

MADEIRAS FÓSSEIS DOS ALUVIÕES ANTIGOS DO RIO TIETÊ, SÃO PAULO*

Por

KENITIRO SUGUIO

Departamento
de Paleontologia
e Estratigrafia

DIANA MUSSA

Pesquisadora da Comissão Nacional de Energia
Nuclear (CNEN) e do Conselho Nacional
de Desenvolvimento Científico
e Tecnológico (CNPq)

Estudos anatômicos e paleoecológicos

ABSTRACT

This paper deals with anatomical and paleoecological studies of Upper Pleistocene fossil wood specimens collected from the Tietê river old alluvial deposits (Itaquaquecetuba, São Paulo city).

Astronioxylon mainieri, *Piptadenioxylon chimeloi*, *Myrocarpoxylon sanpaulense*, *Matayboxylon tietense* and *Qualeoxylon itaquaquecetubense* are the new genera here described.

Paleoecological significance of this association related to tropical humid climate, considered in previous study on similar type fossil woods from Pinheiros river old alluvial deposits, was here confirmed.

RESUMO

Este estudo versa sobre aspectos anatômicos e paleoecológicos de espécimes de madeiras fósseis do Pleistoceno Superior coletados nos aluviões antigos do rio Tietê (Itaquaquecetuba, São Paulo).

Seguintes gêneros novos foram reconhecidos e descritos: *Astronioxylon mainieri*, *Piptadenioxylon chimeloi*, *Myrocarpoxylon sanpaulense*, *Matayboxylon tietense* e *Qualeoxylon itaquaquecetubense*.

O significado paleoecológico ligado a um clima tropical úmido desta associação, considerado em estudo prévio de madeiras fósseis similares coletadas nos aluviões antigos do rio Pinheiros, foi aqui confirmado.

INTRODUÇÃO

Aluviões de natureza similar aos que contém as madeiras fósseis aqui estudadas constituíram assuntos de trabalhos prévios de SU-

GUIO e TAKAHASHI (1970) e SUGUIO e outros (1971).

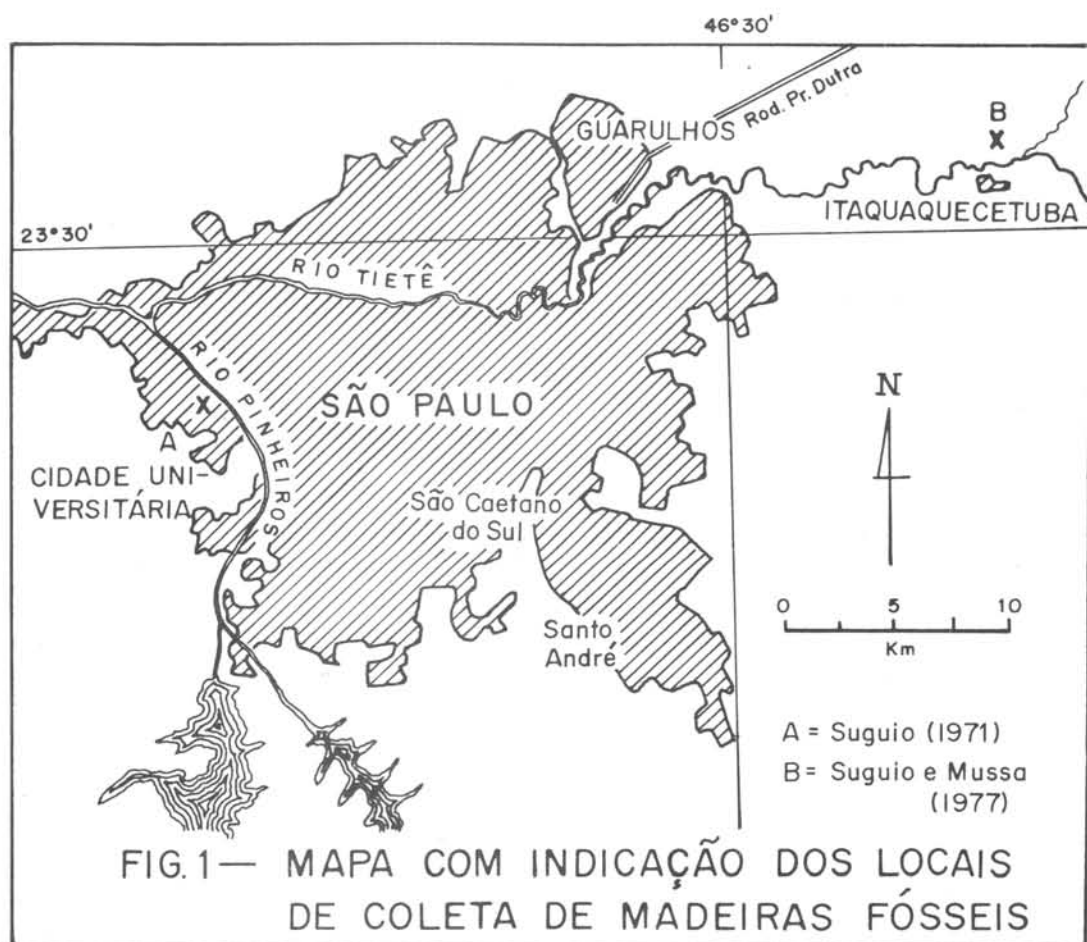
Madeiras fósseis linhitificadas coletadas de aluviões antigos às margens do rio Pinheiros (Cidade Universitária) foram primeiramente es-

tudadas por TOLENTINO (1965), que efetuou análises químicas e físicas e as denominou *linhito xilóide*, isto é, carvão situado logo após as turfas na escala de fossilização progressiva dos materiais vegetais. Amostras de madeira fóssil coletadas no mesmo local mereceram outro estudo de SUGUIO (1971), quando foram obtidos os primeiros resultados relativos à posição sistemática e ao significado paleoecológico.

Foram reconhecidas formas comparáveis aos gêneros modernos *Centrolobium* (Leguminosae, Papilionaceae), *Myrocarpus* (Leg. Papilionaceae), *Piptadenia* (Leg. Mimosaceae), *Miconia* (Melastomaceae) e *Slonea* (Elaeocarpaceae), todos eles hoje dispersos em latitudes tropicais. Nessas madeiras foram feitas determinações de idades absolutas em quatro amostras incarbonizadas, que forneceram idades superiores a 40.000 anos.

A recente descoberta em Itaquaquecetuba, São Paulo (Fig. 1), não só de novos espécimes, mas também de uma forma de fossilização até aqui não constatada nesses materiais, isto é, silicificação, levou os autores a um estudo anatômico mais aprofundado. Durante os trabalhos anteriores tinha se verificado que a forma predominante de fossilização era a incarbonização com substituição parcial por sulfeto de ferro (marcassita). Além disso, um estudo mais minucioso permitiria testar a veracidade das evidências para um clima tropical pluvial, que teria imperado nessa época, conforme estudos anteriores de SUGUIO (op. cit.).

Os autores testemunham seus agradecimentos aos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas S/A, Dr. Calvino Mainieri e Dr. João Chimelo pelo auxílio prestado ao permitirem consultas ao laminário daquele Ins-



tituto. Por esse motivo dedicamo-lhes duas das espécies descritas. Agradecimentos são também devidos aos proprietários da empresa "Itaquaraia", que têm franqueado a visita aos pesquisadores aos "portos de areia".

ECOLOGIA DOS GÊNEROS MODERNOS RELACIONADOS

Como a metodologia de reconhecimento desses lenhos fósseis baseou-se na comparação de sua estrutura anatômica com a de espécies ainda viventes, na mesma área de ocorrência, é muito importante conhecermos a ecologia dos gêneros relacionados. Esta metodologia é considerada como a mais indicada, especialmente em se tratando de formas cenozóicas, muito embora tenham sido feitas necessariamente discussões e comparações com formas fósseis já conhecidas em outras partes do mundo.

No presente trabalho são descritos cinco gêneros, alguns dos quais já enumerados por SUGUIO (op. cit.), todos atualmente viventes nas florestas úmidas da América tropical. As amostras aqui descritas contém assembléias de caracteres relacionados aos seguintes gêneros recentes:

1) *Astronium* (Anacardiaceae) — Representado atualmente por árvores de porte médio, cujas espécies se distribuem através de toda a costa atlântica da América do Sul e o sul do México, até Argentina. As madeiras são intensamente extraídas (MAINIERI, 1958 e 1970), pois sua elevada resistência garante alto valor comercial. Os nomes locais das espécies no Estado de São Paulo e áreas vizinhas são: *A. graveolens* Jacq. (Ubatão, Chibatão), *A. fraxinifolium* Schott (Guarabu, Conçalo Alves), *A. urundeuva* (FR. Allem) Engl. (Aroeira) e *Astronium* sp. (Aroeirão).

2) *Piptadenia* (Leg. Mimosaceae) — Gênero também identificado por SUGUIO (op. cit.) nos aluviões antigos do rio Pinheiros, compreende (apud RECORD e HESS, 1948) cerca de 80 espécies de árvores pouco copadas ou arbustos de caules eretos, abundantemente distribuídos como forma nativa nas partes tropicais da América do Sul, especialmente no Bra-

sil, onde ocorrem mais de 50% do total de espécies. O gênero está mais escassamente representado nas partes tropicais da Ásia, África e Nova Guiné. No Brasil o gênero é bastante conhecido nas florestas tropicais úmidas, onde a madeira é localmente extraída com os nomes: Angico, Abramo Vermelho, Caovi, Cambuí e Cambuí Ferro.

3) *Myrocarpus* (Leg. Papilionaceae) — Este é representado por duas espécies duvidosamente reconhecidas: *M. frondosus* (FR. Allem) e *M. fastigiatus*, que ocorrem hoje escassamente nas florestas quentes e úmidas do Brasil, desde a Bahia até o sul do país, ultrapassando Misiones até Corrientes na Argentina, dispersando-se até o Paraguai. As espécies são representadas por árvores de porte médio a elevado, possuindo copas pouco desenvolvidas com altura máxima de 35 metros. Seus nomes locais são: Cabreúva, Cabreúva Amarela, Cabreúva do Campo, Caburé, Cabureiba, Óleo Pardo e Óleo de Macaco.

4) *Matayba* (Sapindaceae) — Corresponde a um gênero pertencente à família amplamente dispersa pelo mundo. A maioria está distribuída nos climas tropicais, embora também formas representativas ocorram em zonas temperadas. O gênero *Matayba* é característico da América tropical, representado por cerca de 45 espécies viventes. Nas florestas tropicais úmidas o gênero é representado por árvores de porte pequeno até grande, localmente conhecidas por Camboaté. Outro gênero intimamente relacionado a *Matayba*, também da família Sapindaceae é *Diatenopterix*, que é monoespecífico (*D. sorbifolia* Radlk), distribuído somente na parte sul do Brasil até o norte da Argentina e atingindo também o leste do Paraguai. Contudo, o nosso espécime está mais estreitamente relacionado ao gênero *Matayba* do que a *Diatenopterix*.

5) *Qualea* (Vochysiaceae) — Este gênero compreende cerca de 45 espécies distribuídas mais abundantemente na região amazônica e Guianas, sendo mais raras na parte sul do Brasil.

Existem diferenças nos tipos de fossilização dos espécimes estudados, alguns dos quais são transicionais entre um tipo e outro. Os espécimes dos paleogêneros *Astronioxylon* e *Qua-*

leoxylon apresentam-se silicificados, enquanto que os referidos ao gênero *Piptadenioxylon* estão em estado transicional entre silicificação e marcassitização, os espécimes reconhecidos como sendo do gênero *Myrocarpoxyton* estão entre marcassitizados e incarbonizados e os espécimes classificados como *Matayboxylon* apresentam-se de tal modo incarbonizados que não permitiram a preparação de seções delgadas. Em vista disso, foram preparadas seções polidas, montadas em plástico, de maneira análoga à da preparação de amostras para microscopia de minérios. Esta técnica, que é raramente utilizada em estudo anatômico de xilemas fósseis, mostrou-se particularmente eficiente no presente caso.

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DOS ESPÉCIMES FÓSSEIS

DICOTYLEDONAE

Sapindales

Anacardiaceae

Astronioxylon n.g.

Astronioxylon mainieri n.g., n. sp. (Est. I: Fig. 1-4).

Holótipo: GP/3T.135 (Col. Depto. de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).

Seções delgadas: GP/3T.135, I-VI

Posição estratigráfica: Pleistoceno Superior. Depósitos aluviais antigos do rio Tietê, SP ("porto de areia" de Itaquaquecetuba).

Descrição macroscópica — Fragmento descorticado de um tronco com aproximadamente 50 centímetros de extensão por 25 a 30 centímetros de diâmetro, silicificado, cor amarela-clara. Anéis de crescimento suavemente indicados, pela variação gradual no tamanho dos poros e fibras, nos limites entre duas zonas.

Descrição paleoanatômica — Anéis de crescimento pouco distintos. Poros de tamanho pequeno (40 a 60 microns) em vista transversal. Lenho de poros dispersos, de preferência solitários ou alguns múltiplos radiais (Est. I: Fig. 1). Poros na porção de 14 simples ou

solitários para 4 múltiplos; apresentam-se com densidade de 15 a 18 poros por milímetro quadrado. Presença de tilos em todos os poros observados (Est. I: Fig. 1 e 2). Vasos com perfurações do tipo exclusivamente simples. Pontuações vasculares alternas, preferencialmente do tamanho médio (Est. I: Fig. 4). Comprimento médio dos elementos dos vasos entre 120 a 180 microns. Parênquima do tipo paratraqueal vasicêntrico, escasso (Est. I: Fig. 1), com indicações de algumas células esparsas do parênquima. Raios do xilema multisseriados, de preferência com 3, 4 a 5 células de largura e 10 a 20 células de altura. Ocorrem 25 a 28 raios por milímetro quadrado, heterogêneos, tipo KRIBS II-B (Est. I: Fig. 3 e 4). Canais intercelulares claramente observáveis nos raios mais largos (Est. I: Fig. 3), aparecendo células de tamanho menor em torno desses canais. Fibras com pontuações simples e septos observados somente nas vizinhanças de alguns vasos.

Discussão — Entre as famílias que apresentam conjuntos de caracteres afins à estrutura anatômica do presente fóssil, deve-se considerar especialmente a família Burseraceae, porém os gêneros da mesma raramente apresentam os raios do lenho mais largos que 3 a 4 células e as fibras septadas são praticamente uma característica cosmopolita, fatos não observados na família Anacardiaceae. Entre os diferentes gêneros da família Anacardiaceae *Astronium* é o mais estreitamente relacionado ao fóssil, tanto pela natureza dos poros (forma, tamanho e número) como pela frequência dos raios por milímetro quadrado, modo de ocorrência e configuração dos canais secretores nos raios, escassez do parênquima e natureza das fibras (não septadas).

A ocorrência de fósseis classificados na família Anacardiaceae é conhecida no Terciário da Índia (PRAKASH, 1965 e 1973), Colômbia e outros países (Tab. I). Principalmente pelas características dos canais secretores nos raios o presente gênero se distingue bastante dos demais paleogêneros descritos, razão pela qual o incluímos em um novo paleogênero que designamos como *Astronioxylon* n.g.

Tendo em vista os gêneros fósseis descritos, resta-nos destacar as diferenças intergené-

TABELA I — Ocorrências de fósseis da família Anacardiaceae.

1) Formas relacionadas ao gênero recente <i>Anacardium</i> :		
a) <i>Anacardioxylon spondiaeforme</i>	Felix, 1882	Terciário (Insel Antigua), Índia
b) <i>Anacardioxylon uniradiatum</i>	Felix, 1892	Eoceno (Cáucaso)
c) <i>Anacardioxylon magniporosum</i>	Platen, 1908	Noegênio Califórnia, EUA
d) <i>Anacardioxylon semecarpoides</i>	Prakash e Dayal, 1965	Terciário Inf. de Nagpur, Índia Central
e) <i>Anacardioxylon mangiferoides</i>	Ramamyans, 1960	Mioceno/Plioceno Mortandra-Índia
f) <i>Anacardioxylon caracoli</i>	Schonfeld, 1947	Terciário da Colômbia
2) Formas relacionadas ao gênero recente <i>Swintonia</i> :		
a) <i>Swintonioxylon bailakandiense</i>	Prakash e Tripathi, 1968	Terciário Médio Hailakandi (Distrito de Cachor, Assam, Índia)
3) Formas relacionadas ao gênero recente <i>Holigorna</i> :		
a) <i>Holigarnaxylon assamicum</i>	Prakash e Awasthi, 1970	Terciário Superior de Taipur (Assam, Índia)
4) Formas relacionadas ao gênero recente <i>Mangifera</i> :		
a) <i>Mangiferoxylon assamicum</i>	Prakash e Tripathi, 1970	Terciário Médio Hailakandi (Assam, Índia)
b) <i>Mangiferoxylon scretoticum</i>	Awasthi, 1966	Terciário de Pondicherry (sul da Índia)
5) Formas relacionadas ao gênero <i>Gluta</i> :		
a) <i>Glutoxylon burmense</i>	(Holden) Choudhury, 1952	Plioceno da Birmânia
b) <i>Glutoxylon cuddaloreense</i>	Awasthi, 1966	Terciário de Pondicherry (sul da Índia)

cas para o reconhecimento do n.g. *Astronioxylon*:

1) Gênero *Anacardium*

A configuração do parênquima é bem diferente em relação aos demais, tendendo ao arranjo aliforme a confluyente e com parênquima terminal bastante comum em algumas espécies. Finalmente, o número de raios por milímetro quadrado é sempre muito maior nas espécies de *Anacardium* do que nas do gênero *Astronium*. Portanto, o nosso espécime identifica-se melhor como *Astronioxylon* n.g. e não como *Anacardioxylon*, Felix 1882.

2) Gênero *Swintonia*

Embora a configuração do parênquima se aproxime do gênero *Astronium*, predominam raios uni e bisseriados, raramente mais largos, entre as espécies de *Swintonia*.

3) Gênero *Holigorna*

A configuração do parênquima é frequentemente aliforme, tendendo a confluyente, como em *Anacardium*, e esta característica afasta *Astronioxylon* n.g. de equiparação com o gênero *Holigorna*.

4) Gênero *Mangifera*

Tanto em *Astronioxylon* n.g., como em *Astronium*, gênero recente, ocorrem tipicamente canais intercelulares radiais, o que não se verifica em *Mangifera*, razão porque o nosso fósil não deve ser comparado com este gênero.

5) Gênero *Gluta*

Neste gênero os raios uni e bisseriados são tipicamente mais estreitos que em *Astronium*, o que constitui uma diferença intergenérica evidente.

DIAGNOSE

Astronioxylon n.g.

Astronioxylon mainieri n.g., n.sp.

Anéis de crescimento pouco nítidos. Poros solitários ou múltiplos radiais, pequenos a médios, poucos por milímetro quadrado. Tílos presentes nos vasos. Perfurações exclusivamente simples. Pontuações vasculares alternas de tamanhos médios a grandes. Parênquima vasicêntrico e escasso. Numerosos raios uni e pentasseriados, heterogêneos, com 10 a 22 células de altura, com canais secretores nos raios mais largos. Fibras não septadas com pontuações simples.

DICOTYLEDONAE

Rosales

Leguminosae

Mimosaceae

Piptadenioxylon n.g.

Piptadenioxylon chimeloi n.g., n.sp. (Est. II: Fig. 5-9)

Holótipo: GP/2T.136 (Col. Depto. de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo), antigo GP/3E.1828.

Seções delgadas: GP/3T. 136, I-IV

Posição estratigráfica: Pleistoceno Superior. Depósitos aluviais antigos do rio Tietê, SP ("porto de areia" de Itaquaquetuba).

Descrição macroscópica: Fragmento de lenho parcialmente silicificado e marcassitizado, cor castanha escura. Anéis de crescimento ausentes.

Descrição paleoanatômica: Lenho de poros dispersos, de preferência solitários e raramente múltiplos, pequenos a médios (45 a 100 microns) e numerosos, com cerca de 15 a 21 por milímetro quadrado. Elementos dos vasos com paredes terminais geralmente horizontais e algumas vezes pouco inclinados, com 100 a 140 microns de comprimento. Perfurações simples. Poros preenchidos por material sólido es-

curo que pode representar resquícios de secreção. Pontuações vasculares pequenas, alternas e guarnecidas (Est. II: Fig. 7, 8 e 9), semelhantes às pontuações das células do parênquima. Parênquima do tipo paratraqueal, vasicêntrico, dispondo-se em torno de vasos com forma arredondada a irregular (Est. II: Fig. 5 e 6). Células do parênquima mais ou menos angulosas. Lenho com raios de preferência bi a trisseriados, embora apareçam secundariamente unisseriados. Os raios são em número de 25 a 30 por milímetro quadrado, homogêneos do tipo KRIBS-I (Est. II: Fig. 7 e 8), com alguma tendência ao arranjo estratificado. Fibras com pontuações simples com paredes espessas não septadas.

Discussão: A amostra descrita apresenta uma configuração bastante definida que a situa entre as Leguminosae. Entre os numerosíssimos gêneros desta ampla família a forma estudada se aproxima dos diversos gêneros das Mimosaceae viventes no Brasil. Vários gêneros das Caesalpiniaceae são também afins, porém os gêneros das Mimosaceae apresentam maior afinidade, principalmente o gênero *Piptadenia*. Sob exame microscópico rápido numerosos gêneros das Leguminosae apresentam semelhança muito grande e a distinção entre eles, mesmo em espécimes modernos (COZZO, 1951), é bastante difícil. Em fragmentos fósseis, então, o problema torna-se mais complexo e a tendência entre os paleobotânicos tem sido, quase sempre, a de situar as formas de classificação duvidosa no gênero *Leguminoxylon*. Portanto, várias formas fósseis do mundo inteiro, cujas idades variam desde o Terciário até o Holoceno, têm sido reunidas neste mesmo gênero, que passou a representar um complexo. MULLER-STOHL e MÁDEL (1967) analisaram este problema, procedendo uma revisão de todas as formas fósseis descritas entre as Leguminosae. Como conclusão de seus trabalhos eles conseguiram reagrupar as formas em três sub-famílias: Mimosaceae, Caesalpiniaceae e Papilionaceae, embora numerosas outras formas descritas tenham ainda permanecido sob classificação duvidosa. Na tab. II estão resumidos os resultados daqueles autores, incluindo os paleogêneros brasileiros aqui reconhecidos e excluindo as formas de classificação duvidosa.

TABELA II (continuação)

C A E S A L P I N I A C E A E	<i>Gleditsioxylon columbianum</i> (Prakash & Barghoorn) Muller-Stohl 1967	Mioceno	USA, Colúmbia
	<i>Gleditsioxylon palaeojaponicum</i> Muller-Stohl 1967	Mioceno	Japão
	<i>Gleditsioxylon montanense</i> (Prakash, Barghoorn & Scott) Muller-Stohl 1967	Mioceno	USA
	<i>Pahudioxylon arcotense</i> Navale 1962	Terciário	Índia, South Arcot District
	<i>Pahudioxylon bankwrense</i> Chowdhury, Glosch & Kazni 1968	Mioceno	Índia (W – Bengala)
	<i>Pahudioxylon irregulare</i> (Felix) Muller-Stohl 1967		W – Índia
	<i>Pahudioxylon manchikoffii</i> (Boureau) Muller-Stohl 1967	Cretáceo Superior ou Paleoceno	Argélia
	<i>Pahudioxylon pannonicum</i> (Felix) Muller-Stohl 1967	Terciário	–
	<i>Pahudioxylon sahnii</i> Glosch & Kazmi 1961	Mioceno	Índia
	<i>Pahudioxylon zoharjanum</i> (Lorch & Fahn) Muller-Stohl 1967	Neogênio	S – Israel
<i>Peltophoroxydon indicum</i> (Ramanujam) Muller-Stohl 1967	Mioceno ou Plioceno	Índia, South Arcot District	
<i>Peltophoroxydon variegatum</i> Ramanujam 1960	Mioceno ou Plioceno	Índia, South Arcot District	
<i>Pterogynoxydon felixii</i> (Navale) Muller-Stohl 1967	Terciário	Índia, South Arcot District	
L E G U M I N O S A E	<i>Aeschynomenoxydon tertiarium</i> (Prakash) Muller-Stohl & Madel 1967	Terciário Inferior (Eoceno?)	Índia
	<i>Andiroxydon biseriatum</i> Muller-Stohl & Madel 1967	Terciário	W – África
	<i>Dalbergioxydon antiqueum</i> Ramanujam 1960	Mioceno ou Plioceno	Índia
	<i>Dalbergioxydon dicorymioides</i> Muller-Stohl 1967	Oligoceno Inferior	Egito
	<i>Pterocarpoxydon arambourgii</i> Boureau 1951	Eoceno	Marrocos
	<i>Pterocarpoxydon arcotense</i> Ramanujam 1960	Mioceno ou Plioceno	Índia
P A P I L I O N A C E A E	<i>Robinioxylon alexandri</i> (Webber) Muller-Stohl 1967	Plioceno	USA, Califórnia
	<i>Robinioxylon brevoeri</i> (Prakash & Barghoorn & Scott) Muller-Stohl 1967	Mioceno	USA
	<i>Robinioxylon zvikelii</i> (Platen) Muller-Stohl 1967	Plioceno	USA
	<i>Zollernioxylon sommeri</i> Mussa 1958	Plioceno	Brasil, Acre
	<i>Zollernioxylon santosi</i> Mussa 1958	Plioceno	Brasil, Acre
<i>Myrocarpoxydon sanpaulense</i> n.g., n.sp.	Pleistoceno Superior	Brasil, São Paulo	

As características dos espécimes aqui estudados foram comparadas com maior número possível de espécies brasileiras viventes, classificadas no gênero *Piptadenia*. Ficou comprovado que o nosso espécime representa uma forma fóssil do Cenozóico (Pleistoceno Superior), perfeitamente classificável entre as *Piptadenia* na América tropical (PEREIRA e MAINIERI, 1949, 1951; TORTORELLI, 1956a e 1956b).

Portanto, as condições ecológicas das áreas circundantes aos depósitos aluviais antigos do rio Tietê eram próximas das atuais, durante o Pleistoceno Superior, conforme sugerido pela ocorrência do paleogênero *Piptadenioxylon*.

DIAGNOSE

Piptadenioxylon n.g.

Piptadenioxylon chimeloi n.g., n.sp.

Anéis de crescimento ausentes. Lenho de poros pequenos a médios, tipicamente solitários ou alguns com dois a três múltiplos, dispersos. Apresenta 15 a 20 poros por milímetro quadrado e conteúdo sólido no seu interior. Perfurações simples. Pontuações vasculares pequenas, alternas e guarnecidas. Parênquima vasicêntrico com forma arredondada ou localmente confluyente. Raios de preferência bi a trisseriados e secundariamente unisseriados, homogêneos,

com uma definida tendência ao arranjo estratificado. Fibras com paredes espessas e pontuações simples.

DICOTYLEDONAE

Rosales

Leguminosae

Papilionaceae

Myrocarpoxylon n.g.

Myrocarpoxylon sanpaulense n.g., n.sp.

Holótipo: GP/3T.137 (Col. de Depto. de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo), antigo GP/3E.2140.

Seções delgadas: GP/3T.137, I a IV

Posição estratigráfica: Pleistoceno Superior. Depósitos aluviais antigos do rio Tietê, SP ("porto de areia" de Itaquaquecetuba).

Descrição macroscópica: Fragmento de lenho secundário com cerca de 7,5 centímetros de comprimento e 3,5 centímetros de largura. Material silicificado de cor castanha escura com alto teor de matéria orgânica. Anéis de crescimento macroscopicamente imperceptíveis.

Características microscópicas: Anéis de crescimento apenas perceptíveis pela ocorrência de algumas linhas de parênquima terminal. Lenho com poros de tamanhos pequenos a médios (80 a 100 microns), a muito pequenos (40 a 50 microns). Esses poros são predominantemente solitários, dispersos e secundariamente 2 a 3 múltiplos com 10 a 12 poros por milímetro quadrado. Paredes dos vasos com cerca de 7 microns de espessura em corte transversal. Poros preenchidos por um conteúdo sólido escuro. Perfurações dos vasos são do tipo exclusivamente simples. Como característica secundária são encontrados espessamentos espiralados em alguns dos elementos dos vasos próximos às linhas do parênquima terminal (Est. IV: Fig. 18). O comprimento dos elementos dos vasos varia de 200 a 250 microns (Est. III: Fig. 12). Pontuações intervasculares pequenas, 8 a 10 microns de diâmetro (Est. III: Fig. 13), guarnecidas, alternas; algumas aparen-

temente com bordos coalescentes (Est. IV: Fig. 14). Parênquima paratraqueal vasicêntrico, de aspecto parcialmente arredondado em torno dos poros e, em parte, irregular, contendo algumas faixas confluentes entre poros vizinhos (Est. III: Fig. 10), podendo ocorrer alguma configuração aliforme. Como é comum ocorrer entre os gêneros das Papilionaceae, o parênquima terminal pode também ser observado. A matriz básica do lenho é representada pelas fibras de forma poligonal, com os seus lúmens de tamanho pequeno a médio. Em seção transversal o diâmetro médio das fibras é de cerca de 11 microns (Est. VI: Fig. 10). Em seção longitudinal as pontuações são exclusivamente simples e sem septos. Os raios são predominantemente curtos com 10 a 13 células de altura (185 microns), bisseriados e raros uniseriados. Homogêneos, com células procumbentes preenchidas por um conteúdo sólido escuro. Os raios e fibras apresentam arranjo aproximadamente estratificado, fato que caracteriza também alguns gêneros modernos das Papilionaceae, entre eles *Myrocarpus* e *Myroxylon*.

Posição sistemática: Conforme acima foi descrito para o gênero *Pitadenia*, problema similar é encontrado em relação ao gênero aqui descrito, dentro do complexo Laguminosae. Dois são os gêneros das Papilionaceae que muito se aproximam do espécime aqui descrito: *Myrocarpus* e *Myroxylon*. No entanto, um detalhe favorece a decisão: As duas únicas espécies do gênero *Myrocarpus*, ainda viventes, são típicas do Brasil (*M. frondosus* e *M. fastigiatus*) e apresentam profunda analogia com o nosso espécime. Características ligadas ao parênquima mais escasso, às vezes, vasicêntrico até confluyente entre poros vizinhos diferem das do gênero *Myroxylon*, monoespecífico, no qual o parênquima é sempre mais abundante do que em *Myrocarpus*. Além disso, a evidente tendência à estratificação dos raios e fibras, a ocorrência de pontuações às vezes com aberturas coalescentes, e a grande porcentagem de poros solitários seriam suficientes para correlacionarmos o nosso fóssil ao gênero *Myrocarpus*. Segundo RECORD e HESS (1948), as duas espécies do gênero são tão difíceis de se reconhecer, pela anatomia do lenho, que poderíamos considerá-las

como única. Quanto ao fóssil, a similaridade com ambas é também clara e apenas variações tênues permitem diagnosticar uma espécie nova. Essas características estão ligadas aos raios do xilema, que não apresentam as células apicais do tipo ereto ou quadrado, mas são procumbentes e todas preenchidas por um conteúdo sólido escuro, que poderia representar um tipo de secreção da planta. Nas espécies recentes também ocorrem tais características mas são secundárias.

DIAGNOSE

Myrocarpoxylon n.g.

Myrocarpoxylon sanpaulense n.g., n. sp.

Lenho de poros pequenos a médios, alguns diminutos, dispersos. Vasos preenchidos por um conteúdo sólido escuro, semelhante à secreção da planta em tempos de vida. Perfurações simples. Pontuações vasculares pequenas, alternas e guarnecidas, aberturas coalescentes em alguns campos. Considerando-se dois estratos de cada vez a estratificação de raios e fibras aproxima-se da regularidade. Parênquima paratraqueal vasicêntrico, algumas vezes confluentes entre poros vizinhos. Fibras sem septo e com pontuações simples.

DICOTYLEDONAE

Sapindales

Sapindaceae

Matayboxylon n.g.

Matayboxylon tietense n.g., n.sp.

Holótipo: GP/3T.139 (GP/3E.2801-A); GP/3E.2801-B (linhito xilóide); (Col. Depto. de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo).

Seções polidas diversas

Posição estratigráfica: Pleistoceno Superior. Depósitos aluviais antigos do rio Tietê, SP ("porto de areia" de Itaquaquecetuba)

Descrição macroscópica: Dois espécimes selecionados entre os materiais coletados do linhito da Itaquaquecetuba, ainda que apresen-

tando aspectos diferentes de fossilização, representam o mesmo gênero e espécie. A amostra de número GP/3E.2801-A apresenta-se parcialmente silicificada e incarbonizada, correspondendo a um linhito xilóide parcialmente silicificado. A amostra GP/3E.2801-B é um linhito xilóide típico. O segundo espécime é muito friável e não permitiu a elaboração de seções delgadas e o primeiro, por apresentar fossilização mista, não permitiu a confecção de seções que permitissem observações microscópicas favoráveis. Desta maneira, foram confeccionadas seções polidas que forneceram ótimos resultados.

Características microscópicas: Anéis de crescimento delineados por fileiras concêntricas de fibras de diâmetro menor que as demais. Lenho com poros médios (110 a 145 microns), quando solitários e pequenos, quando múltiplos variando de dois a três. Os poros são em geral arredondados e apresentam-se dispersos e quando múltiplos assumem o formato característico de um oito. Os poros se apresentam preenchidos por material escuro e ocorrem 6 a 8 por milímetro quadrado (Est. IV: Fig. 16 e 17). Pontuações intervasculares de tamanho médio, alternas e com lúmen grande e nítido (Est. V: Fig. 19 e 20). Placas de perfurações do tipo simples em posição ligeiramente inclinada. Parênquima paratraqueal constituído por células escassas e mesmo raras, em torno dos poros. As fibras representam a matriz básica do lenho. Uma secreção sólida escura ocupa o interior das células parenquimáticas, bem como o lúmen das fibras (Est. IV: Fig. 16 e 17). Longitudinalmente observam-se apenas alguns septos nas fibras, onde o polimento da seção não lesou a estrutura. Os raios são unisseriados, ocorrendo esporadicamente bisseriados, quando próximos aos vasos (Est. V: Fig. 21). São homogêneos e suas células também estão caracteristicamente preenchidas por uma secreção escura, porém uma particularidade bem típica desses espécimes é a ocorrência de cristais de oxalato de cálcio em algumas células dos raios, bem visíveis, tanto em seção transversal quanto em tangencial (Est. IV: Fig. 15 e Est. V: Fig. 19). Na seção radial (Est. IV: Fig. 15) os cristais, nas células dos raios, causam a variação da forma pro-

cumbente rotineira para quadrada, sem que tenham sido constatadas células eretas.

Posição sistemática: O conjunto de características acima descritas é observável nas estampas, aproximando claramente o espécime fóssil das Sapindaceae. Esta família é muito ampla, contudo a maioria dos gêneros se distribui nas regiões de climas tropicais (MAINIERI, 1958, 1970 e 1973), ainda que ocorram formas de clima temperado. Frequentemente, é difícil separar os diferentes gêneros das Sapindaceae pela anatomia do lenho, em virtude da grande semelhança na configuração anômica dos mesmos, notadamente entre gêneros de clima tropical. A feição anatômica dos espécimes aqui discutidos é muito semelhante a dos gêneros *Allophyllus*, *Cupania*, *Diatenopterix* e *Matayba*. Os dois últimos gêneros apresentam estreita afinidade com os nossos fósseis. O gênero *Diatenopterix* é monoespecífico (*D. sorbifolia* Radlk) e constitui árvores de mais de dois metros de diâmetro, que ocorre somente no sul do Brasil, sendo também conhecido no Paraguai e norte da Argentina. O gênero *Matayba* apresenta-se com cerca de 45 espécies, difundidas por toda a América tropical (RECORD e HESS, op. cit.). Nas matas pluviais quentes constitui arbustos ou árvores de porte pequeno a médio (nome vulgar "Camboatá"). Realmente, certas espécies de *Matayba* apresentam configuração, em seção tangencial, muito semelhante ao nosso fóssil, enquanto que *Diatenopterix sorbifolia* apresenta um número de raios por milímetro quadrado muito maior. Por este motivo, relacionamos os nossos espécimes ao gênero *Matayba*, descrevendo uma paleoespécie distinta das espécies modernas pela grande frequência de cristais de oxalato de cálcio nas células dos raios, assim como pela ocorrência de drusas, radialmente.

DIAGNOSE

Matayboxylon n.g.

Matayboxylon tietense n.g., n.sp.

Lenho de poros dispersos, simples ou múltiplos (2 a 3). Anéis de crescimento delimitados por fileiras unitárias de fibras no lenho, de diâmetro menor que as demais. Parênquima pa-

ratraqueal vasicêntrico, muito escasso, células contendo secreção. Raios unisseriados (poucos bisseriados), homogêneos, 6 a 10 por milímetro quadrado, com células contendo secreção ou cristais. Fibras septadas, lúmen amplo e paredes espessas.

DICOTYLEDONAE

Vochysiaceae

Qualeoxylon n.g.

Qualeoxylon itaquaquecetubense n.g., n.sp.

Holótipo: GP/3T.139 (Col. Depto. de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo). Antigo GP/3E.1830.

Seções delgadas: GP/3T.139: I a IV

Posição estratigráfica: Pleistoceno Superior. Depósitos aluviais antigos do rio Tietê, SP ("porto de areia" de Itaquaquecetuba).

Descrição macroscópica: Fragmento de lenho com cerca de 50 centímetros de comprimento por 30 centímetros de largura, silicificado, cor amarela clara. Anéis de crescimento ausentes e poros discerníveis macroscopicamente.

Caracterização microscópica: Lenho com poros dispersos de tamanho médio (100 a 200 microns) em diâmetro tangencial; solitários ou múltiplos radiais (2 a 4) (Est. VI: Fig. 23). Perfurações exclusivamente simples, paredes terminais horizontais ou levemente oblíquas. Apresentam de 3 a 4 poros ou grupos radiais por milímetro quadrado; alguns poros muito próximos, assemelham-se, à primeira vista, a múltiplos laterais (Est. V: Fig. 22). Pontuações vasculares alternas, pequenas a médias, guarnecidas (Est. VI: Fig. 26 e 27). Parênquima paratraqueal vasicêntrico com 2 a 3 fileiras de células em torno dos poros. Entre poros vizinhos podem ocorrer confluências diagonais do parênquima ou, secundariamente, algumas faixas tangenciais que, observadas em extensão, indicam não ser contínuas. Em vista tangencial verificam-se indícios de câmaras cristalíferas no parênquima. Os raios são homogêneos, de preferência trisseriados, ocorrendo secundariamente,

também os uni e bisseriados (Est. VI: Fig. 24 e 25). Pode-se perceber alguma tendência à heterogeneidade devido ao aparecimento de células apicais do tipo quadrado (Est. VI: Fig. 28). De acordo com a classificação de KRIBS situam-se entre os homogêneos tipo I a heterogêneos tipo II. Os raios possuem em geral entre 12 a 15 células de altura e ocorrem em cerca de 8 a 9 raios por milímetro quadrado. As fibras são do tipo não septado, podendo perceber-se, em alguns campos, pontuações simples confinadas às paredes radiais, cujos bordos são, em alguns casos, levemente perceptíveis.

Posição sistemática: Em um exame rápido essa amostra poderia ser relacionada ao amplo grupo das Leguminosae, classificada no gênero *Piptadenia* da América tropical. Porém, análise minuciosa das características anatômicas nos permite distinguir aspectos importantes que a afastam do referido gênero e aproximam-na dos gêneros *Qualea* e *Erisma*, entre as Vochysiaceae. As *Piptadenia* de regiões tropicais distinguem-se do nosso espécime, porque entre suas espécies é muito comum o arranjo com tendência ao escalonamento (COZZO, 1951), ou à formação de estratos nos raios e no parênquima. Outra característica bem expressiva, que afasta o nosso espécime de *Piptadenia* é a ocorrência de pontuações levemente areoladas nas paredes radiais das fibras do xilema. Esta característica, no entanto, é muito comum entre as Vochysiaceae. Entre os gêneros *Qualea* e *Erisma*, dessa família, consideramos a configuração do parênquima mais próxima da apresentada pelo gênero *Qualea*. Nas espécies viventes deste gênero, porém, os poros são as vezes maiores, mas, no caso do fóssil, há que se considerar a deformação sofrida pelo lenho durante o processo de fossilização, soterrado que se encontra, a mais de 10 metros de profundidade.

DIAGNOSE

Qualeoxylon n.g.

Qualeoxylon itaquaquecetubai n.g., n.sp.

Lenho de poros dispersos de tamanho médio, solitários ou múltiplos radiais de 2 a 4. Perfurações exclusivamente simples; 3 a 4 poros ou 3 a 4 grupos radiais por milímetro quadrado.

Pontuações vasculares alternas de dimensões pequenas a médias, guarnecidas. Parênquima paratraqueal vasicêntrico, com esporádicas confluências de parênquima entre poros vizinhos. Raios principalmente trisseriados e secundariamente uni e bisseriados; tendência à heterogeneidade, situando-se, segundo KRIBS, entre os homogêneos tipo I a heterogêneos tipo II. Raios em geral com 12 a 15 células de altura de 8 a 9 raios por milímetro quadrado. Fibras não septadas e pontuações levemente areoladas confinadas às paredes radiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação dos cinco gêneros novos: *Astronioxylon mainieri*, *Piptadenioxylon chimeioi*, *Myrocarpoxyton sanpaulense*, *Matayboxylon tietense* e *Qualeoxylon itaquaquecetubense*, alguns dos quais já identificados por SUGUIO (op. cit.), todos atualmente viventes nas florestas úmidas da América tropical, evidencia o acerto do significado paleoclimático desses materiais, atribuído previamente aos resultados do estudo de fósseis similares dos aluviões antigos do rio Pinheiros. Parece que as florestas do tipo tropical úmido estendiam-se por amplas áreas do Estado de São Paulo, as quais ficaram restritas a certos núcleos (MAINIERI, 1973), devido ao inexorável avanço das devastações.

A constatação de espécies fósseis exibindo estados de fossilização transicionais, entre silicificados e marcassitizados e marcassitizados e incarbonizados, sugere que as três formas de fossilização possam ocorrer simultaneamente em ambiente diagenético redutor, fato comprovado pela existência do mineral autígeno marcassita. A verificação da possível silicificação preferencial dos paleogêneros *Astronioxylon* e *Qualeoxylon*, não encontrados nos aluviões do rio Pinheiros, sugere algum mecanismo que propicia este tipo de fossilização para estes grupos. Estes fatos mostram que o processo de fossilização por silicificação da madeira é bastante rápido, em termos geológicos, ocorrendo em algumas dezenas de milhares de anos, soterrados sob algumas dezenas de metros de espessura de sedimentos.

BIBLIOGRAFIA

- COZZO, D. (1951) – *Anatomia del leño secundário de las Leguminosas Mimosoideas y Cesalpinioideas Argentinas* – Rev. del Inst. Nac. Invest. Ciencias Nat. II (2), Buenos Aires, Argentina.
- CURVELLO, W.S. (1955) – *Sobre um vegetal do Linhito de Fonseca, Minas Gerais* – An. Acad. Bras. Ciênc. 27(3): 293-296, Rio de Janeiro.
- MAINIERI, C. (1958) – *Madeiras do Brasil* (II) – Separ. Anuário Bras. Economia Florestal nº 10, Rio de Janeiro.
- MAINIERI, C. (1970) – *Madeiras Brasileiras* – Inst. Florestal, Coord. Pesquisas Rec. Nat. Secret. Agricult., São Paulo.
- MAINIERI, C. (1973) – *Madeiras do Litoral Sul: Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina* – Coord. Pesquisas Rec. Nat. Secret. Agricult. São Paulo, Bol. Técn. nº 3, São Paulo.
- MENENDEZ, C.A. (1962) – *Leño petrificado de una Leguminosa del Terciario de Tropunco, Província de Tucumán* – Ameghiana 2 : 121-126, Argentina.
- MÜLLER-STOLL, W.R. e MÁDEL, E. (1967) – *Die fossilen Leguminoseas Hölzer. Ein revisions der mit Leguminoseas verglichenen fossilen Hölzer* – Paleontographica B, 119 : 95-174, Alemanha.
- PEREIRA, J.A. e MAINIERI, C. (1949) – *Madeiras do Brasil* – Separ. Bras. Economia Florestal 2 (ano II), Rio de Janeiro.
- PEREIRA, J.A. e MAINIERI, C. (1951) – *Madeiras do Brasil* (Edição revista e aumentada por C. Mainieri) – Separ. Anuário Bras. Economia Florestal nº 9, Rio de Janeiro.
- PRAKASH, U. (1965) – *A survey of the fossil Dicotyledoneous wood from India and the Far East* – Journal of Paleont., 39 (5) : 815-827.
- PRAKASH, U. (1973) – *Fossil woods from the Tertiary of Burma* – The Paleobotanist 20 (1) : 48-70, Bilal Sahni Inst. Palaeob. Lucknow, Índia.
- RECORD, S.J. e HESS, R.W. (1943) – *Timbers of the New World* – Yale Univ. Press, New Haven, EUA.
- SUGUIO, K. e TAKAHASHI, L.I. (1970) – *Estudo dos aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, São Paulo, SP* – An. Acad. Bras. Ciênc. 42 (3) : 555-570, Rio de Janeiro.
- SUGUIO, K. (1971) – *Estudo dos troncos de árvores linhitificados dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo): Significados geocronológico e possivelmente paleoclimático* – An. XXV Congresso Brasileiro de Geologia, vol. I: 63-69, São Paulo.
- SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, I.R. e RAMPAZZO, L. (1971) – *Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo) e seus significados na interpretação do ambiente deposicional* – An. XXV Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 2 : 219-225, São Paulo.
- TOLENTINO, M. (1965) – *Algumas considerações sobre um carvão da Bacia de São Paulo* – Publ. nº 135, Geol. nº 13 : 29-33, EESC/USP, São Carlos (SP).
- TORTORELLI, A.L. (1956a) – *Maderas y bosques argentinos* – Ciencias Biológicas y Agronómicas, Argentina.
- TORTORELLI, A.L. (1956b) – *The Argentine Piptadenia timbers* – Tropical Woods nº 94.

EXPLICAÇÃO DAS ESTAMPAS

Estampa I

Astronioxylon mainieri

Fig. 1 – *Seção transversal: lenho de poros dispersos, simples e poucos múltiplos; raios variando entre finos a largos.*

Fig. 2 – *Vista transversal em detalhe: observamos o parênquima escasso, tilos preenchendo os poros e raios finos e largos.*

Fig. 3 – Seção transversal: detalhe de um raio largo contendo um canal secretor.

Fig. 4 – Vista geral tangencial, mostrando os raios, as fibras e o arranjo das pontuações nas paredes dos vasos.

Estampa II

Piptadenioxylon chimeloi

Fig. 5 – Vista geral da seção transversal: lenho de poros dispersos, preenchidos por um material escuro; raios finos.

Fig. 6 – Seção transversal em detalhe mostrando o parênquima paratraqueal vasicêntrico, as fibras e os raios e um poro preenchido por um conteúdo escuro, provavelmente ligado à secreção da planta.

Fig. 7 – Seção tangencial: destacam-se no campo os raios bisseriados, o parênquima contendo câmaras cristalíferas, as fibras e as pontuações vasculares.

Fig. 8 – Seção tangencial evidenciando a tendência ao arranjo escalonado dos raios.

Fig. 9 – Seção transversal: detalhe de arranjo e natureza das pontuações sobre as paredes dos elementos vasculares.

Estampa III

Myrocarpoxylon sanpaulense

Fig. 10 – Seção transversal: lenho de poros solitários dispersos; parênquima vasicêntrico irregular, aproximando-se do aspecto aliforme. No alto, uma faixa do parênquima terminal.

Fig. 11 – Vista tangencial mostrando raios bisseriados em arranjo tendendo ao escalonado e as fibras.

Fig. 12 – Seção radial evidenciando raios homogêneos com células quadradas.

Fig. 13 – Seção tangencial mostrando as pontuações sobre as paredes dos vasos.

Estampa IV

Myrocarpoxylon sanpaulense

Fig. 14 – Seção tangencial: detalhe de arranjo e natureza das pontuações sobre as paredes vasculares.

Fig. 18 – Seção tangencial: alguns vasos de dimensões diminutas apresentando espessamentos espiralados em vista longitudinal.

Matayboxylon tietense

Fig. 15 – Seção radial mostrando raios contendo séries de células quadradas. Estas séries destacam-se das demais por conterem cristais de oxalato de cálcio e drusas.

Fig. 16 – Seção transversal mostrando poros simples e múltiplos preenchidos por material escuro; fibras com lúmen amplo e raios.

Fig. 17 – Seção transversal destacando parênquima escasso em torno dos poros; cristais nas células dos raios; fibras compondo a massa básica do lenho.

Estampa V

Matayboxylon tietense

Fig. 19 e 20 – Seção tangencial destacando a natureza e o arranjo das pontuações sobre as paredes dos elementos vasculares; cristais nas células dos raios.

Fig. 21 – Vista geral da seção tangencial indicando raios essencialmente unisseriados.

Qualeoxylon itaquaquecetubense

Fig. 22 – Seção transversal mostrando poros arredondados, simples ou poucos múltiplos; parênquima paratraqueal escasso e fibras diminutas.

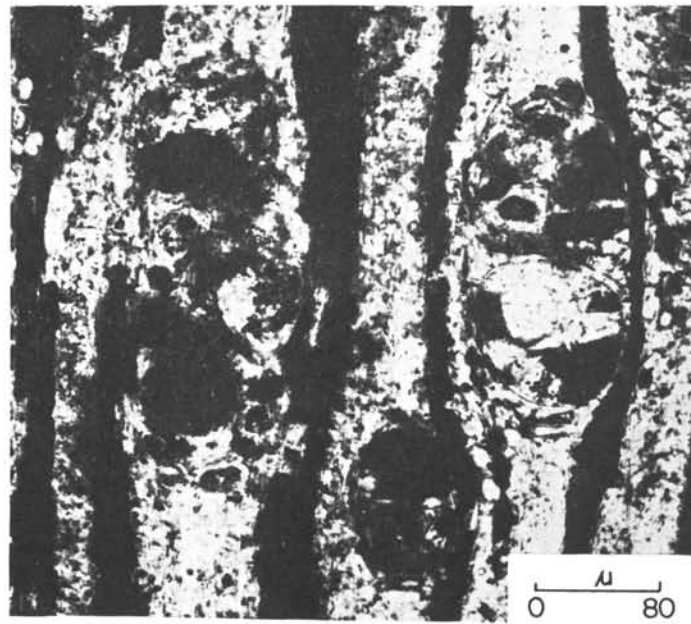
Estampa VI

Qualeoxylon itaquaquecetubense

- Fig. 23 – Vista geral da seção transversal: poros simples ou múltiplos; parênquima paratraqueal; fibras diminutas e raios preferencialmente largos.*
- Fig. 24 e 25 – Seção tangencial exibindo raios homogêneos sem tendência a escalonamento ou estratificação.*
- Fig. 26 – Seção tangencial evidenciando pontuações vasculares alternas e guarnecidas.*
- Fig. 27 – Seção tangencial mostrando aspecto geral das pontuações sobre as paredes vasculares.*
- Fig. 28 – Seção radial: vista longitudinal de um raio homogêneo.*



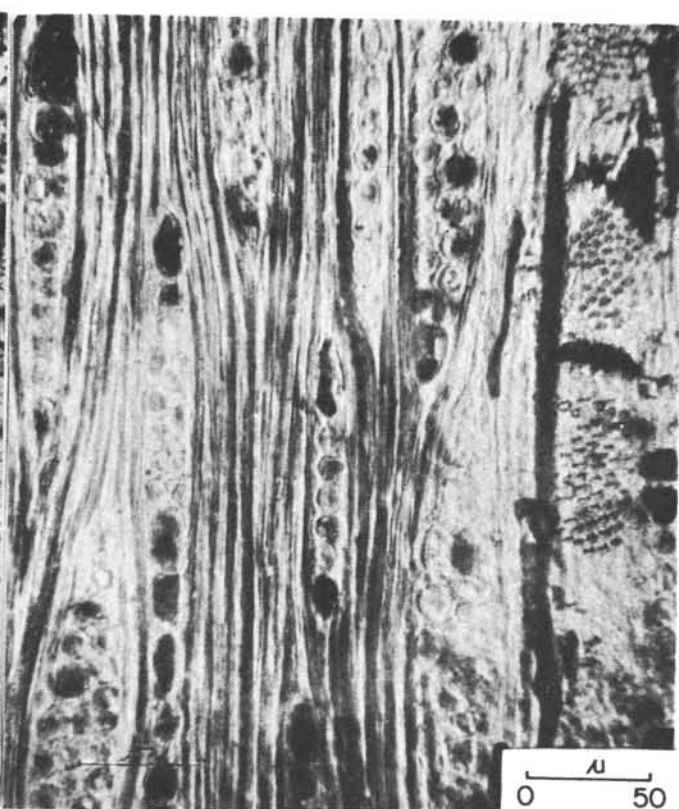
1



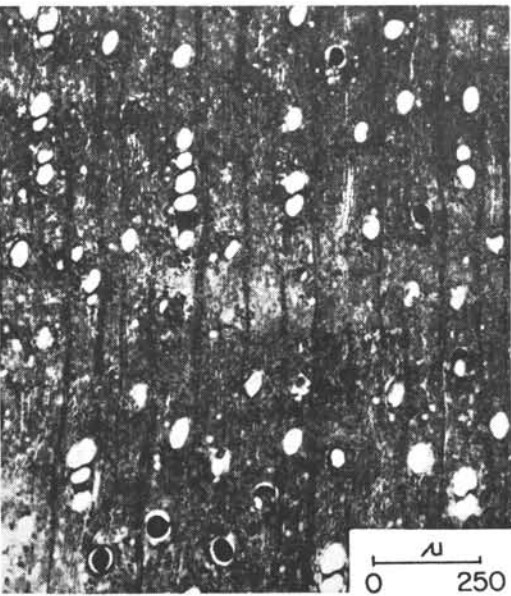
2



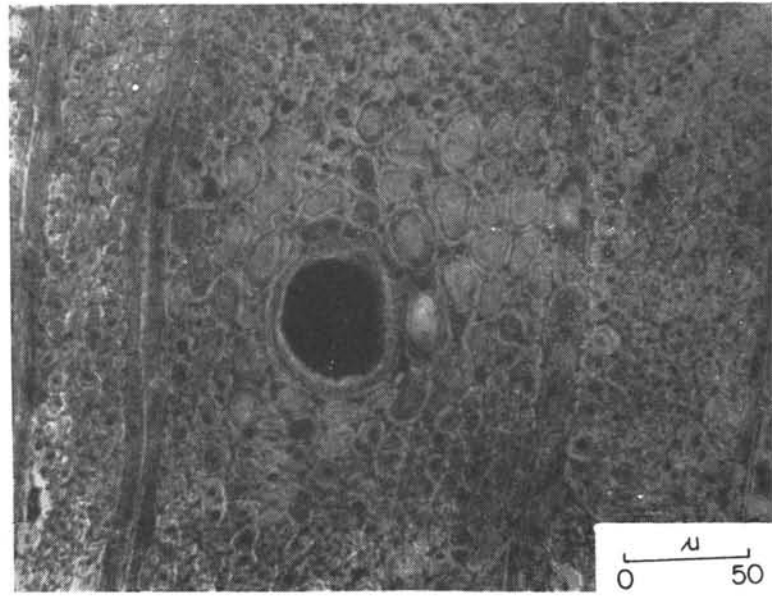
3



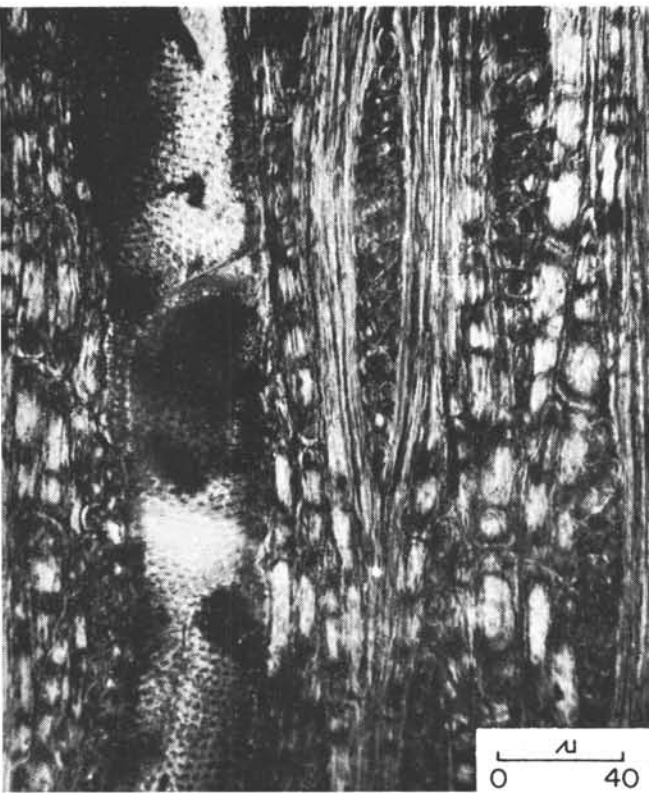
4



5



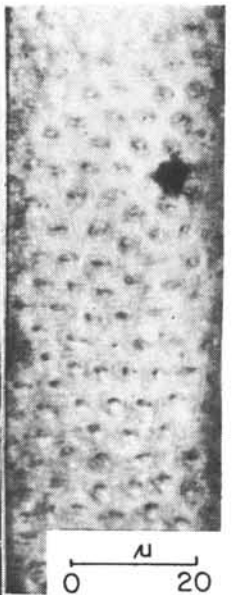
6



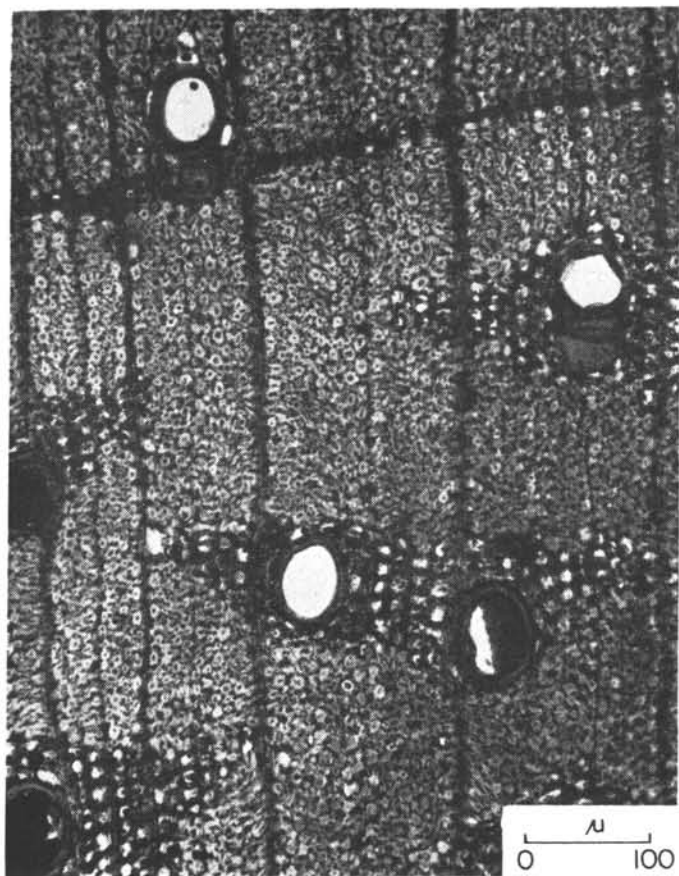
7



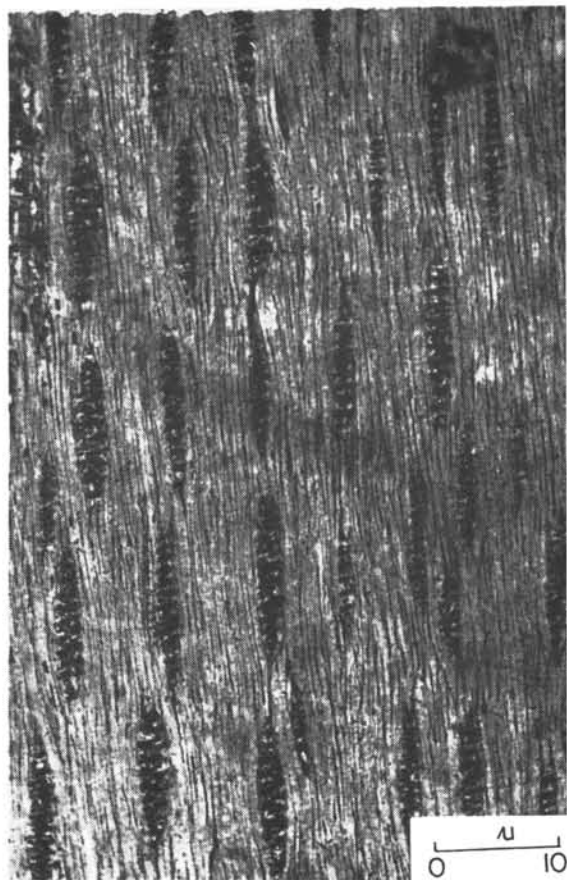
8



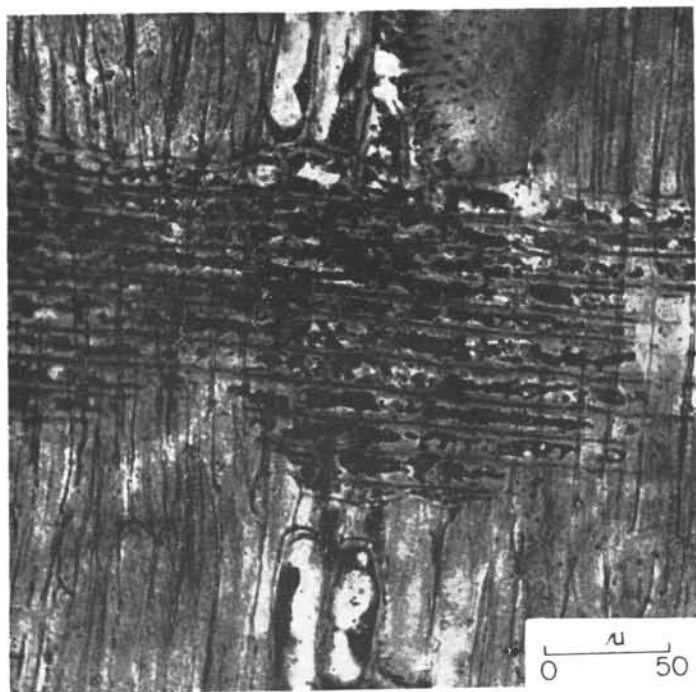
9



10



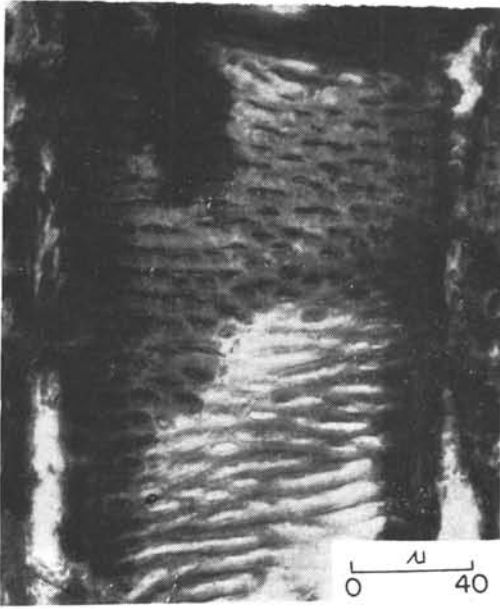
11



12



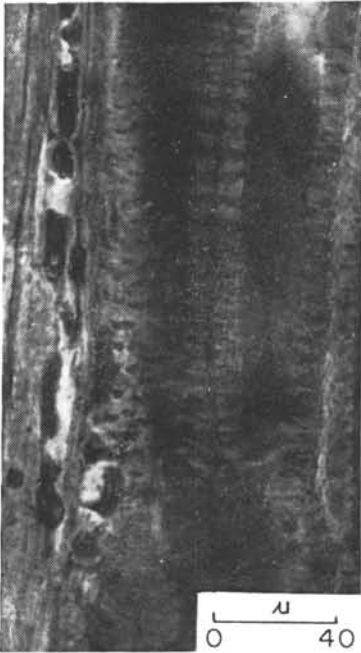
13



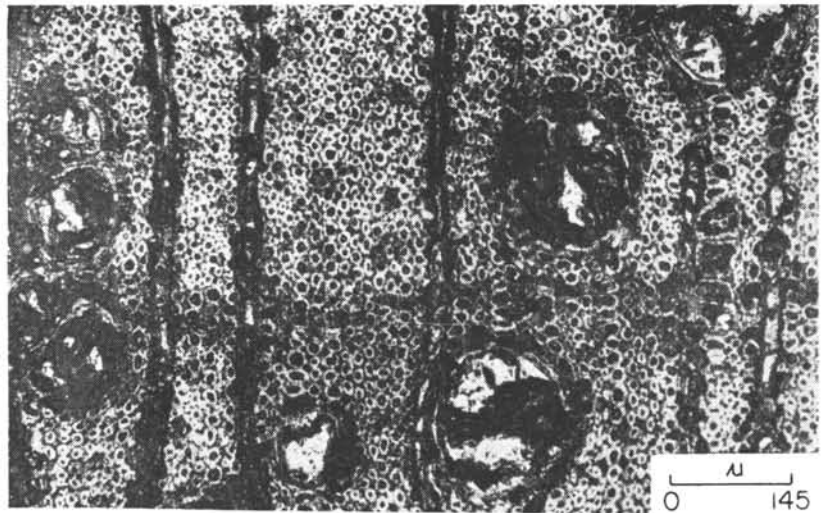
14



15



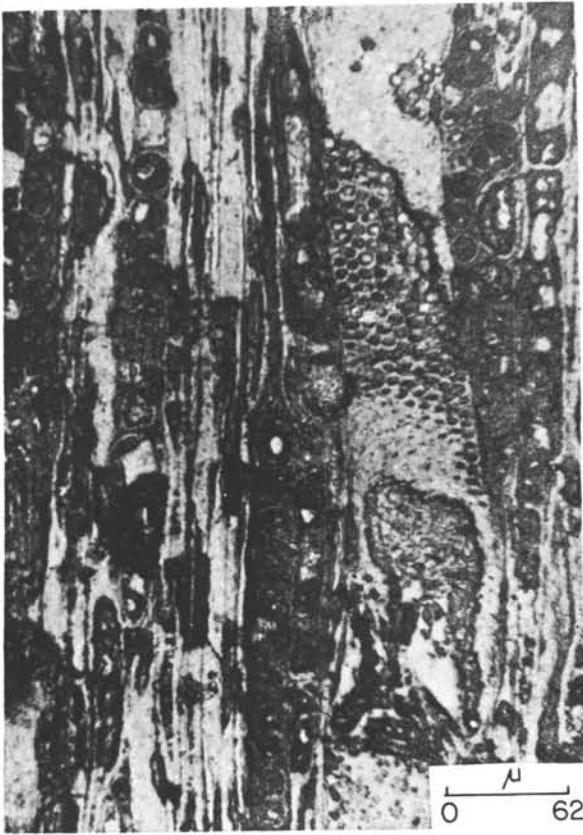
18



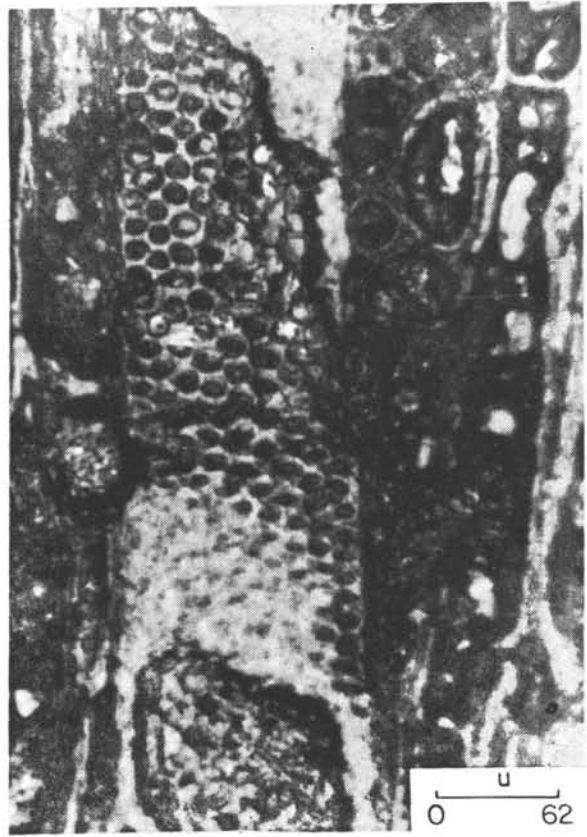
16



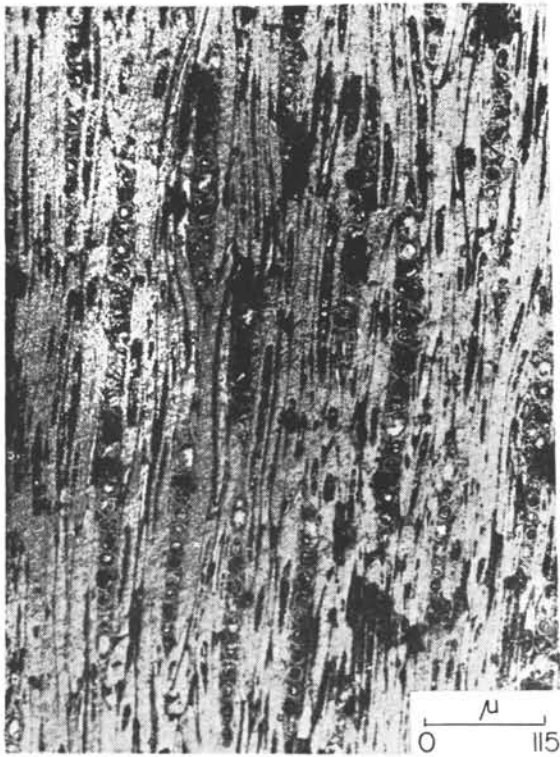
17



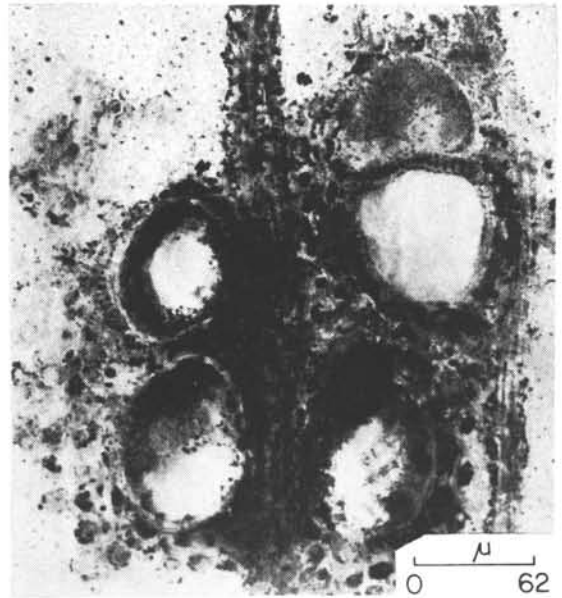
19



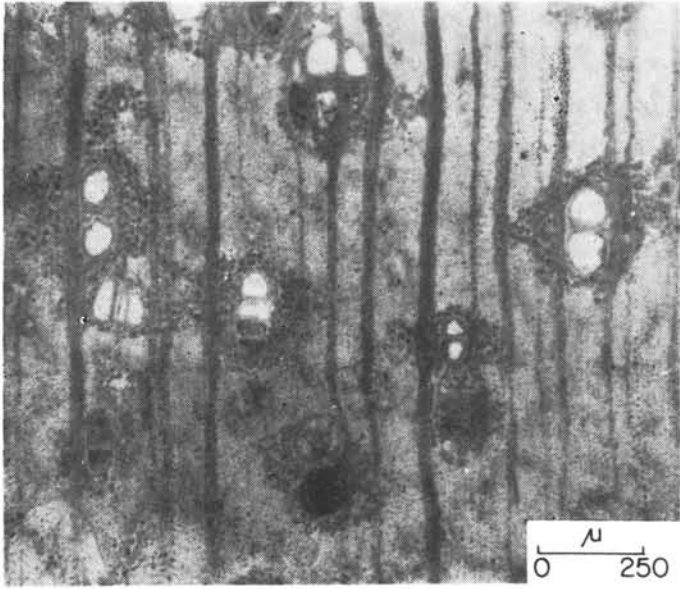
20



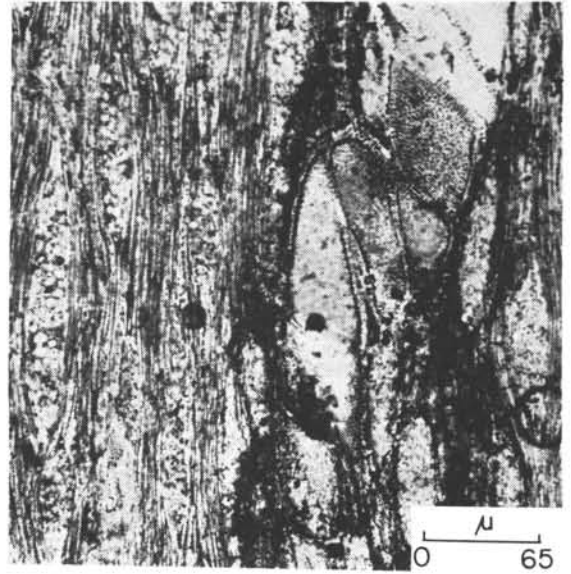
21



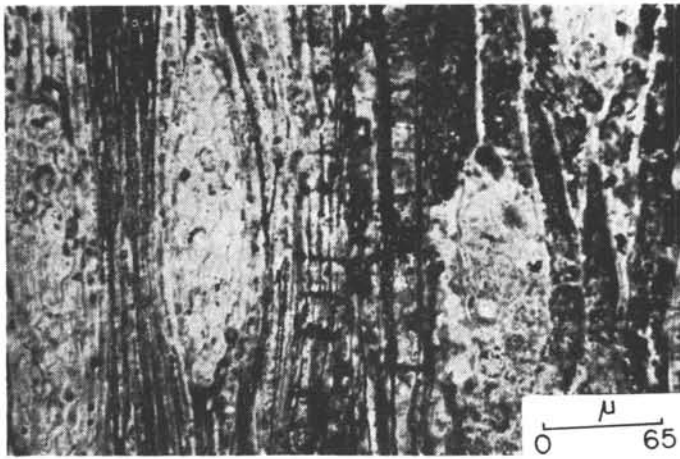
22



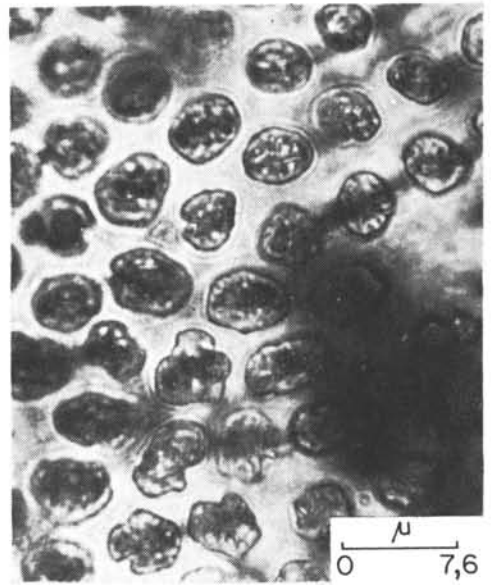
23



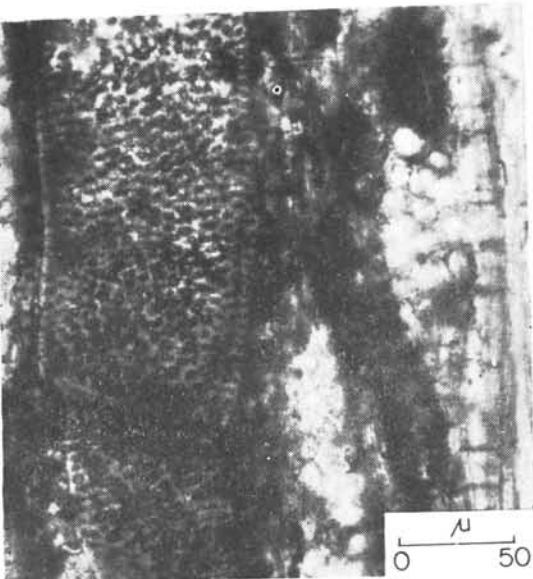
24



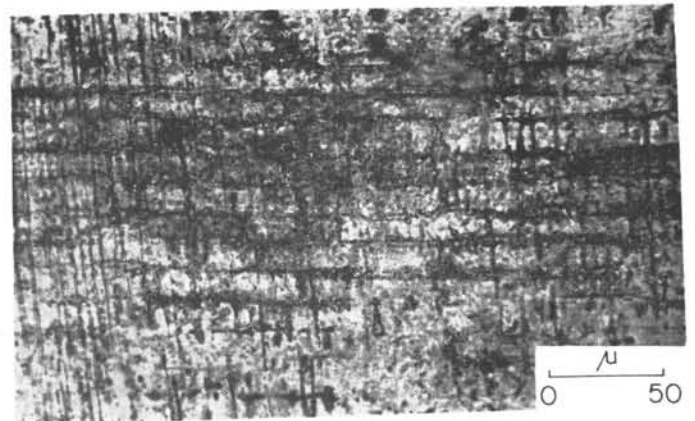
25



26



27



28