, E. (ed.). Traité de Paléobotanique. v.2. Paris, Masson et Cie., p. 19-186.
- JUNQUEIRA, C.B. (1969) Camadas cruzadas de areia, gravas e cascalhos fluviais do Vale do Pinheiros ("Campus" da Cidade Universitária). Geomorfologia, 10: 7-9.
- JUPIASSÚ, A.M.S. (1970) Madeira fóssil - Humiriaceae de Irituia, Estado do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Geol. 14: 1-15.

- KAWASAKI, M.L. (1984) A família Myrtaceae na Serra do Cipó. São Paulo, Universidade de São Paulo, 202p. (Tese de Mestrado - Instituto de Biociências).
- KERNER VON MARILAUN, A.J. (1895) The natural history of plants. v.1. New York, Holt.
- KLEIN, R.M. (1975) Southern brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper quaternary climatic changes in the floristic distribution. Boletim Paranaense de Geociências, 33: 67-88.
- KNOWLTON, F.H. (1917) Fossil Floras of the Vermejo and Raton Formations of Colorado and New Mexico. U.S.Geol.Surv.Prof.Paper, 101: 223-455.
- KNOWLTON, F.H. (1924) Flora of Animas Formation. U.S.Geol.Surv. Prof.Paper, 134: 71-117.
- KRAMER, K.U. (1957) A revision of the genus *Lindsaea* in the new world. Acta Botanica Neerlandica, 6: 97-290.
- LAM, H.J. (1925) The Sapotaceae, Sarcospermaceae, and Boerlagelaceae of the Dutch East Indies and surrounding countries. Bull. Jard. Bot. Buitenzorg III, 8: 1-289.
- LAMOTTE, R.S. (1952) Catalogue of the Cenozoic Plants of North America through 1950. Memoir of the Geological Society of America, 51: 1-381.

- LEE, A.T. (1948) The genus *Swainsona*. Contrib. New South Wales Herb., 1: 131-271.
- LEGRAND, C.D. & KLEIN, R.M. (1978) Mirtáceas. In: REITZ, R. (ed.). Flora Ilustrada Catarinense, p. 731-876.
- LIMA, M.R.; SALARD-CHEBOLDIAEFF, M. & SUGUIO, K. (1985a) Etude palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté, (Etat de São Paulo, Bresil), d'apres les echantillons du sondage n° 42 du CNP. In: Coletânea de trabalhos Paleontológicos, MME, DNPM, Geol. n° 27: 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. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 57(2): 183-197.
- LIMA, M.R. & MELO, M.S. (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, Instituto de Geociências, Sociedade Brasileira de Geologia, 1989. p.35-37.
- MARBERLEY, D.J. (1987) The plant-book. Cambridge, Cambridge University Press, 706p.
- MAC GINITIE, H.D. (1969) The Eocene Green River flora of northwestern Colorado and northeastern Utah. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., 83, 203p.

- MAGALHÃES, J. (1948) Sobre a ocorrência de vegetal fóssil na Fazenda São José, Mun. de Guaxindiba, RJ. Mineração e Metalurgia, 13 (73): 36.
- MANDARIM-DE-LACERDA, A.F.; PONS, D. & DUARTE, L. (1986) Contribution à l'étude d'une taphoflore du Cenozoïque du Brésil: gisement mine "Nossa Senhora da Guia", Bassin de Taubaté, Etat de São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 58(4):606.
- MARCELLO, E.P. (1981) Ocorrência de fósseis vegetais na Formação Pariquera-Açu; na região de Iguape, SP. Revista do Instituto Geológico, 2(2):47.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K. & FLEXOR, J.M. (1979) Le quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) e Guaratiba outlet (RJ). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION QUATERNARY, São Paulo, 1978. Special Publication. São Paulo, IGCP/IGUSP/SBG, 1979. p.296-331.
- MAURY, C.J. (1937) Argilas fossilíferas do Pliocênio do território do Acre. Boletim Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 77: 1-29.
- McCLURE, D.S. (1957) Seed characters of selected plant families. Iowa State College Journal of Science, 31(4): 649-682.
- MELO, M.S. (1984) Géologie du Bassin de Resende et contribution à l'évolution du système de rift du SE du Brésil. Rapport de D.E. A., Université d'Aix - Marseille I et II, 62p.

- MELO, M.S.; 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, v.1, p. 32-336.
- MELO, M.S.; COIMBRA, A.M. & RICCOMINI, C. (1989) Evolução dos conhecimentos sobre a geologia da Bacia de São Paulo na década de oitenta. In: WORKHOSP "GEOLOGIA DA BACIA DE SÃO PAULO"., São Paulo, 1989. Coletânea das Comunicações. São Paulo, Instituto de Geociências, Sociedade Brasileira de Geologia, 1989. p.1-11.
- MELO, M.S. & PONÇANO, W.L. (1983) Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo. Monografias IPT, 9, 75p.
- MELO, M.S.; RICCOMINI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. & COIMBRA, A.M. (1985) Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geociências, 15(3): 193-201.
- MEZZALIRA, S. (1948) Nota preliminar sobre a ocorrência de vegetais fósseis no município de Piracaia, SP. Mineração e Metalurgia, 13(73): 36.
- MEZZALIRA, S. (1950) Ocorrência de vegetais fósseis no município de São Paulo. Mineração e Metalurgia, 14(84):162.

MEZZALIRA, S. (1959) Nota preliminar sobre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo no período 1958-1959. Notas prévias, IGG, 2: 1-7.

MEZZALIRA, S. (1961-62) Novas ocorrências de vegetais fósseis cenozoicos no Estado de São Paulo. Revista do Instituto Geográfico e Geológico, 15 (único): 73-94.

MEZZALIRA, S. & PAULA COUTO, C. (1971) Nova conceituação geogronológica de Tremembé, Estado de São paulo, Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 43 (supl.): 473-488.

MORAES REGO, L.F. & SOUZA SANTOS, T.D. (1938) Contribuição para o estudo dos granitos da Serra da Cantareira. Boletim do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, 18.

MOUTON, J.A. (1985) Morphologie foliaire: nouvelles perspectives. In: CONGRÈS NATIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES , Montpellier, 1985. Fasc. t.3, p.267-276.

MUSSA, D. (1958) Dicotiledôneo fóssil da Formação Barreiras, Estado de Sergipe. Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia, 181: 1-48.

MUSSA, D. (1959) Contribuição à paleoanatomia vegetal. II - Madeiras fósseis do território do Acre (Alto Juruá), Brasil. Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia, 195: 1-41.

- NIKLAS, K.J. & GIANNASI, D.E. (1978) Angiosperm paleobiochemistry of the Succor Creek Flora (Miocene) Oregon, USA. American Journal of Botany, 65: 943-952.
- OKA - FIORI, C. (1987) Mapeamento das formações superficiais entre Piracicaba e São Carlos (SP). Boletim Paranaense de Geociências, 37: 53-64.
- PENALVA, F. (1971) Sedimentos neo-cenozóicos nos vales dos rios Jundiaí, Atibaia e Jaguari (Estado de São Paulo). Boletim Paulista de Geografia, 46: 107-138.
- PENTEADO, M.M. (1978) Fundamentos de Geomorfologia. Rio de Janeiro, IBGE, 180p. (Série D,3).
- PETRI, S. & SUGUIO, K. (1973) Stratigraphy of the Iguape - Cananéia regional region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil, part II; heavy mineral studies, microorganism inventories and stratigraphical interpretations. Boletim IG, 4: 71-85.
- PISSIS, A. (1842) Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et sur les soulèvements qui, à diverses époques, on changé le relief de cette contrée. Académie des Sciences, Paris, Comptes Rendus, XIV, p.1044-1046.
- PONÇANO, W.L. (1981) O cenozóico paulista. In: ALMEIDA, F.F.M. et al. Mapa geológico do Estado de São Paulo; escala 1:500.000. São Paulo, IPT. p. 82-96. (IPT Publicação 1184) (Série Monografias 6).

PRADO, A.L. (1987) Revisão taxonômica do gênero Tocoyena Aubl. (Rubiaceae) no Brasil. Campinas, Universidade de Campinas, 193p. (Tese de Mestrado - Instituto de Biologia).

RAGONHA, E.W. (1982) Evolução tecto-sedimentar da Bacia de Taubaté com fundamento na sua ictiofauna. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 54(4): 679-689.

RATAJ, K. (1978) Alismataceae of Brazil. Acta Amazonica, 8(1): suplemento 1.

RAUNKIAER, C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Oxford University Press.

RICCOMINI, C. (1989) O rift continental do sudeste do Brasil. São Paulo, Universidade de São Paulo. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências).

RICCOMINI, C.; TESSLER, M.G. & SUGUIO, K. (1987) Novas evidências de atividade tectônica moderna no sudeste brasileiro: os depósitos falhados da Formação Pariquera-Açu. Proceedings of the IGCP Project 201 Mérida (Venezuela) Meeting: 29-42.

RICHARDS, P.W. (1952) The Tropical Rain Forest. Cambridge, Cambridge University Press, 450p.

RIGBY, J.F. (1971) Some palaeobotanical observations concerning the Bowen Basin. Proc. Second Bowen Basin Symp., Geol. Surv. of Queensland Report, 62: 21-29.

- RIZZINI, C.T. (1971) Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira. São Paulo, Edgar Blücher, 296p.
- RIZZINI, C.T. (1979) Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos. 2º volume. Editora HUCITEC, EDUSP, 374p.
- ROBERTS, N. (1989) The Holocene. An Environmental History. Oxford, Basil Blackwell Ltd., 227p.
- ROSSI, L. (1987) A flora arbóreo-arbustiva da mata da reserva da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira. São Paulo, Universidade de São Paulo, 270p. (Tese de Mestrado - Instituto de Biociências).
- SCHUSTER, R.M. (1984) Evolution, phylogeny and classification of the Hepaticae. In: SCHUSTER, R.M. (ed.). New Manual of Bryology. v.2. p.893-1070.
- SEGADAS-VIANNA, F. (1965) Ecology of the Itatiaia Range. Southeastern Brazil. Arquivos do Museu Nacional, 53: 7-53.
- SHEFFY, M.V. (1972) A study of the Myriaceae from Eocene sediments of southeastern North America. Indiana, Indiana University. 152 p. (Ph.D. dissertation - Department of Plant Sciences).
- STEBBINS JR, G.L. (1950) Variation and Evolution in Plants. New York, Columbia University Press, 643p.

- STEWART, W.N. (1985) Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge, Cambridge University Press, 405p.
- SUGUIO, K. (1971) Estudo dos troncos de árvores "linhitificados" dos aluviões antigos do Rio Pinheiros (São Paulo): significados geocronológico e possivelmente paleoclimático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, SBG, v.1, p.63-65.
- SUGUIO, K. (1980) Síntese dos conhecimentos sobre a sedimentação da Bacia de São Paulo. In: MESA REDONDA SOBRE ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO. São Paulo, 1980. Publ.Esp. São Paulo, ABGE-SBG, p.25-32.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, L.R. & RAMPAZZO, L. (1971) Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo) e seus significados na interpretação do ambiente deposicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, SBG, v.2., p.219-225.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. (1976) Presença de tubos fósseis de "Callianassa" nas formações quaternárias do litoral paulista e sua utilização na reconstrução paleoambiental. Boletim IG, 7:17-26.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. (1978) Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. Special Publication. nº 1. São Paulo, IGCP Project 61/IGUSP/SBG. 55p.

- SUGUIO, K. & MUSSA, D. (1978) Madeiras fósseis dos aluviões antigos do Rio Tietê, São Paulo. Boletim IG, 9: 25-45.
- SUGUIO, K. & TAKAHASHI, L.J. (1970) Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, SP. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 42(3): 555-570.
- TAYLOR, T.N. (1981) Paleobotany. An Introduction to Fossil Plant Biology. New York, McGraw-Hill Book Company, 589p.
- TOLENTINO, M. (1965) Algumas considerações sobre um carvão da Bacia de São Paulo. Publ. Esc. Eng.S.Carlos, USP, 135: 29-33 , (Geol. nº 13).
- TROLL, W. (1938) Vergleichende Morphologie der höhern Pflanzen. 1(2). Berlin, Borntraeger.
- TROPPEMAIR, H. (1989) Biogeografia e meio ambiente. 3.ed. Edição do autor, 258p.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. (1982) Ferns and allied plants. New York, Springer-Verlag, 857p.
- VESPUCCI, J.B.O. (1984) Sistemas deposicionais e evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté, SP. São Paulo, Universidade de São Paulo, 98p. (Tese de Mestrado - Instituto de Geociências).

- VICALVI, M.A. (1982) O primeiro registro de peixes fósseis na Formação Caçapava do Estado de São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 54(2): 351-354.
- WILLIS, J.C. (1966) A Dictionary of the flowering plants and ferns. Cambridge, Cambridge University Press, 1214p.
- WHOLERS, A. (1964) Cenozóico. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, 41: 147-164.
- WHOLERS, A.; MEZZALIRA, S. & SETZER, J. (1954) Geologia da fôlha de Jundiaí, Estado de São Paulo. O I.G.G., 12(1/2):116-131.
- WOLFE, J.A. (1969) Paleogene floras from the Gulf of Alaska region. U.S. Geol. Surv., open file report, 114p.
- WOLFE, J.A. (1971) Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 9: 27-57.
- WOLFE, J.A. (1972) An interpretation of Alaskan Tertiary floras. Chpt. 13. In: GRAHAM, A. (ed.). Floristics & Paleofloristics of Asia & Eastern North America. Amsterdam, Elsevier Pub.Co. p. 210-233.
- WOLFE, J.A. (1978) A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere. American Scientist, 66: 694 - 703.

WOLFE, J.A. (1981) Paleoclimatic significance of the Oligocene and Neogene floras of northwestern United States. In: NIKLAS, K.J. (ed.). Paleobotany, Paleoecology, and Evolution. New York, Praeger, v.2, p. 79-101.

WOLFE, J.A. & UPCHURCH JR, G.R. (1987) North American nonmarine climates and vegetation during the Late Cretaceous. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 61: 33-77.

ESTAMPAS

ESTAMPA 1

- Fig. 1** - *Ocotea pulchelliformis* - mostrando detalhes da nervação e numerosas estruturas circulares de tamanho reduzido; espécime GP/3E-5134 (holótipo).
- Figs. 2,3** - *Luehea divaricatiformis*; 2 - mostrando a margem serrada, as três nervuras primárias divergindo da base do limbo, as nervuras secundárias sub-paralelas e as marcas de possíveis galhas produzidas por insetos; espécime GP/3T-1823 (holótipo); 3 - mostrando detalhes da nervação; espécime GP/3E-4804.
- Fig. 4** - *Casearia serrata* - mostrando a margem serrada e as nervuras primárias e secundárias; espécime GP/3T-1811 (holótipo).
- Figs. 5,6** - *Machaerium piranii* - mostrando detalhes da nervação e marcas de possíveis galhas, produzidas por fungos ou insetos, distribuídas irregularmente pelo limbo; espécimes GP/3E-5238a, -5238b (parte e contraparte).

ESTAMPA I

ESTAMPA 2

- Figs. 1,2** - *Machaerium piranii*; 1 - mostrando detalhes da nervação e marcas de possíveis galhas; espécime GP/3E-5109; 2 - mostrando o ápice emarginado e detalhes da nervação, espécime GP/3E-5091 (holótipo).
- Fig. 3** - *Schizolobium inaequilaterum* - mostrando a base assimétrica e a nervura mediana ligeiramente arqueada; espécime GP/3T-1812 (holótipo).
- Fig. 4** - *Cassia rosleri* - mostrando a base assimétrica e detalhes da nervação; espécime GP/3E-5112 (holótipo).
- Figs. 5,6** - *Psidium paulense*; 5 - mostrando detalhes da nervação e numerosas glândulas diminutas distribuídas por todo o limbo; espécime GP/3E-5240; 6 - destacando a presença de uma nítida nervura coletora; espécime GP/3T-1817 (holótipo).

ESTAMPA 2

Figs. 1-4 - *Myrcia* cf. *rostrataformis*; 1 - mostrando a base atenuada, a nervação broquidôdroma e as glândulas diminutas; espécime GP/3T-1815; 2 - mostrando o contorno ligeiramente falciforme, o pecíolo preservado e a marca de uma possível galha provocada por inseto; espécime GP/3E-5079a; 3 - mostrando o contorno ligeiramente falciforme; espécime GP/3E-5082; 4 - porção distal mostrando a nervação broquidôdroma, com destaque para a nervura coletora; espécime GP/3T-1814.

Fig. 5 - *Bertolonia coimbrai* - mostrando as cinco nervuras primárias divergindo da base do limbo e as nervuras secundárias sub-paralelas; espécime GP/3E-5239 (holótipo).

Figs. 6, 6a. - *Rhamniphyllum caseariiformis*; 6 - mostrando o padrão geral de nervação; 6a - mostrando detalhe do retículo; espécime GP/3T-1810 (holótipo).

Fig. 7 - *Aquifoliphyllum ilicioides* - mostrando a margem dentada e detalhes da nervação; espécime GP/3T-1810 (holótipo).

ESTAMPA 3

ESTAMPA 4

Figs. 1-4 - *Byrsonima bullata*; 1 - mostrando um espécime muito in completo; espécime GP/3E-5272; 2 - mostrando detalhes da nervação; espécime GP/3T-1824; 3 - mostrando o aspecto geral da folha; espécime GP/3T-1813 (holótipo); 4 - mostrando detalhes da nervação; espécime GP/3E-5241.

ESTAMPA 4

- Fig. 1** - *Zanthoxylum glanduliferum* - mostrando a nervação eu - camptôdroma e as glândulas dispersas pelo limbo; espécime GP/3T-1821 (holótipo).
- Figs. 2-5** - *Serjania itaquaquecetubensis*; 2-espécime muito fragmentado mostrando a nervação craspedôdroma; espécime GP/3E-5236; 3 - mostrando a margem irregularmente serrada e a nervação craspedôdroma; espécie GP/3T-1820 (holótipo); 4,5 - mostrando a margem irregularmente serrada e detalhes da nervação; espécimes GP/3E-5238a, -5238b (parte e contraparte).
- Fig. 6** - *Serjania lancifolia* - mostrando o folíolo lanceolado, com margem irregularmente serrada e nervação craspedôdroma; espécie GP/3T-1819 (holótipo).

ESTAMPA 5

ESTAMPA 6

- Fig. 1 - *Echinodorus rossiae* - mostrando as nervuras primárias divergindo da base do limbo, e detalhe das nervuras secundárias sub-paralelas; espécime GP/3E-5152 (holótipo).
- Fig. 2 - *Tocoyena riccominii* - mostrando o contorno obovado e a nervação broquidódroma; espécime GP/3E-5133 (holótipo).
- Fig. 3 - *Monstera marginata* - mostrando a nervação camptódroma; espécime GP/3T-1809 (holótipo).
- Figs. 4,5 - Semente (?); 4 - seção longitudinal mostrando a provável área micropilar; 5 - seção transversal; amostra GP/3T-1826.
- Figs. 6-8 - Fruto (?); 6 - vista frontal mostrando dois "sacos"; 7 - vista lateral mostrando dois "sacos"; 8 - seção longitudinal do "saco" mostrando vários lóculos internos; espécime GP/3T-1827.

ESTAMPA 6

ESTAMPA 7

Figs. 1-4 - *Isotachis simonesi*; 1-3 - mostrando fragmentos de diversos espécimes associados com prováveis caulídios de briófitas talosas; 4 - mostrando um caulídio simples com duas séries de filídios; espécime GP/3E-5189 (holótipo).

0 5mm

0 5mm

ESTAMPA 8

Figs. 1-3 - *Lindsaea pradoi*; 1,2 - mostrando pinas sub-trapeziformes; espécimes GP/3E-5217a, -5217b (parte e contra parte); 3 - mostrando o indúcio semi-lunar crenulado; espécime GP/3E -5217a.

Figs. 4,5 - *Echinodorus rossiae*; 4-mostrando as nervuras primárias divergindo da base da folha e as nervuras secundárias sub-paralelas; espécime GP/3E-5152 (holótipo); 5 - mostrando um fragmento da folha; espécime GP/3E -5163.

ESTAMPA 8

1cm
0

3 0 2mm

0 5mm

4 0 5mm

ESTAMPA 9

- Fig. 1** - *Schizolobium inaequilaterum* - mostrando o aspecto geral do folíolo e a base assimétrica; espécime GP/3T-1812 (holótipo).
- Fig. 2** - *Schizolobium parahyba* - para comparação com *S. inaequilaterum*.
- Fig. 3** - *Ocotea pulchelliformis* - mostrando o aspecto geral da folha; espécime GP/3E-5134 (holótipo).
- Fig. 4** - *Ocotea pulchella* - para comparação com *O. pulchelliformis*.
- Fig. 5** - *Luehea divaricatiformis* - mostrando as três nervuras primárias e as nervuras secundárias sub-paralelas; espécime GP/3E-4804.
- Fig. 6** - *Luehea divaricata* - para comparação com *L. divaricatiformis*.

ESTAMPA 9

0 5mm

2

0 1cm

4

5

1cm
0 10

0 1cm

6

Figs. 1-3 - *Piptadenia tertiaria*; 1 - folíolos (foliólulos?) falcados isolados; espécime GP/3E-5122; 2 - fragmento de folha mostrando folíolos (foliólulos?) lineares falcados; espécime GP/3E-5130 (holótipo); 3 - folíolos (foliólulos?) isolados, espécime GP/3E - 5124.

ESTAMPA 10

0 ————— 1cm

Figs. 1-4 - *Cassia rosleri*; 1 - mostrando o aspecto geral da folha; 2 - mostrando marcas de possíveis galhas provocadas por insetos; 3,4 - detalhes das possíveis galhas; espécime GP/3E-5112 (holótipo).

ESTAMPA II

1cm
0

0 1,8mm

0 1mm

0 0,9mm

Figs. 1-4 - *Machaerium piranii*; 1 - fragmento da porção superior do folíolo, mostrando o ápice emarginado e marcas de possíveis galhas; espécime GP/3E-5043; 2 - mostrando o ápice emarginado e a nervação broquidódroma; espécime GP/3E-5091 (holótipo); 3 - mostrando o aspecto geral do folíolo e marcas de possíveis galhas; espécime GP/3E-5109; 4 - mostrando a nervação broquidódroma e marcas de possíveis galhas; espécime GP / 3E-5092.

ESTAMPA 12

5mm
0

1cm
0

1cm
0

4

Figs. 1-3 - *Sophora giuliettiae*; 1 - mostrando detalhe do fruto;
 2 - mostrando o aspecto geral do fruto; 3 - desenho
 esquemático do fruto; espécime GP/3E-5218 (holótipo).

ESTAMPA 13

2

3

Fig. 1 - *Myrcia rostrata* - para comparação com *M. cf. rostrataformis*.

Figs. 2-8 - *Myrcia cf. rostrataformis* - diversos espécimes mostrando a variação existente no formato da folha; espécimes GP/3E-5081, -5086, -5079a, -5082, -5084 , -5076, GP/3T-1814.

ESTAMPA 14

Figs. 1-4 - *Byrsonima bullata*; 1 - mostrando o contorno elíptico da folha e a nervação broquidódroma; espécime GP/3T-1813 (holótipo); 2-4 - diversos espécimes incompletos mostrando detalhes da nervação; espécimes GP/3E-5243, -5242, GP/3T-1824.

Fig. 5 - *Psidium paulense* - mostrando a nervação broquidódroma e diminutas glândulas distribuídas por todo o limbo; espécime GP/3E-5240.

Fig. 6 - *Byrsonima bullata* - amostra mostrando dois espécimes incompletos com nervação bastante nítida; amostra GP/3E-5241.

- Fig. 1** - *Tocoyena riccominii* - mostrando o contorno obovado e a nervação broquidôdroma; espécime GP/3E-5133 (holótipo).
- Fig. 2** - *Tocoyena* sp. - para comparação com *T. riccominii*.
- Figs. 3, 4** - *Serjania itaquaquecetubensis*; 3 - mostrando a nervação craspedôdroma; espécime GP/3E-5236; 4 - mostrando a margem irregularmente serrada e a nervação craspedôdroma; espécime GP/3E-5238a.
- Fig. 5** - *Serjania lancifolia* - mostrando o contorno lanceolado, a margem irregularmente serrada e a nervação craspedôdroma; espécime GP/3E-4770.

ESTAMPA 16

Figs. 1-6 - Semente (?); 1 - vista frontal; 2 - seção longitudinal mostrando a provável área micropilar; 3-6 - aspecto geral de diversos espécimes; amostra GP/3T-1830.

ESTAMPA 17

1

2

3

4

5

6

Figs. 1-8 - Frutos (?) - diversos espécimes em vistas variadas mostrando dois "sacos"; espécimes GP/3E-5219,-5220, -5221, -5222.

ESTAMPA 18

0 0,35mm

0 0,35mm

0 0,35mm

0 0,35mm

Figs. 1-6 - Estruturas reprodutivas (?) indeterminadas; espécimes GP/3E-5226, -5223, -5230, -5227, -5228.

ESTAMPA 19

1

0,1mm

0,25mm

2

3

0,1mm

4

5

0,1mm

6

APÊNDICE

PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE RESTOS VEGETAIS NO CENOZÓICO BRASILEIRO

Folhas

Troncos

Frutos e/ou sementes

PALEOCENO

- 1 - São José de Itaboraí (RJ)
- 2 - Olinda (PE)

EOCENO

- 1 - Alvinópolis (MG)
- 2 - Santa Bárbara (MG)

OLIGOCENO

- 1 - Itaquaquecetuba (SP)
- 2 - Tremembé (SP)

MIOCENO

1 - Capanema (PA)

PLEISTOCENO

1 - Rio Claro (SP)

Seção-tipo da Formação Itaquaquetuba, entrada do porto de areia nº 1 da Itaquareia, margem direita do Rio Tietê, Itaquaquetuba, SP (RICCOMINI, 1989).