

CRISTINA NEVES FONSECA

ANATOMIA DA MADEIRA DAS LINACEAE DA AMAZÔNIA
BRASILEIRA

Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias do Pará, como
parte das exigências do Curso de
Ciências Florestais, para obtenção do
título de “Mestre”.

Orientador
Dr. Pedro Luiz Braga Lisboa

BELÉM
PARÁ-BRASIL
1998

FONSECA, Cristina Neves.

Anatomia da madeira das Linaceae da Amazônia brasileira. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP, 1998.

CDD: 634.909811

CDU: 630*81:581.4 (811)

CRISTINA NEVES FONSECA

ANATOMIA DA MADEIRA DAS LINACEAE DA AMAZÔNIA
BRASILEIRA

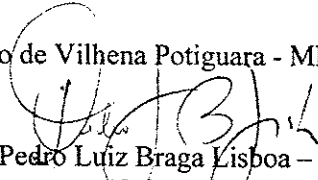
Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias do Pará, como
parte das exigências do Curso de
Ciências Florestais, para obtenção do
título de "Mestre".

APROVADA em 08 de julho de 1998

Dr. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão - FCAP

Dra. Léa Maria Medeiros Carrera - MPEG

Dra. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara - MPEG


Dr. Pedro Luiz Braga Lisboa - MPEG
(Orientador)

BELÉM
PARÁ - BRASIL
1998

A DEUS

e aos meus pais Christino e Antônia

AGRADEÇO

Ao meu esposo Jorge Expedito
e as minhas filhas Clícia e Laila.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Ciências Agrárias do Pará pelo apoio institucional e ao Convênio FCAP/Universidade de Dresden, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG, Departamento de Botânica, pela contribuição dos laboratórios, xiloteca e equipamento de informática que viabilizaram meu estudo.

Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, Divisão de Madeiras, Agrupamento de Anatomia e Identificação, nas pessoas do Dr. Geraldo José Zenid pela concessão de amostras e ao Técnico de laboratório Antônio Carlos F. Barbosa pela imensa colaboração na confecção das lâminas.

A Embrapa Amazônia Oriental (CPATU), Departamento de Botânica, na pessoa do Engenheiro Agrônomo Joaquim Ivanir Gomes pela concessão de amostras de madeiras e publicações.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, na pessoa do pesquisador Francisco José de Vasconcelos pelo envio de amostras de madeiras e literatura.

Ao Laboratório de Produtos Florestais do Departamento de Florestas dos Estados Unidos, em Madison, pela doação de amostras de madeira.

Ao Dr. Pedro Luiz Braga Lisboa, pela orientação e apoio necessário a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Paulo Contente de Barros, ex-coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pelo apoio e viabilização no recebimento da bolsa.

Ao Engenheiro Florestal Rodrigo Antônio Pereira Júnior pelo auxílio na coleta de dados.

A colega Jocilene Ferreira de Sousa pela contribuição no processamento dos dados e normalização do texto.

A Dra. Regina Célia Tavares Lobato por ceder o fotomicroscópio e pelas observações feitas neste trabalho.

Ao Dr. Ricardo Secco pelas contribuições na leitura crítica desta dissertação.

Ao João César Alves da Silva, tecnologista da xiloteca do MPEG pelo convívio, apoio na atividade de laboratório e amizade fraternal

As bibliotecárias da FCAP, pela ajuda na formalização das referências bibliográficas.

Ao fotógrafo Antônio Pinheiro, do MPEG, pela revelação e reprodução das fotos.

A minha irmã Cleci pelo estímulo, colaboração e amizade.

Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CRISTINA NEVES FONSECA, filha de Christino Antônio das Neves e Antônia Olimpia de Brito Neves, nasceu em 24 de janeiro de 1960, no município de Castanhal-PA.

Em dezembro de 1987, graduou-se em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), em Belém-PA.

Em março de 1995, iniciou o Curso de Mestrado em Ciências Florestais, na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-Pa, defendendo a dissertação em 8 de julho de 1998.

SUMÁRIO

	Pg
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. A Anatomia da Madeira e Sua Importância para Estudos de Taxonomia e Filogenia.....	1
1.2. Breve Histórico da Anatomia da Madeira com Ênfase na Região Amazônica.....	2
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Material.....	19
3.2. Métodos.....	20
3.2.1. Corpo de Prova.....	21
3.2.2. Preparo dos Cortes Histológicos.....	21
3.2.3. Preparo de Lâminas de Macerado.....	22
3.2.4. Mensurações e Contagens.....	22
3.2.5. Tratamento Estatístico.....	23
3.2.6. Fotomicrografias.....	23
3.2.7. Descrição Anatômica e Terminologia Adotada.....	24
4 – RESULTADOS.....	25
4.1. Descrição Microscópica das Características do Xilema Secundário dos diferentes Gêneros da Família Linaceae.....	25
4.1.1 - Gênero <i>Hebepetalum</i> Benth.....	25

4.1.1.1. <i>Hebepetalum humirifolium</i> (Planch.) Benth.....	25
4.1.2 - Gênero <i>Ochthocosmus</i> Benth.....	29
4.1.2.1 <i>Ochthocosmus barrae</i> Hallier.....	29
4.1.2.2. <i>Ochthocosmus multiflorus</i> Ducke.....	33
4.1.3 - Gênero <i>Roucheria</i> Planch.....	36
4.1.3.1. <i>Roucheria calophylla</i> Planch.....	36
4.1.3.2. <i>Roucheria punctata</i> Ducke.....	40
4.1.3.3. <i>Roucheria schomburgkii</i> Planch.....	43
4.2. Chave de Identificação das Espécies de Linaceae Estudadas.....	46
5 – DISCUSSÃO.....	48
6 – CONCLUSÕES.....	56
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	-

LISTA DE FIGURAS

	Pg
FIGURAS 1-2: <i>Hebepetalum humiriifolium</i> (Planch.) Benth. 1. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x); 2. Corte tangencial (92x). Raios fusionados (rf).....	27
FIGURAS 3-5: <i>Hebepetalum humiriifolium</i> (Planch.) Benth. 3- Elemento de vaso com placa de perfuração simples (ps) em material dissociado (92x). 4- Corte transversal (230x). Cristais nas células do parênquima axial (c); 5- Corte radial (92x). Cristais nas células do parênquima radial (cr) e axial (ca) (230x).	28
FIGURAS 6-7: <i>Ochthocosmus barrae</i> Hallier. 6. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x); 7. Corte tangencial (92x). Raios predominantemente bisseriados.....	31
FIGURAS 8-12: <i>Ochthocosmus barrae</i> Hallier. 8 e 9. Elementos de vaso com placas de perfuração simples (ps) (92x). 10 Traqueíde em material dissociado (230x). 11. Corte radial: corpos silicosos (cs) nas células do parênquima (92x). 12. Corte transversal: mácula medular (mm).	32
FIGURAS 13-14: <i>Ochthocosmus multiflorus</i> Ducke. 13. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x); 14. Corte tangencial: raios não estratificados (92x).....	34

FIGURAS 15-18: *Ocithocosmus multiflorus* Ducke. 15. Elemento de vaso com placa de perfuração simples (ps) (92x). 16. Corte transversal (366x) mostrando vaso obstruído por tilose (t). 17. Traqueíde em material dissociado (460x). 18. Corte tangencial (460x), mostrando pontuações areoladas (pa) nas fibras e nas células do parênquima axial..... 35

FIGURAS 19-20: *Roucheria calophylla* Planch. 19. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x). 20. Corte tangencial: raios predominantemente bisseriados (230x)..... 38

FIGURAS 21-24: *Roucheria calophylla* Planch. Elementos de vaso (92x): 21. Elemento de vaso longo com apêndices curto; 22. Elemento com apêndices muito curto; 23. Elemento com apêndices longo; 24. Elemento de vaso com apêndices longo e curto..... 39

FIGURAS 25-26: *Roucheria punctata* Ducke. 25. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x) e parênquima paratraqueal escasso (pe); 26. Corte tangencial: raios predominantemente bisseriados (92x)..... 41

FIGURAS 27-34: *Roucheria punctata* Ducke. 27. Corte radial (230x). Pontuações radiovasculares simples (pr). 28 a 31. Elementos de vaso em material dissociado (92x). 32. Corte transversal (460x) mostrando vaso com tilose (t) e parênquima paratraqueal escasso (pe). 33. Corte tangencial: Pontuações na parede dos elementos fibrosos (230x). 34. Corte radial: cristais (c) em células procumbentes do parênquima radial (460x)..... 42

FIGURAS 35-36: <i>Roucheria schomburgkii</i> Planch. 35. Corte transversal; vasos difusamente distribuídos (92x). 36. Corte tangencial: raios bisseriados predominantes (92x).....	44
FIGURAS 37-40: <i>Roucheria schomburgkii</i> Planch. 37 . Corte transversal : elementos de vaso obstruídos por tilose esclerosada (te) (230x). 38. Elemento de vaso contendo tilose em material dissociado (92x).39. Corte tangencial: cristais (c) nas células dos raios (230x). 40. Corte radial: vasos obstruídos por tilose e cristais (c) presentes nas células procumbentes do parênquima radial (92x).....	45
FIGURA 41: Percentual no agrupamento de vasos observados nas espécies em estudo.....	49
FIGURA 42: Frequência de vasos/mm ² observada nas espécies estudadas.....	51
FIGURA 43: Largura dos raios em número de células (%) encontrada nas espécies estudadas.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela A: Morfometria dos elementos de vaso das espécies de Linaceae da Amazônia brasileira

Tabela B: Morfometria dos raios das espécies de Linaceae da Amazônia brasileira

Tabela C: Morfometria dos elementos fibrosos das espécies de Linaceae da Amazônia brasileira

RESUMO

FONSECA, Cristina Neves. **Anatomia da madeira das Linaceae da Amazônia brasileira.**

Este trabalho aborda o estudo dos caracteres anatômicos de 6 espécies, pertencentes a 3 gêneros da família Linaceae que ocorrem na Amazônia brasileira. E tem como objetivo estabelecer microscopicamente os padrões estruturais do lenho das Linaceae. As espécies estudadas foram: *Hebepetalum humiriifolium* (Planch.) Benth., *Ochthocosmus barrae* Hallier, *Ochthocosmus multiflorus* Ducke, *Roucheria calophylla* Planch., *Roucheria punctata* Ducke e *Roucheria schomburgkii* Planch. As características anatômicas do lenho foram descritas microscopicamente utilizando-se cortes histológicos e material macerado, obtidos das amostras de madeiras. Constatou-se certa homogeneidade quanto à estrutura anatômica do lenho e, apesar das diferenças encontradas terem certa similaridade foi possível a confecção de uma chave dicotômica de identificação das espécies estudadas. Os representantes lenhosos das Linaceae são os que apresentam as maiores afinidades com as Humiriaceae, e fazendo comparação anatômica entre elas, a placa de perfuração dos elementos vasculares revelou-se como estrutura que separa muito bem as duas famílias¹.

1. Orientador: Dr. Pedro Luiz Braga Lisboa. Membros da banca examinadora: Dr. Alcir Tadeu de Oliveira Brandão, Dra. Léa Maria Medeiros Carreira e Dra. Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara.

ABSTRACT

WOOD ANATOMY OF THE LINACEAE FROM THE BRAZILIAN AMAZON

This paper examines the anatomical characteristics of wood from six tree species from three genera of Linaceae. The objective was to characterize the microscopic structural patterns of the woody tissue in the studied species. The studied species are all endemic to the forests of the Brazilian Amazon basin, and include *Hebepetalum humiriifolium* (Planch.) Benth., *Ochthocosmus barrae* Hallier, *Ochthocosmus multiflorus* Ducke, *Roucheria calophylla* Planch., *Roucheria punctata* Ducke, and *Roucheria schomburgkii* Planch. Anatomical characteristics of the woody material is described on the basis of microscopic sections and macerations. Although structural similarities were observed among the studied species, sufficient differences were found for the elaboration of a dichotomous key for their identification. Woody members of Linaceae and Humiriaceae are structurally similar, but differences in the perforation plates of the vascular elements distinguish these families.

1 - INTRODUÇÃO

1.1. A ANATOMIA DA MADEIRA E SUA IMPORTÂNCIA PARA ESTUDOS DE TAXONOMIA E FILOGENIA.

Ao longo do tempo o estudo anatômico das madeiras tornou-se um valioso instrumento de apoio à outras linhas de pesquisas correlatas como a tecnologia, a taxonomia e a filogenia. Como exemplo pode-se citar o emprego da anatomia no estudo da tecnologia da madeira, quando é possível estabelecer correlações entre estruturas anatômicas e as propriedades físicas e mecânicas (STEELE *et al.*, s.d.). Além disto, a anatomia possibilita também a identificação de madeiras, muitas vezes a nível de espécie, simplificando a tarefa da determinação da identidade e assegurando sua comercialização (MUNIZ, 1986; LISBOA, 1991)

Com relação a taxonomia, o valor dos caracteres anatômicos da madeira no auxílio à solução de problemas taxonômicos é reconhecido desde 1818, data em que o botânico suíço Augustin P. de Candolle usou o caráter presença ou ausência de vasos em seu sistema de classificação plantas. A partir daí, outros taxonomistas reconheceram o valor do caráter anatômico, empregado-o sistematicamente em estudos comparativos (LISBOA, 1991).

Através do estudo microscópico da madeira são frequentemente confirmadas identificações botânicas, principalmente de exsicatas de herbários desprovidas de órgãos reprodutivos e na confirmação de adulteração,

substituição e fraude de madeiras, bem como é imprescindível na identificação de restos paleobotânicos (METCALFE & CHALK, 1972).

Com relação aos estudos filogenéticos, a utilização de caracteres anatômicos teve início com trabalhos realizados por BAILEY & TUPPER (1918) quando estabeleceram ligações morfológicas numa mesma unidade anatômica constituintes do lenho de diversos grupos vegetais. Certos princípios sobre a filogenia de elementos específicos foram estabelecidos por BAILEY (1953), o qual traçou a provável evolução nos elementos traqueais de plantas primitivas até aquelas altamente evoluídas. Estes estudos, como viriam a ser fartamente comprovados no decorrer desse século, representam os diferentes níveis de especialização dos caracteres anatômicos, permitindo aos anatomistas conhecer os caminhos evolutivos no reino vegetal. Desde então tem sido comum o emprego da anatomia na solução de problemas filogenéticos (LISBOA, 1991).

As florestas fornecem muitos produtos dos quais sempre houve intensa demanda, porém para que uma floresta continue a fornecer seus produtos ao longo do tempo é necessário conhecer as espécies desse conjunto. Neste contexto surge a família Linaceae cuja distribuição é considerável na Amazônia, entretanto é pouco conhecida e muitas vezes é identificada erroneamente como Humiriaceae.

1.2. BREVE HISTÓRICO DA ANATOMIA DA MADEIRA COM ÊNFASE NA REGIÃO AMAZÔNICA.

A utilização das plantas como meio de facilitar a sobrevivência é tão antiga quanto a existência da própria espécie humana. A madeira foi um dos primeiros materiais a ser utilizado pelo homem. A abundância dessa matéria prima e suas múltiplas utilidades aliadas ao conhecimento empírico de suas

propriedades físicas e mecânicas, contribuíram para a expansão do seu emprego entre as civilizações primitivas. Através dos séculos, o homem foi descobrindo as características da madeira, havendo registro de exemplos notáveis que a humanidade tem conhecimento escrito no Gênesis e Novo Testamento: Arca de Noé, a Arca da Aliança e a Cruz utilizada no martírio e na crucificação de Jesus Cristo (BROTERO, 1941; CAVALCANTE, 1983, 1986; LA MADEIRA, 1987; MATTAR *et al.*, 1996; PAULA & ALVES, 1997).

É importante ressaltar que o estudo científico da estrutura das plantas só começou com as pesquisas feitas pelo italiano Marcelo Malpighi (1628-1694) e pelo inglês Nehemiah Grew (1641-1712), que são considerados os pioneiros da anatomia da madeira. Entretanto Robert Hooke (1605-1703) já havia publicado em 1665 o clássico *Micrografia*, mas ficou conhecido como pesquisador de interesse apenas casual pelo assunto de anatomia (BAAS, 1982; METCALFE & CHALK, 1983; LISBOA, 1991).

Marcelo Malpighi examinando, ao microscópio rudimentar, cortes dos mais variados órgãos e tecidos de animais e plantas, desenvolveu na sua época o estudo da anatomia de madeiras, publicando *Anatomia Plantarum* que é considerado sua obra mais importante (SANTOS, 1987). O inglês Nehemiah Grew publicou três livros, a partir de 1672, culminando na edição de *The Anatomy of Plants*, onde pela primeira vez é relatada a existência de vasos, fibras e parênquimas em madeira (METCALFE & CHALK, 1979; LISBOA, 1991).

Posteriormente, o estudo da anatomia da madeira foi evoluindo em função da necessidade do conhecimento das suas estruturas para fins de identificação e de caracterização de suas propriedades. Isso pode ser percebido na Europa, no início do século, quando uma dezena de espécies locais e outra dezena de essências importadas, satisfaziam plenamente o comércio e a

indústria madeireira que, por tradição, aplicava essas madeiras na confecção de mobília e nas construções naval e civil. Outras espécies, de propriedades mais inferiores, eram relegadas para serem utilizadas como combustível, o que contribuiu para que as reservas florestais da Europa fossem se esgotando. A exploração de madeira chegou ao auge quando a 1ª Guerra Mundial, em 1914, exigiu o aproveitamento em massa de todo o material lenhoso disponível. As indústrias foram então obrigadas a recorrer às florestas coloniais e às espécies consideradas secundárias que ainda subsistiam. Não podendo contar com as madeiras tradicionais, viram-se os donos de indústrias na contingência de priorizar o estudo das propriedades dessas novas madeiras tropicais, das quais teriam que lançar mão (PEREIRA, 1937).

Em consequência do incremento do comércio marítimo, que pôs à disposição dos mercados europeus as essências tropicais provenientes das colônias, até então desconhecidas, buscou-se na identificação microscópica o meio de fiscalizar o comércio madeireiro, pela verificação científica da autenticidade das mesmas (SANTOS, 1987). Surgiu assim, o estudo de laboratório das madeiras, à semelhança do que já era feito para materiais metálicos (PEREIRA, 1937).

Mas não bastava apenas determinar as propriedades gerais das madeiras. Necessário se tornou a identificação da espécie, de modo a se reconhecer a árvore capaz de fornecer material lenhoso com as propriedades desejadas. Nasceu então a identificação da madeira pelo processo da estrutura e da anatomia do lenho (PEREIRA, 1937).

Em 1930, Samuel Record, da Escola de Silvicultura da Universidade de Yale, lançou no V Congresso Internacional de Botânica, em Cambridge, U.S.A., a idéia da fundação de uma entidade com objetivos de reunir sob uma mesma bandeira os anatomistas da madeira de todo mundo. Em 4 de agosto de

1931, instala-se em Paris, a “International Association of Wood Anatomists”- IAWA, durante um Congresso Internacional da Madeira e da Silvicultura. Sendo assim, o primeiro grande projeto da nova instituição foi organizar um glossário que acabasse de vez com as controvérsias sobre a nomenclatura de estudo anatômico, estabelecendo definições para os diversos caracteres do lenho e formas típicas das suas variações (BASTOS, 1937).

No Brasil, a madeira tem desempenhado um papel de destaque desde o início de sua história pela sua posição geográfica privilegiada, na zona tropical, e por ser detentor da maior área florestal heterogênea conhecida do planeta. A origem do nome Brasil foi do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* L.), uma leguminosa muito abundante na Mata Atlântica durante a fase colonial (BURGER & RICHTER, 1991; PAULA & ALVES 1997).

Ambrósio Fernandes Brandão, o provável autor dos *Diálogos das Grandezas do Brasil* de 1618, enfatizava que era necessário aprofundar o conhecimento sobre a riqueza florestal da colônia no trópico brasileiro. Dizia ser importante o conhecimento da natureza, e que publicações poderiam ser distribuídas a arquitetos, decoradores e engenheiros civis, principais responsáveis pelo uso de pequeno número de espécies madeireiras na construção, quando existia na Amazônia em torno de 2.000 espécies madeireiras, das quais mais de uma centena com potencial de industrialização (REIS, 1982)

Apesar do atraso científico da metrópole portuguesa e ainda maior da colônia, o conhecimento acumulou-se ao longo do tempo. André João Antonil, em sua obra *Cultura e Opulência do Brasil por suas Drogas e Minas*, datada de 1711, relata a melhor maneira de se construir engenho na colônia. Designava quais espécies deveriam ser utilizadas no madeiramento da casa do engenho, da

casa das fornalhas e da casa das caldeiras. Antonil comenta também regras próprias para abater e transportar árvores (REIS, 1982).

A atividade florestal constituiu-se até o início do século XVII na principal fonte de divisa da coroa portuguesa. Por volta de 1875 encerrava-se a exploração de pau-brasil e em 1885 começou a exploração do pinheiro (*Araucaria angustifolia*) no sul do país. E a 1ª Guerra Mundial de 1914 provocou uma radical mudança no setor madeireiro do Brasil, transformando o país de importador em grande exportador (REIS, 1982).

O mercado brasileiro de madeiras concentrou-se então, nas regiões sudeste e sul, e secundariamente, no nordeste (sul da Bahia, Espírito Santo e nordeste de Minas Gerais). Estas reservas, chamadas “reservas tradicionais” eram exploradas por serem mais viáveis, em decorrência de sua boa localização, e da rede viária ligando-as aos centros consumidores, e às suas características florestais. As reservas sulinas de coníferas tinham a vantagem de serem homogêneas, o que facilitava a extração e conhecimento das espécies. As reservas do leste brasileiro, compostas de espécies do tipo “folhosas”, forneciam madeiras duras e de qualidade (CONSTRUTORA..., 1976).

Com o decorrer do tempo, ocorreu o esgotamento gradativo das reservas naturais de madeira tropical do sul do Brasil, passando então a Amazônia a ser um grande fornecedor desta matéria prima, porém sem a preocupação efetiva de manter e regenerar estes recursos. Quando esgotam o potencial madeireiro de uma determinada área, a alternativa utilizada pelos grupos que exploram a madeira é o de passar a outras áreas florestais (CONSTRUTORA..., 1976; MAGALHÃES, 1979; LISBOA *et al.*, 1991).

Considerando particularmente o caso do Estado do Pará, veremos que, serrarias estabelecidas há muitos anos em zonas de abundante riqueza florestal naquela época, hoje são obrigadas a explorar madeira em regiões muito

distantes, porque nenhuma medida de exploração racional foi tomada (OLIVEIRA, 1937).

As estatísticas econômicas brasileiras do século XVIII não mostram a madeira do Pará enviada para Portugal. As poucas referências feitas nos documentos oficiais da época, reveladas pelos cronistas, não exprimem, com exatidão, o valor das remessas periódicas das madeiras paraenses para metropole portuguesa. Porém, para atender aos constantes pedidos da Coroa, muitos foram os navios que deixaram a Baía de Guajará com destino ao Tejo, abarrotados de madeira (CRUZ, 1964).

Depois da borracha e da castanha, o terceiro produto que apareceu, na exportação do Estado do Pará em 1912, foi a madeira, que tomou um forte impulso após a 1ª. Guerra Mundial, porém a falta de identificação e classificação causou o esmorecimento da sua exportação para a Europa (PARÁ. GOVERNADOR..., 1925).

Em 1915, a Amazônia começou a exportar dormentes para estrada de ferro e os compradores foram os mais variados, tanto das ferrovias nacionais, como da Espanha, Egito, Libéria, Irã, Iraque, Venezuela e outros, sendo seu período áureo entre os anos de 1927 a 1930, quando a atividade somou o total de dois milhões e meio de peças. Como não existia fiscalização, a identificação e classificação das madeiras eram feitas só visualmente. A semelhança ou diferenças entre espécies de madeiras quando olhadas superficialmente, comprometem a credibilidade do comércio de madeiras, uma vez que madeiras de valor são substituídas por aquelas de pouco ou nenhum valor. Dessa forma, mesmo que acontecesse um embarque correspondente ao que fora combinado, havia a verificação posterior de que os dormentes de determinadas espécies não eram os solicitados (BASTOS, 1949, 1966).

Arthur de Miranda Bastos é considerado o pioneiro da utilização no Brasil de caracteres da estrutura do lenho no processo de identificação da madeira, utilizando técnica de cortes histológicos feitos em animais, a ele ensinada por um bacteriologista, para adaptá-la ao duro tecido lenhoso (BASTOS, 1937).

Bastos pouco produziu em matéria de anatomia da madeira, até 1929 quando foi para o Rio de Janeiro trabalhar, sob a orientação de Francisco de Assis Iglesias, do Serviço Florestal do Brasil. Tornou-se companheiro de Fernando Romano Milanez, que possuía maior experiência no assunto, e assim empreenderam estudos sobre a estrutura das principais madeiras do Brasil (BASTOS, 1937).

Reconhecendo a grande conveniência de se tratar o quanto antes da unificação, intensificação e aplicação prática dos estudos da estrutura das madeiras, o Instituto de Biologia Vegetal e o Serviço de Irrigação, Reflorestamento e Colonização do Rio de Janeiro, levaram a efeito de 21 a 28 de setembro de 1936, a Primeira Reunião de Anatomistas de Madeiras. A reunião congregou um número pequeno de pessoas, apenas 7 técnicos de anatomia da madeira, dos quais, apenas 4 profissionais eram especialistas (ANNAES..., 1937).

O acentuado descrédito do comércio de madeira no Pará levou também o governo a tomar medidas corregedoras, já que o produto exportado apresentava compensação financeira satisfatória. No início de 1931, o interventor Magalhães Barata criou o serviço de fiscalização da exportação de madeira, sendo nomeados 4 fiscais, que pudessem distinguir com alguma segurança as principais madeiras exportadas (OLIVEIRA, 1937).

Na época, o Serviço Florestal do Brasil, sob a direção de Francisco Iglesias, dedicou particular interesse ao estudo da anatomia das madeiras da

Amazônia, quando foi organizado no Pará o Serviço de Identificação de Madeiras nos moldes do que estava sendo praticado no Rio de Janeiro. Foi contratado então Luís Augusto de Oliveira, que era químico formado pela Escola de Química Industrial do Pará, para estagiar ao lado dos anatomistas do Serviço Florestal, Fernando Milanez e Miranda Bastos (OLIVEIRA, 1937).

Após um ano, Oliveira regressou a Belém, para orientar a fiscalização das madeiras do Pará. Os fiscais de embarque de madeira seriam instruídos de noções sobre a estrutura lenhosa de modo a poderem distinguir as principais espécies, macroscopicamente com auxílio de lupas ou pelos caracteres dos seus elementos: poros, fibras, raios, parênquima. Faziam então a identificação por comparação e, nos casos dúbios, recorriam ao microscópio (OLIVEIRA, 1937).

A necessidade de se ter coleções de madeiras como referência das mais diferentes regiões geográficas, fez com que surgissem as xilotecas. Foi neste contexto que surgiram as xilotecas que abrigam as coleções de madeiras amazônicas. As três maiores coleções da Amazônia estão nas xilotecas da EMBRAPA Amazônia Oriental (CPATU), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

Atribui-se o início da coleção de madeiras da EMBRAPA Amazônia Oriental, antigo Instituto Agrônomo do Norte, às coletas feitas pelo Sr. Pedro Capucho em 1932. Entretanto estas coletas foram intensificadas a partir de 1945 sobre a coordenação Dr. João Murça Pires e só em 1954, foi fundada a Xiloteca pelo Eng. Agrônomo Humberto Marinho Koury com a finalidade de catalogar as madeiras amazônicas e desenvolver estudos anatômicos das amostras da coleção. Nessa ocasião, as amostras de madeira eram fixadas as exsicatas. Com a criação da EMBRAPA, as excursões botânicas diminuíram devido à insuficiência de recursos humano e financeiro. A falta de pessoal proporcionou a quase paralisação das atividades, tanto do herbário quanto da xiloteca. A partir

de 1973, o Engenheiro Agrônomo Joaquim Ivanir Gomes, começou a trabalhar sob orientação do botânico João Murça Pires, começando a reorganização da coleção de madeiras que já se encontrava armazenada em latas, por causar danos nas exsicatas. Dessa valiosa coleção, muitos trabalhos científicos foram elaborados, tais como: Anatomia de Madeira dos gêneros *Hevea* e *Cordia*, além de outros envolvendo a estrutura macroscópica de mais de 100 espécies (PIRES, 1958; FEITOSA & SILVA NETO, 1997; GOMES & SILVA, 1997).

Quando foi concebida a idéia da criação do INPA pelo botânico Adolpho Ducke, foram também criados a Xiloteca e o atual Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras. O primeiro pesquisador a catalogar e confeccionar as lâminas histológicas foi Renato de Siqueira Jaccoud, assistido por William Antônio Rodrigues quando, ao final de 1954, foi fundada a Xiloteca. A primeira amostra de madeira coletada pertence à família Apocynaceae, *Ambelania tenuiflora* M. Arg., feita pelo funcionário Joaquim Chagas de Almeida nos arredores de Manaus, que anteriormente havia trabalhado com Adolpho Ducke. Nessas quatro décadas de atividades, a Xiloteca do INPA acumulou uma inestimável coleção de amostras de madeiras da Amazônia brasileira, sendo um referencial para estudos florestais da floresta amazônica. A xiloteca e o laboratório de anatomia de madeira do INPA, foram transferidos do Departamento de Botânica em 1981, para o Centro de Pesquisa de Produtos Florestais - CPPF quando este foi implantado. As publicações da Xiloteca e do Laboratório de Anatomia e Identificação da CPPF/INPA, já alcançaram mais de meia centena de trabalhos científicos. Como exemplos importantes há o Catálogo de Madeiras da Amazônia, Essências Madeireiras da Amazônia e demais artigos, na sua maioria publicados na Revista *Acta Amazonica* do próprio INPA (ABSY *et al.*, 1981; VASCONCELOS, 1994).

O título de precursor da coleção de madeiras do Museu Goeldi pode ser atribuído ao botânico Walter Alberto Egler, responsável pela primeira coleta registrada em 1959, produto de uma expedição realizada ao rio Cururu, alto Tapajós, no Estado do Pará. Após a morte de Walter Egler, em trágico acidente na cachoeira Macacoara, no alto rio Jari, a coleção de madeiras foi abandonada, até desaparecer como coleção organizada. As madeiras foram recolhidas a sacos até dezembro de 1978, quando o pesquisador Pedro Luiz Braga Lisboa transferiu-se do INPA, Manaus, para o Departamento de Botânica do Museu Goeldi. A partir de 1979, Lisboa iniciou a organização da coleção, dispensando dois anos de dedicação exclusiva a este trabalho. Hoje a coleção de madeiras do Museu Goeldi é utilizada para atender consultas sobre identificação de madeiras, solicitação de laudos científicos, bem como no auxílio à identificação de plantas em inventários florestais e também como base para muitos trabalhos científicos (LISBOA, 1993; FEITOSA & SILVA NETO, 1997).

Atualmente, as xilotecas do mundo inteiro estão centralizadas em uma publicação que, a cada década, é atualizada, chamada *Index Xylariorum*. Nesta publicação é possível obter-se o país, a instituição, onde está a coleção e o número de amostras e de lâminas existentes e a disponibilidade de material para permuta e doação. Isso facilita o intercâmbio entre os especialistas em anatomia de madeira, promovendo a evolução desta disciplina.

O objetivo do presente estudo é contribuir para conhecimento da anatomia do lenho das Linaceae da Amazônia brasileira, estabelecendo microscopicamente os padrões estruturais do lenho e subsidiar os estudos de taxonomia e das relações filogenéticas entre os gêneros de Linaceae e desta com Humiriaceae.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

A família Linaceae, juntamente com Humiriaceae e Erythroxylaceae, pertencem à ordem Linales, da subclasse Rosidae. Talvez nenhum outro grupo de Dicotiledôneas possa exemplificar tão bem as divergências dos conceitos, no que se refere aos sistemas de classificação. As três famílias que integram essa ordem já fizeram parte, juntamente com um número bem maior de famílias, ora das Geraniales, ora das Malpighiales. Do mesmo modo, as Ixonanthaceae têm sido consideradas família independente por muitos taxonomistas e subordinadas às Linaceae, por outros (HUTCHINSON 1968, 1969; CRONQUIST 1968, 1981; BARROSO, 1984).

BENTHAM (1843), fez a descrição do gênero *Ocithocosmus* e estabeleceu a espécie *O. roraimae* Benth. procedente da Venezuela.

PLANCHON (1847), descreveu o gênero *Roucheria* e estabeleceu algumas espécies provenientes das Guianas e das Índias. Distingue-se entre as espécies neotropicais *R. calophylla* Planch., da Guiana, e *R. humiriifolia* Planch., de Caiena. Em seguida, PLANCHON (1848) descreveu *R. schomburgkii* Planch., da Guiana e colocou dúvidas a respeito da classificação da espécie *R. humiriifolia* no gênero *Roucheria*. Nesse estudo, o autor considerou a família Humiriaceae como um grupo autônomo, independente das Linaceae, embora relacionando-as através do gênero *Roucheria*.

BENTHAM (1862), estudando a família Lineae (Linaceae), descreveu o gênero *Hebepetalum* baseando-se possivelmente, em material de origem da Guiana. Neste estudo, Bentham considerou Linaceae e Humiriaceae como famílias distintas. Também URBAN (1872), considerou Lineae (Linaceae) e

Humiriaceae como famílias independentes, deixando na primeira os gêneros *Linum* e *Ochthocosmus*. REICHE (1886) em seus estudos, fez breve referências aos gêneros da família Linaceae.

HUBER (1907), na série "Materiais para a Flora Amazônica", comenta que conhecem-se duas espécies do gênero *Hebepetalum* criado por Benth, mas que outros autores as confundem como espécies do gênero *Roucheria*. Estas espécies são *H. humiriifolium* (Planch.) Benth. e *H. latifolium* (Spruce) Benth.

A família Linaceae, segundo LÖFGREN (1917), possui 9 gêneros e cerca de 120 espécies, distribuídas principalmente sobre as zonas temperadas até as tropicais, e nenhuma zona representa um verdadeiro centro vegetativo.

¹HALLIER (1921), *apud* CUATRECASAS (1961), e de acordo com Baillon, uniu Linaceae a Humiriaceae, observando que a única diferença entre elas era a presença de disco livre intra-estaminal na última, em geral ausente em Linaceae.

²WINKLER, em 1931, (*apud* CUATRECASAS, 1961) seguindo o mesmo raciocínio, descreveu a subfamília Humirioideae, na família Linaceae, caracterizada pelo disco intra-estaminal, tubo estaminal e conectivo grosso das anteras.

DUCKE (1932), descreveu para o gênero *Hebepetalum* as espécies *H. parviflorum* Ducke e *H. punctatum* Ducke, encontradas às proximidades de Manaus. Este mesmo autor no ano seguinte (DUCKE, 1933) escreveu sobre a freqüência de *Ochthocosmus roraimae* Benth. em Manaus e fez novas

¹HALLIER, H. G. *Betrage zurkenntnis der Linaceae* (D.C. 1819) Dumort. Beih. Bot. Centralbl. 39, 1-178, 1921, especially 1.

²WINKLER, H. Linaceae. In: A Engler & K. Prantl, *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 19a:82-130, 1931.

combinações considerando a espécie *Roucheria schomburgkii* Planch. como *Hebepetalum schomburgkii* (Planch.) Ducke.

Posteriormente, DUCKE (1935a, 1935b) transfere *Hebepetalum punctatum* Ducke e *Hebepetalum parviflorum* Ducke para o gênero *Roucheria*, fazendo as novas combinações *R. punctata* Ducke *R. parviflora* Ducke e citando *Ochthocosmus barrae* Hallier como um espécime que tinha alguma relação com a espécie *O. roraimae* Benth. da cidade de Manaus. A seguir, DUCKE (1937) descreveu *Ochthocosmus multiflorus* Ducke para o Estado do Amazonas.

Para RECORD & HESS (1943), a família do linho tem aproximadamente 19 gêneros e 300 espécies entre árvores, arbustos e herbáceos, amplamente distribuídos. A maioria das árvores são tropicais. SCHULTZ (1943) concorda com Record & Hess (1943) na quantidade de espécies, entretanto diz que há poucas espécies americanas e que a maioria encontra-se nas zonas temperadas e subtropicais.

Neste mesmo ano, MacBRIDE (1943) considerou Humiriaceae como sinônimo de Linaceae, descrevendo em seu trabalho sobre a flora do Peru, os gêneros das duas famílias como se fossem apenas de Linaceae.

DUCKE (1945) considerou como pertencentes à família Linaceae, as Humiriaceae, descrevendo a nova espécie *Sacoglottis cerotocarpa* Ducke. Também DUCKE (1947), observando uma árvore em Leticia, na Amazônia Colombiana, estabeleceu a espécie *Roucheria elata* Ducke.

CUATRECASAS (1961), na revisão que fez da família Humiriaceae, afirma que é nos representantes lenhosos das Linaceae que se encontra uma das maiores afinidades com as Humiriaceae. Apesar disto, diz que a família Humiriaceae é um grupo natural, bem definido e perfeitamente separável da família Linaceae e que na Amazônia o gênero *Ochthocosmus* é o mais próximo das Humiriaceae. CUATRECASAS (1961) ressaltou que Humiriaceae possui óleos balsâmicos na casca e no fruto e as Linaceae não os possuem. O autor

também comenta que tanto na anatomia da madeira quanto na morfologia do pólen, não há suporte suficiente para unir as duas famílias.

HUTCHINSON (1968) e CRONQUIST (1968) consideraram Linaceae e Humiriaceae como famílias independentes e o primeiro citou *Hebepetalum* e *Roucheria* como gêneros amazônicos. Segundo CRONQUIST (1968), a família reúne 6 gêneros e cerca de 220 espécies amplamente distribuídas através do mundo, mas muito comuns nas regiões temperadas e subtropicais.

JOLY (1975) considerou o gênero *Humiria* como sendo da família Linaceae.

STEYERMARK & LUTEYN (1980) na revisão do gênero *Ochthocosmus* da família Linaceae, citaram as espécies *O. barrae* Hallier e *O. multiflorus* Ducke como ocorrentes na Amazônia brasileira.

Para BARROSO (1984), a família Linaceae possui cerca de 17 gêneros e aproximadamente 250 espécies, muitas delas ocorrentes nos trópicos e outros comuns nas regiões temperadas. Segundo este autor em geral são ervas anuais ou perenes, arbustos ou árvores. Folhas alternas ou opostas, simples, estipuladas ou não, com estípulas caducas. Flores andróginas, actinomorfas, diclamídeas, dispostas em fascículos axilares, em racemos ou em cimeiras. Androceu isostêmone ou diplostêmone, com filetes concrecidos na base; ovário gamocarpelar, tri a pentaloculado, com um a dois óvulos em cada lóculo; estilete de três a cinco, livres entre si ou concrecidos num só. Fruto drupáceo, indeiscente ou cápsula septicida; semente alada ou não, com endosperma e embrião reto.

SECCO & SILVA (1990) em contribuição à sistemática das Linaceae da Amazônia brasileira, acrescentaram à literatura informações indispensáveis ao entendimento taxonômico da família, dando novas contribuições mais detalhadas para sua identificação e citando para o gênero *Hebepetalum* uma possível espécie nova. Em seguida SECCO & SILVA (1992) descreveram a

nova espécie denominada *Hebepetalum roraimense* R. Secco & Manni Silva, dando ênfase às estruturas que a distingue de *H. humiriifolium* (Planch) Benth. Para os autores a variação, tanto em número de gêneros quanto de espécies, se deve ao fato de alguns autores incluírem Linaceae em Humiriaceae, enquanto outros as trataram como famílias separadas. Também verificaram, estudando a sistemática das Linaceae, que era bastante confusa e desatualizada, sendo comum Linaceae estar erroneamente identificada nos herbários como Humiriaceae ou Ochnaceae.

A diversidade de espécies e a falta de estudo mais detalhado da flora, torna a família Linaceae pouco conhecida. É uma família pequena mas diversificada. No Brasil se distribui por todo o território nacional, principalmente na Amazônia, onde está representada por três gêneros de ocorrência muito comum: *Hebepetalum*, *Ochthocismus* e *Roucheria* (RECORD & HESS 1943; HUTCHINSON, 1968; BARROSO, 1984; SECCO & SILVA 1990).

A família Linaceae reúne muitos representantes, porém a literatura fornece dados de utilização econômica apenas do gênero *Linum*, o conhecido linho, de cujas fibras da casca se produz o apreciado tecido, e as sementes são riquíssimas em óleo e mucilagem que tem uso medicinal no preparo de cataplasmas e o óleo de linhaça que também serve para pinturas (SCHULTZ, 1943; JOLY, 1975; HICKEY & KING, 1981; SECCO & SILVA, 1990).

A morfologia externa e a anatomia das Linaceae têm sido muito pouco estudadas, havendo alguns trabalhos abordando aspectos anatômicos e palinológicos (ERDTMAN, 1952; METCALFE & CHALK, 1957; RAJ & SURYAKANTA, 1969; SAAD, 1962). Os resultados obtidos por ERDTMAN (1952) e SAAD (1962) no estudo da morfologia dos grãos de pólen mostraram as Linaceae como uma família euripalina (grãos de pólen heterogêneos). Em relação aos gêneros que ocorrem na Amazônia, ERDTMAN (1952) tratou

apenas de *Ochthocosmus* enquanto, SAAD (1962) tratou de *Hebepetalum*. Este último, juntamente com RAJ & SURYAKANTA (1969) consideram a família Linaceae como primitiva do ponto de vista da palinologia.

HUTCHINSON (1968), considera *Ochthocosmus* perfeitamente separável de *Hebepetalum* e *Roucheria* por apresentar o fruto em cápsula e por ter o número de estames igual ao de pétalas, situando-o na tribo Lineae, um grupo recente das Linaceae e *Hebepetalum* e *Roucheria* pertencem à tribo Hugonieae, por apresentarem estames em dobro ou sempre mais numerosos que o número de pétalas, pertencendo ao grupo de gêneros filogeneticamente mais primitivos das Linaceae. De acordo com SECCO & SILVA (1990), do ponto de vista genético, há uma certa afinidade entre *Hebepetalum* e *Roucheria*, principalmente através de *R. punctata* Ducke. No entanto dizem que em exame mais detalhado, os dois gêneros separam-se perfeitamente pelo tipo de nervura foliar e morfologia floral.

Apesar de se ter tentado identificar na literatura disponível os gêneros e espécies de Linaceae que ocorrem na Amazônia brasileira, através da anatomia do lenho, os estudos das diferenças encontradas até aqui têm sido reconhecidamente superficiais. RECORD & HESS (1943), por exemplo, ressaltaram a abundância de parênquima metatracheal em *Ochthocosmus* e paratracheal escasso nos outros gêneros e que são madeiras duras e pesadas. METCALFE & CHALK (1957), descreveram a anatomia da madeira de Linaceae dizendo que os vasos são exclusivamente solitários, exceto em *Hugonia*, e que a placa de perfuração é simples ou escalariforme. DÉTIENNE *et al.* (1982) estudando macroscopicamente o lenho de *Hebepetalum* Benth. e *Roucheria* Planch. observaram que a madeira de *R. calophylla* Planch. é muito dura, de cor alaranjada clara a cinza; que os vasos são difusos, exclusivamente solitários, de placa de perfuração simples. Porém os trabalhos consultados

mostram descrições muito gerais, não permitindo uma nítida separação dos gêneros e espécies.

A bibliografia mostrou que existem poucos trabalhos sobre anatomia do lenho da família Linaceae e nenhum estudo macro ou microscópico do lenho abrangendo os gêneros que ocorrem na Amazônia brasileira. Além do mais, as informações existentes são ainda pouco consistentes. Torna-se, portanto, evidente, através do exposto, a necessidade de estudos anatômicos minuciosos que venham colaborar para o entendimento taxonômico das Linaceae.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - MATERIAL

Gênero *Hebepetalum* Benth.

H. humiriifolium: (Planch.) Benth.: Brasil: Pará, Santarém, FAO. 24.04.1959: Coletor João Murça Pires, 7278 (cerne e alburno: IANw 2777 , exsicata: IAN 101.600).

H. humiriifolium: (Planch) Benth.: Brasil: Mato Grosso, Br 174, Projeto Polonoroeste. 31.05.1979: Coletores M. G. Silva & C. Rosário, 4731(cerne e alburno : MGw 2145, exsicata MG 67.732).

Gênero *Ocithocosmus* Benth.

O. barrae Hallier: Brasil: Amazonas, Manaus, Rio Negro, Campo Amélia. 18.05.1985: Coletores L. O. A. Teixeira, B. Nelson & N. M. C. de Paula, 1643 (cerne e alburno INPAw 9153, exsicata INPA 126.546)

O. barrae Hallier: Guiana, Kaieteur, savana Maguire, 1944: Coletor Fanshawe, 23469, (MADw 11898)

O. multiflorus Ducke: Venezuela: Amazonas. Coletores Wurdack & Adderley 42755 (MAD 22397).

Gênero *Roucheria* Planch.

R. calophylla Planch.: Brasil. 08.07.1936. Coletor A. Ducke (cerne e alburno MADw 32635).

R. calophylla Planch.: Brasil Pará, Mosqueiro, Estrada para Benevides. 11.01.1967: Coletor Rosemiro 49 (cerne e alburno MGw 479, exsicata MG 32.505)

R. punctata Ducke: Brasil: Amazonas, Carauari, rio Juruá, Poço Munguba. 15-26.10.1980: Coletores P. L. B. Lisboa; N. A. Rosa & M. R. Cordeiro 1888 (cerne e alburno MGw 2764, exsicata MG 96.272)

R. punctata Ducke: Brasil: Amazonas, Manaus, Reserva Florestal Ducke, Igarapé Barro Branco. 10.05.1963: Coletor W. A. Rodrigues & D. Coelho 5222 (cerne e alburno INPAw 1897, exsicata INPA 13891)

R. punctata Ducke: Brasil: Pará, rio Jari, Tinguelim, Km 23. 28.05.1970: Coletor N. T. Silva 3168 (cerne e alburno IANw 2785, exsicata IAN 135.023).

R. schomburgkii Planch.: Brasil: Pará, Belém, coleção "Guayana" do New York Botanical Garden (cerne BCTw 10083).

3.2 - MÉTODOS

Foram estudadas amostras de madeira dos gêneros *Hebepetalum*, *Roucheria* e *Ochthocosmus* da família Linaceae que ocorrem na Amazônia brasileira. Procurou-se obter amostra de lenho correspondente a todas as espécies deste estudo. No entanto, não foi possível obter material correspondente a espécie *typus* *Hebepetalum roraimense* R. Secco & Manni Silva. As 11 amostras de madeira utilizadas foram obtidas de xilotecas nacionais e estrangeiras, provenientes do cerne quanto do alburno e de posição a 1,30m de altura do solo no tronco das árvores.

De cada espécie, foram estudados no mínimo um (1) e no máximo três (3) espécimes, de acordo com a disponibilidade de material. A escolha das amostras foi feita levando-se em consideração, a existência de exsicatas correspondentes e preferencialmente de material coletado na Amazônia brasileira.

3.2.1. CORPO DE PROVA

As amostras de madeira, são provenientes da região entre o alburno e o cerne, onde se pode observar com maior representatividade os elementos estruturais do xilema secundário. Os corpos de prova com as dimensões 2 x 2 x 2 cm, foram devidamente orientados nos planos transversal e longitudinais tangencial e radial .

3.2.2. PREPARO DOS CORTES HISTOLÓGICOS

Os corpos de prova de acordo com KRAUS & ARDUIN (1997), foram submetidos a fervura em água para amolecimento da madeira, por um tempo variável conforme a dureza da amostra. Depois de submetidos a fervura tentou-se obter secções observando-se quais encontravam-se em bom estado de amolecimento para obtenção dos cortes histológicos. Em seguida com a utilização de micrótomo de deslize (Reichert), foram feitos os cortes nos planos longitudinal tangencial e radial com espessura variando de 18-20 μm e no plano transversal variando de 16-18 μm .

Para a coloração do tecido a metade dos cortes permaneceu na cor natural e a outra metade foi clarificada com hipoclorito de sódio a 50% e colorida com safranina hidroalcoólica (JOHANSEN, 1940). Estes cortes

coloridos, juntamente com outros que permaneceram na cor natural, foram desidratados passando por uma série alcoólica nas proporções de 3:1, 1:1 e 1:3 e por uma outra de xilol, e no xilol puro. Foram montados entre lâmina e lamínula, com bálsamo do Canadá, seis cortes para cada espécie, dois transversais e quatro longitudinais (2 tangenciais e 2 radiais), ficando um ao natural e outro corado de cada tipo de corte.

3.2.3. PREPARO DE LÂMINAS DE MACERADO

Na maceração dos elementos vasculares e fibrosos foi utilizado o método de Franklin, 1945 modificado. Pequenos fragmentos de madeira no sentido longitudinal dos corpos de prova foram retirados e colocados em vidros com solução aquosa de ácido acético glacial e água oxigenada 130 volumes, na proporção 1:1. Devidamente etiquetados, os vidros tampados contendo as amostras foram levados a estufa a 60°C, por um período de 24 horas. Após este período, foi retirada a tampa e na boca dos vidros foi preso por elástico um pedaço de meia de nylon. Cada amostra foi então lavada em água corrente várias vezes até a retirada total do ácido acético e da água oxigenada. Em seguida o material foi corado com algumas gotas de safranina hidroalcoólica e acrescido de uma gota de formol a 2%, para evitar contaminação por fungos e outros microorganismos.

Dos fragmentos macerados foram confeccionadas lâminas temporárias, com auxílio de um estilete, misturando-se minúsculas parcelas do macerado com gotas de glicerina, entre lâmina e lamínula, ficando o material pronto para ser examinado.

3.2.4. MENSURAÇÕES E CONTAGENS

A mensuração dos elementos anatômicos como: vasos (diâmetro em μm , comprimento dos elementos de vaso em μm); fibras (comprimento,

diâmetro do lume em μm e espessura da parede em μm); raios (altura em μm), foi feita em sistema de análise digital, utilizando-se o software *mocha*. A maioria das medições foram feitas na objetiva de 4x, utilizando-se apenas a objetiva de 40x para o lume e espessura da parede das fibras, devido a inviabilidade de visualizar-se estas estruturas na objetiva menor. Para cada parâmetro anatômico, cerca de 50 elementos ao acaso foram medidos em cortes transversal, tangencial e no material macerado. Para os vasos ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$) e raios (frequência/mm linear, largura e altura em n° de células) obteve-se de simples contagens ao acaso. Os valores desejados com objetiva de 4x no monitor, em cortes transversal e tangencial. Para cada parâmetro utilizou-se uma regra específica: vasos ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$) foram feitas contagens em 20 campos, para a frequência/mm linear, largura e altura em n° de células foram determinados em 50 raios, no corte tangencial, anotando-se todos aqueles raios que tocavam a linha pontilhada traçada horizontalmente no monitor.

3.2.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados quantitativos das contagens foram introduzidos onde já estavam as mensurações, que são armazenadas automaticamente em planilhas do *mocha*. Parâmetros como média, mínimo, máximo e desvio padrão da média, foram obtidos com os comandos estatísticos disponíveis no próprio software. Estes valores estão apresentados em tabelas no anexo final.

3.2.6. FOTOMICROGRAFIAS

Foram feitas fotomicrografias de aspecto geral dos cortes transversais e longitudinais (tangenciais e radiais), assim como do material

macerado em fotomicroscópio, modelo Nikon. O filme utilizado foi o ILFORD FP4 plus 125, e as ampliações foram feitas com diversos aumentos. As demais fotomicrografias realçando estruturas específicas também com diversos aumentos, conforme o tamanho e o nível de visualização.

3.2.7. DESCRIÇÃO ANATÔMICA E TERMINOLOGIA ADOTADA

As descrições e a terminologia seguiram aquelas estabelecidas pela Internacional Association of Wood Anatomists (IAWA COMMITTEE 1964 e 1989), além de especificações adotadas pelas normas Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT 1974).

As siglas de xilotecas e herbários estão de acordo com o Index Xylariorum (STERN, 1988) e Index Herbariorum (STAFLEU, 1981).

4 - RESULTADOS

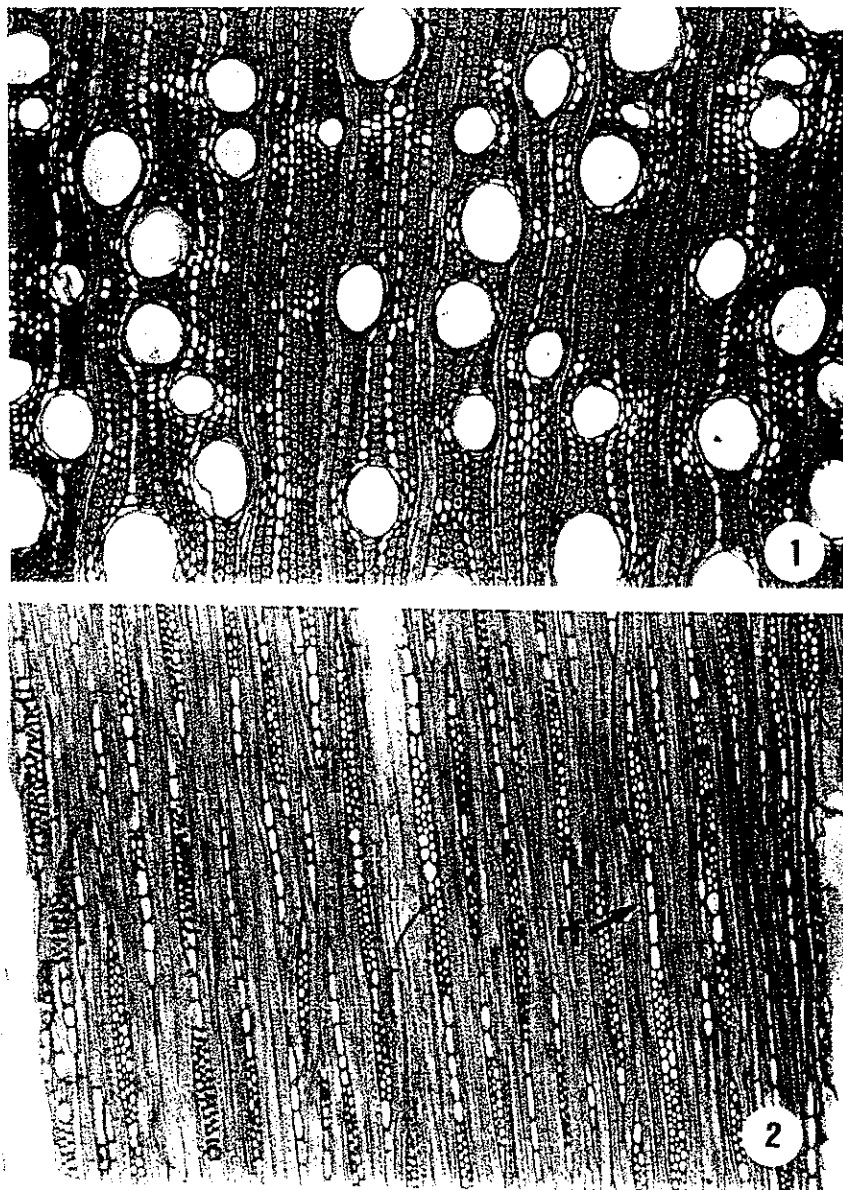
4.1. DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DAS CARACTERÍSTICAS DO XILEMA SECUNDÁRIO DOS DIFERENTES GÊNEROS DA FAMÍLIA LINACEAE

4.1.1 - GÊNERO *HEBEPETALUM* BENTH.

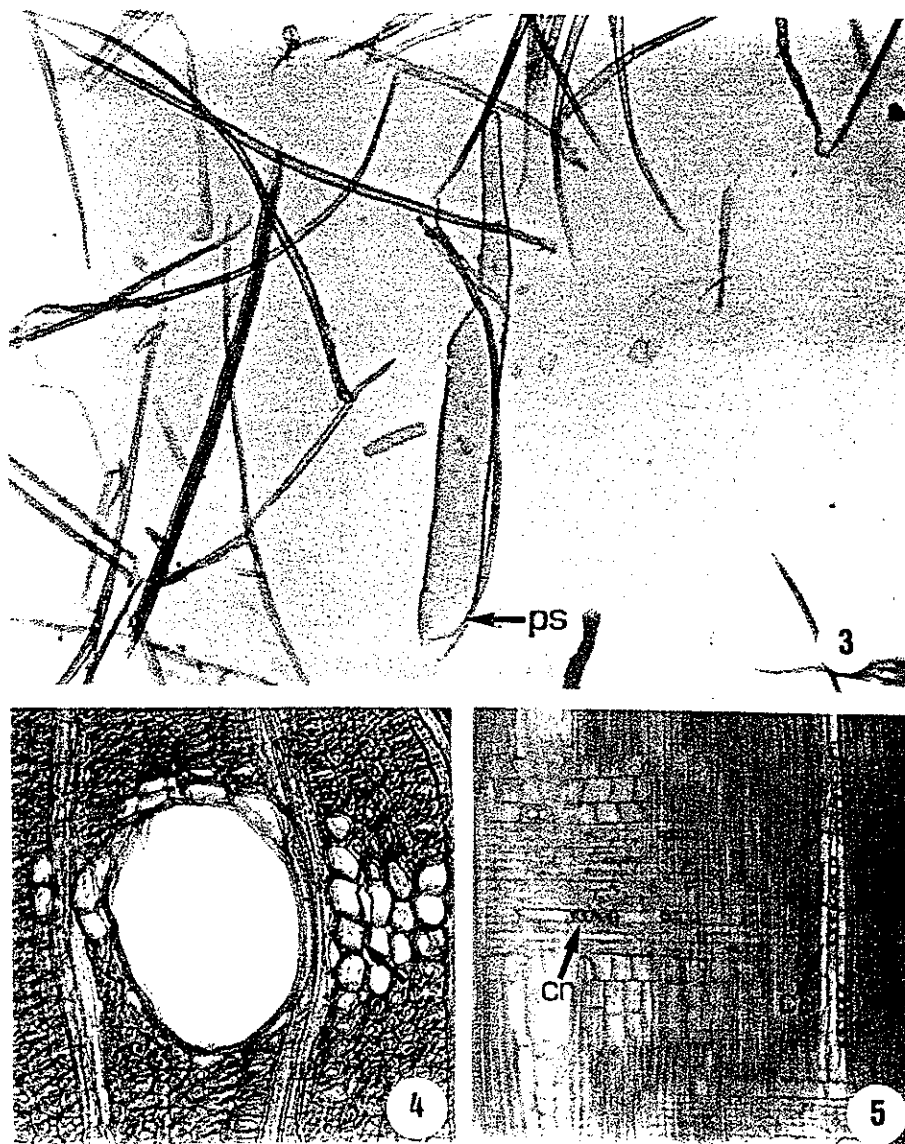
4.1.1.1. *Hebepetalum humiriifolium* (Planch.) Benth.

Vasos difusamente distribuídos, solitários predominantes (99%) e geminados (1%), de contorno circular, oval e angular (Fig. 1); placa de perfuração simples (Fig. 3); pontuações intervasculares alternas; pontuações radio-vasculares com aréola bem reduzida até aparentemente simples; pontuações horizontais até verticais; diâmetro tangencial de pequenos a médios, de 52 a 163 μm em média 112 μm ; de pouco numerosos a numerosíssimos, número de vasos mm^2 , de 8 a 56 com média 25; comprimento dos elementos de vaso de longos a extremamente longos, variando de 593 a 1514 μm e média 963 μm ; apêndices presentes, curtos ou longos nas duas extremidades. **Fibras** não septadas; comprimento variando de 833 a 2037 μm , em média 1523 μm , com pontuações areoladas distintas; paredes com espessura média igual a 9 μm e abertura do lume com média 7 μm . **Parênquima axial** paratraqueal escasso às vezes tendendo a formar pequenas aletas e apotraqueal difuso formando aglomerado de células; sendo comum acima de oito células por faixa de

parênquima. **Raios** normais e fusionados (Fig. 2), não estratificados, bisseriados predominantes (58%); trisseriados (33%), unisseriados (9%); heterocelulares, a maioria com células quadradas e ou eretas nas extremidades e procumbentes em todo o corpo do raio; corpo de células procumbentes geralmente maior que a parte unisseriada esta com mais de 4 filas de células marginais quadradas e /ou eretas; tipo Kribs I e II com predominância do tipo II; raios por mm linear de 12 a 24, em média 17; com 1 a 3 células de largura; altura em número de células de 6 a 45, em média 19; altura dos raios em μm variando de 190 a 1224, em média 510 μm ; raios fusionados (35%). **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos nas células procumbentes dos raios, em câmaras nas células eretas e /ou quadradas dos raios, e em câmaras nas células do parênquima axial (Fig. 4 e 5); mais do que um cristal, mais ou menos do mesmo tamanho, por célula ou câmara e ausência de sílica. Anéis de crescimento em faixas indistintas.



FIGURAS 1-2: *Hebeptalum humiriifolium* (Planch.) Benth. 1. Corte transversal: vasos difusamente distribuidos (92x); 2. Corte tangencial (92x). Raños fusionados (rf).



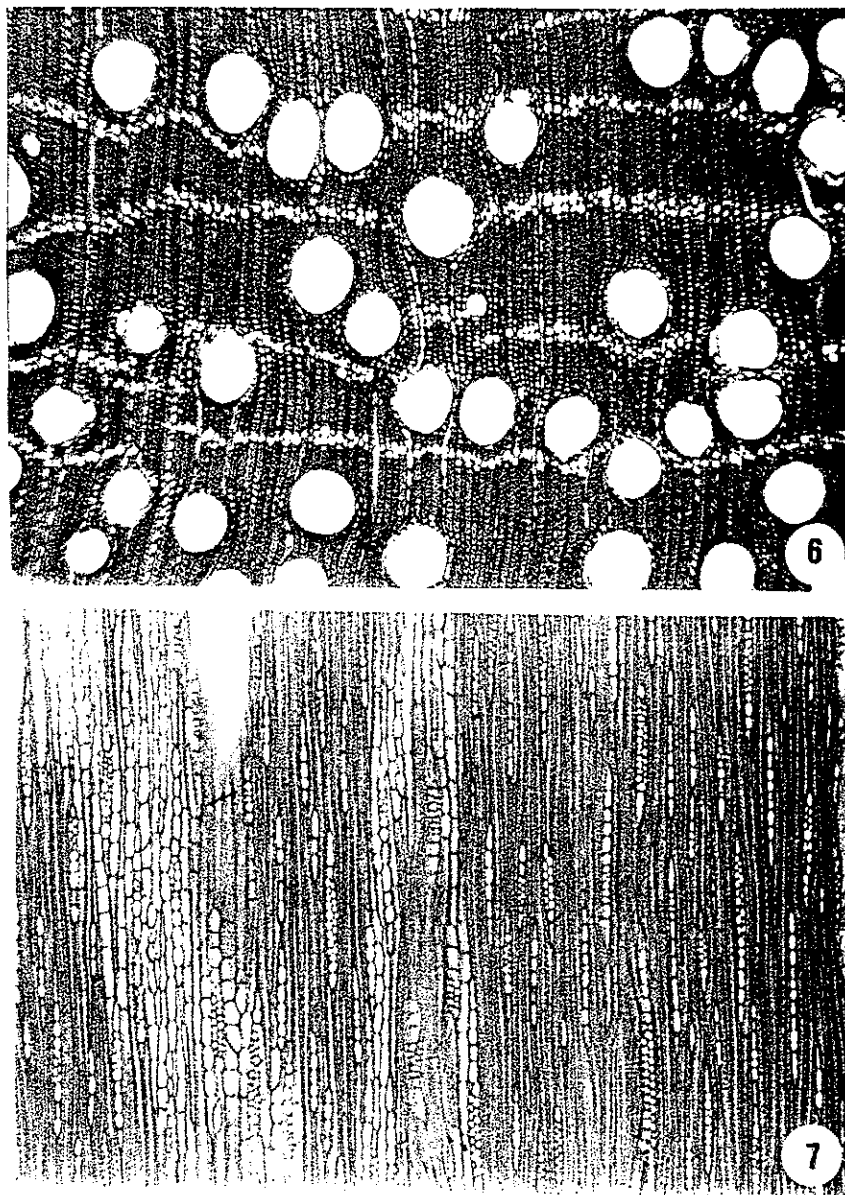
FIGURAS 3-5: *Hebeptalum humiriifolium* (Planch.) Benth. 3- Elemento de vaso com placa de perfuração simples (ps) em material dissociado (92x). 4- Corte transversal (230x). Cristais nas células do parênquima axial (c); 5- Corte radial (92x). Cristais nas células do parênquima radial (cr) e axial (ca) (230x).

GÊNERO *OCHTHOCOSMUS* BENTH.

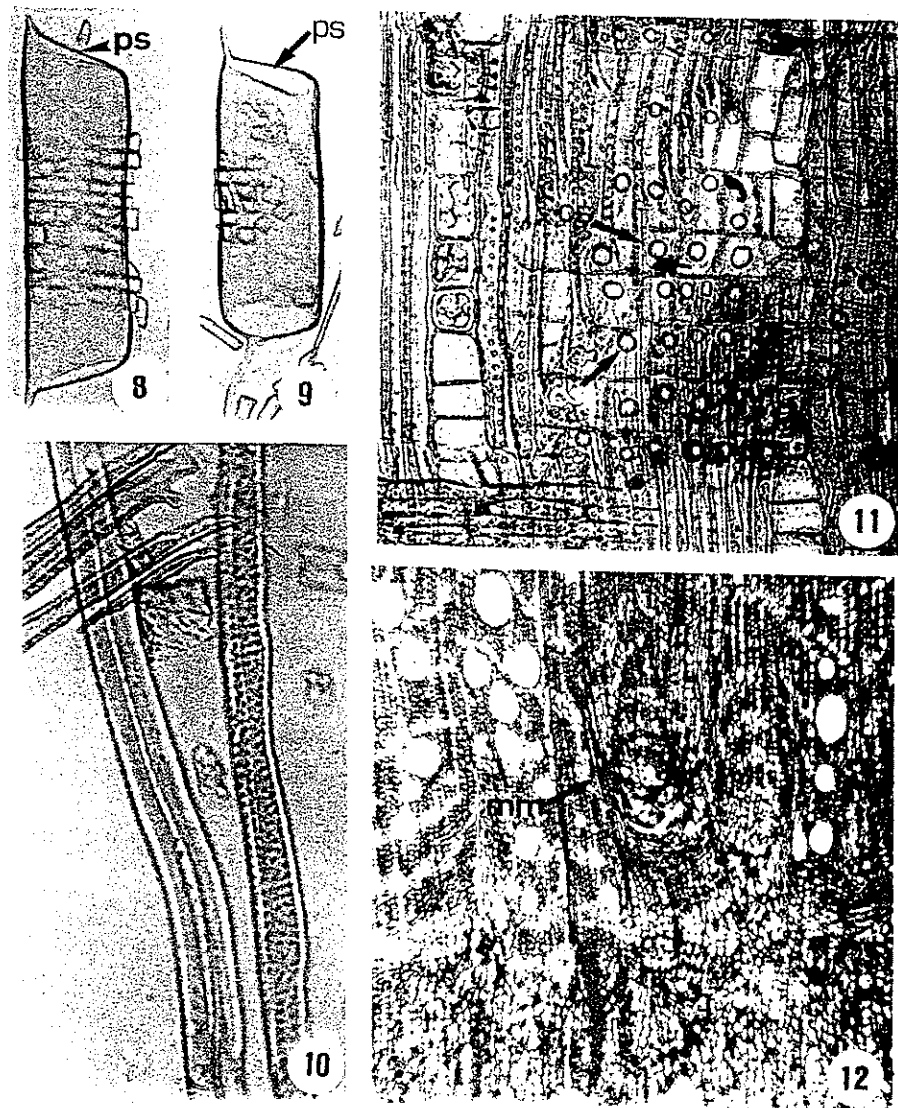
4.1.2.1 *Ochthocosmus barrae* Hallier

Vasos difusamente distribuídos; solitários predominantes (96%) e geminados (4%), de contorno oval, circular e alguns angular (Fig. 6); placa de perfuração simples (Fig. 8 e 9); pontuações intervasculares alternas; pontuações radio-vasculares com aréola bem reduzidas até aparentemente simples; pontuações horizontais até verticais; diâmetro tangencial de pequenos a médios, de 62 a 183 μm , em média 124 μm ; pouco numerosos a muito numerosos, número de vasos mm^2 de 6 a 23, em média 15; comprimento dos elementos de vaso de curto a extremamente longo, variando de 396 a 1130 μm , em média 751 μm ; apêndices presentes, de curtos a médios nas duas extremidades; presença de tilose. **Traqueides vascular e/ou Vasicêntricas** presentes (Fig. 10). **Fibras** não septadas; comprimento variando de 448 a 1583 μm em média 1065 μm , com pontuações areoladas distintas nas paredes longitudinal tangencial e radial; de paredes muito espessas, com média igual a 8 μm e abertura do lume com média 8 μm . **Parênquima axial** apotraqueal em faixas estreitas ou linhas com até três células de largura as vezes interrompidas; cinco a oito células por faixa de parênquima. **Raios** normais e fusionados, não estratificados, bisseriados predominantes (40%); unisseriados (37%), trisseriados (20%) (Fig. 7); heterocelulares, a maioria com células quadradas e ou eretas nas extremidades e procumbentes em todo o corpo do raio; corpo das células procumbentes geralmente maior que a parte unisseriada esta até com mais de 4 filas de células marginais quadradas e/ou eretas; tipo Kribs I e II com equivalência dos dois tipos; raios por mm linear de 12 a 26, em média 20; com 1 a 3 células de largura, raros de 4 células; altura em número de células de 4 a 25, em média 13; altura

dos raios em μm variando de 147 a 664, em média 312 μm , raios fusionados presentes (19%). **Inclusões inorgânicas:** sílica nas células procumbentes dos raios, nas células eretas e /ou quadradas dos raios e ausência de Cristais (Fig. 11). **Mácula medular** presente e visível no corte transversal (Fig. 12). Anéis de crescimento em faixas indistintas.



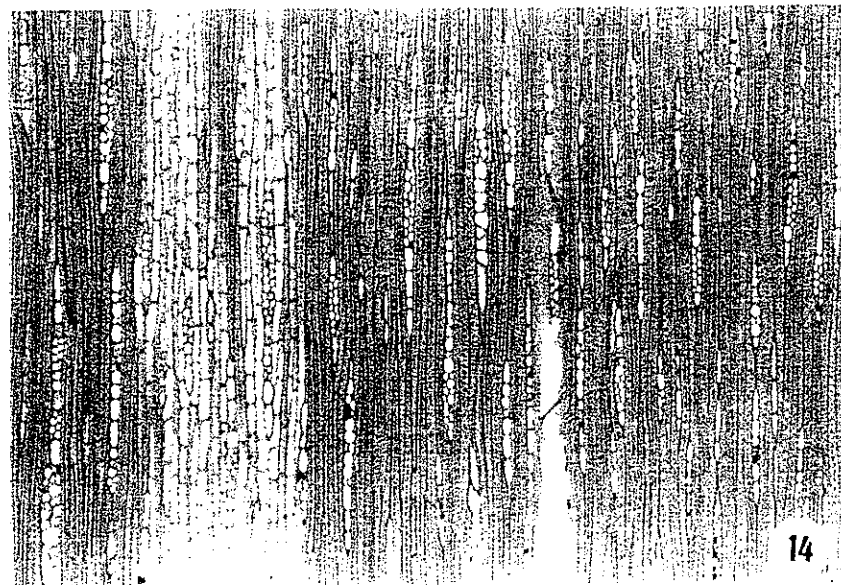
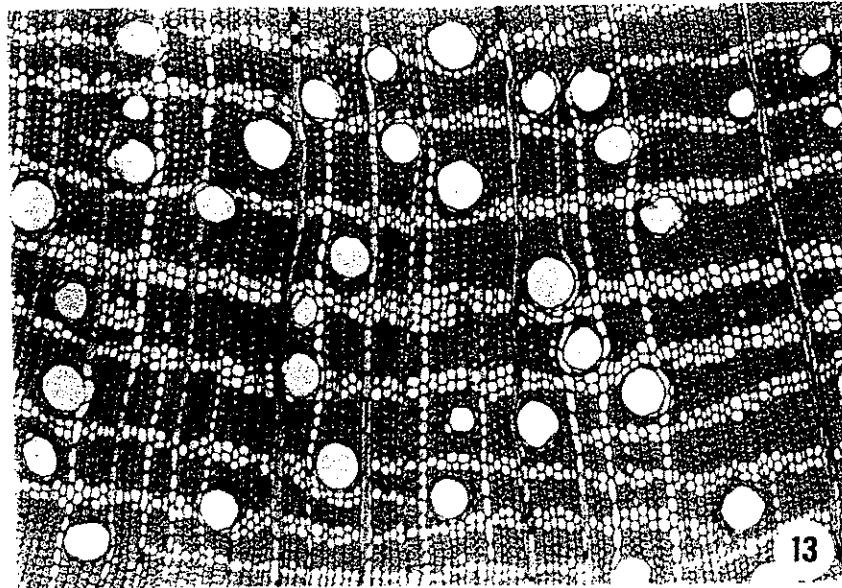
FIGURAS 6-7: *Ochthocosmus barrae* Hallier. 6. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x); 7. Corte tangencial (92x): Raios predominantemente bisseriados.



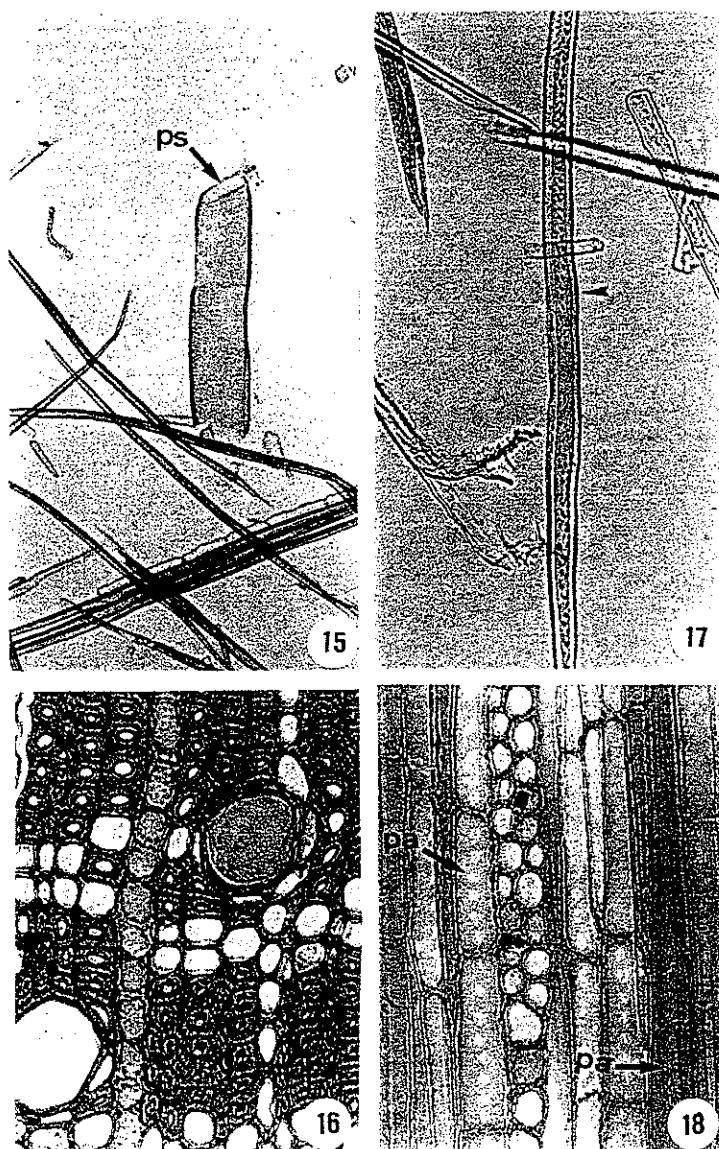
FIGURAS 8-12: *Ochthocosmus barrae* Hallier. 8 e 9. Elementos de vaso com placas de perfuração simples (ps) (92x). 10 Traqueíde em material dissociado (230x). 11. Corte radial: corpos silicosos (cs) nas células do parênquima (92x). 12. Corte transversal; mácula medular (mm).

4.1.2.2. *Ochthocosmus multiflorus* Ducke

Vasos disufamente distribuídos; solitários predominantes (96%) e geminados (4%), de contorno circular, oval até angular (Fig. 13); placa de perfuração simples (Fig. 15); pontuações intervasculares opostas e escalariforme em algumas partes dos vasos; pontuações radio-vasculares com aréola bem reduzidas até aparentemente simples; pontuações horizontais a verticais; diâmetro tangencial de pequenos a médios, de 51 a 148 μm , em média 100 μm ; muito numerosos a numerosíssimos, número de vasos mm^2 de 26 a 67, em média 37; comprimento dos elementos de vaso de curto a extremamente longo, variando de 561 a 959 μm , em média 778 μm ; apêndices presentes, de curtos a longos nas duas extremidades; presença de tilose (Fig. 16). **Traqueídes vascular e/ou vasicêntricas** presentes (Fig. 17). **Fibras** não septadas; comprimento variando de 709 a 1389 μm em média 1010 μm , com pontuações areoladas distintas (Fig. 18); de paredes muito espessas, com média igual a 9 μm e abertura do lume com média 3 μm . **Parênquima axial** apotraqueal em faixas estreitas ou linhas com até três células de largura; acima de cinco a oito células por faixa de parênquima. **Raios** normais e fusionados, não estratificados (Fig. 14), unisseriados predominantes (70%); bisseriados (30%); heterocelulares, a maioria com células quadradas e ou eretas nas extremidades e procumbentes em todo o corpo do raio; corpo das células procumbentes geralmente menor que a parte unisseriada esta até com mais de 4 filas de células marginais quadradas e/ou eretas; tipo Kribs I e II com predominância do tipo I; raios por mm linear de 12 a 22, em média 17; com 1 a 2 células de largura; altura em número de células de 6 a 21, em média 12; altura dos raios em μm variando de 180 a 673, em média 332 μm , raios fusionados presentes (24%). **Inclusões inorgânicas:** ausência de cristais e sílica. Anéis de crescimento em faixas indistintas.



FIGURAS 13-14: *Ochthocosmus multiflorus* Ducke. 13. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x); 14. Corte tangencial: raios não estratificados (92x).



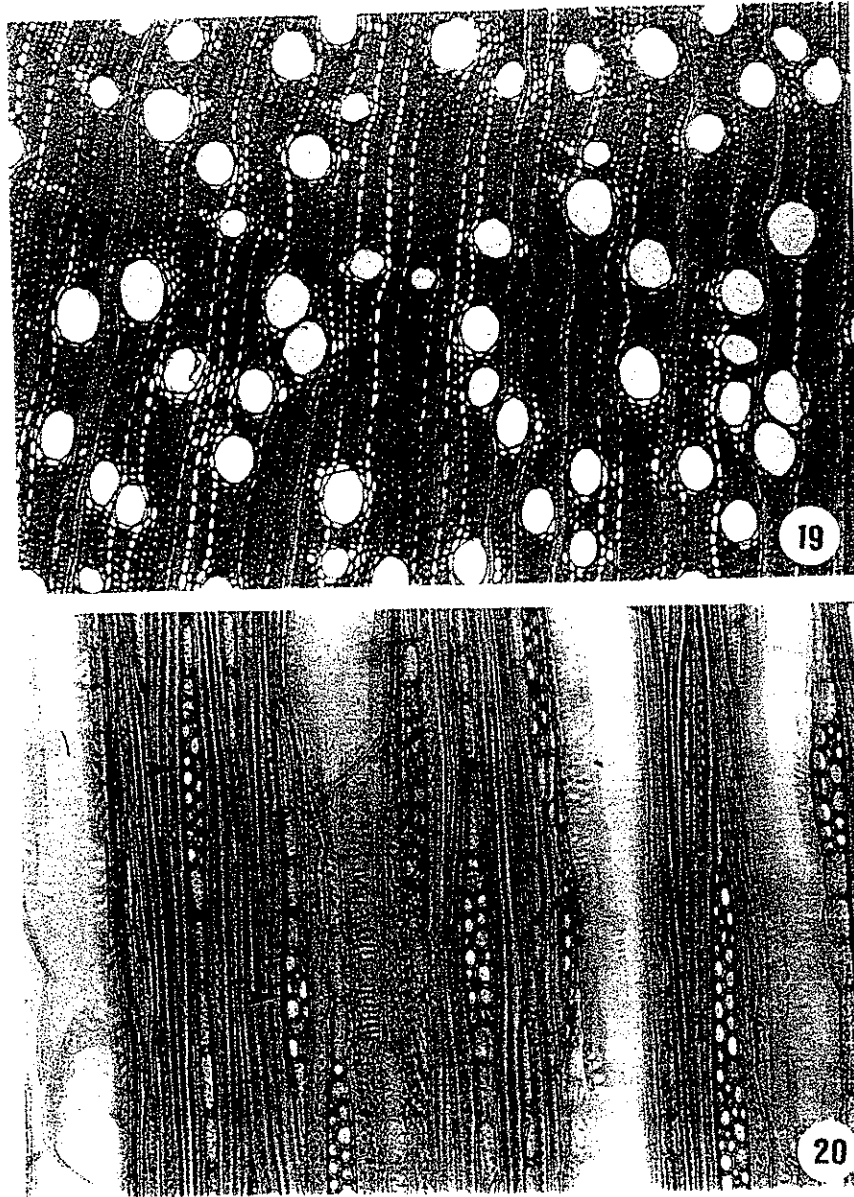
FIGURAS 15-18: *Ochthocosmus multiflorus* Ducke. 15. Elemento de vaso com placa de perfuração simples (ps) (92x). 16. Corte transversal (366x) mostrando vaso obstruído por tilose (t). 17. Traqueíde em material dissociado (460x). 18. Corte tangencial (460x), mostrando pontuações areoladas (pa) nas fibras e nas células do parênquima axial.

4.1.3 - GÊNERO *ROUCHERIA* PLANCH.

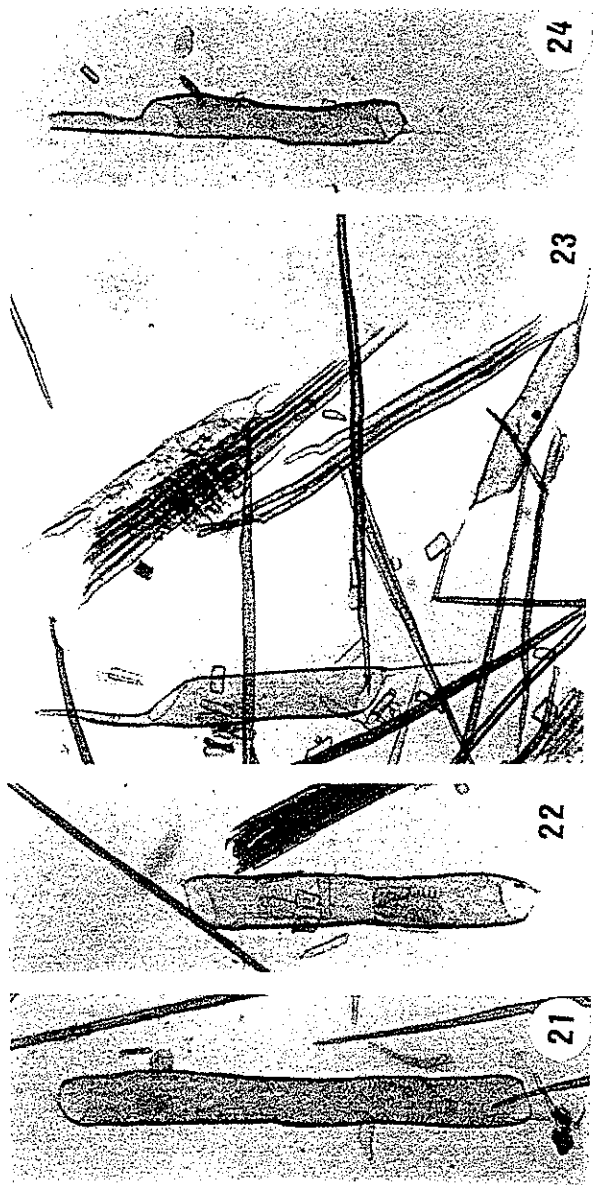
4.1.3.1. *Roucheria calophylla* Planch.

Vasos difusamente distribuídos, solitários predominantes (97%) e geminados (3%), de contorno oval, angular e circular em menor quantidade (Fig. 19); placa de perfuração simples; pontuações intervasculares opostas; pontuações radio-vasculares com aréola bem reduzidas até aparentemente simples; pontuações horizontais a verticais; diâmetro tangencial de pequenos a médios, de 54 a 104 μm em média 77 μm ; numerosíssimos a extremamente numerosos, número de vasos mm^2 , de 46 a 86 com média 60; comprimento dos elementos de vaso de longos a extremamente longos, variando de 282 a 1303 μm e média 704 μm ; apêndices presentes, curtos ou longos nas duas extremidades (Fig. 21 a 24); presença de tilose. **Fibras** não septadas; comprimento variando de 689 a 1371 μm , em média 1007 μm , com pontuações areoladas distintas; paredes com espessura média igual a 8 μm e abertura do lume com média 5 μm . **Parênquima axial** paratraqueal escasso, às vezes tendendo a formar bainha envolta do vaso, raro difuso; sendo comum acima de oito células por faixa de parênquima. **Raios** normais e fusionados, não estratificados, bisseriados predominantes (51%) (Fig. 20); trisseriados (45%), unisseriados (4%); heterocelulares, a maioria com células quadradas e ou eretas nas extremidades e procumbentes em todo o corpo do raio; corpo de células procumbentes geralmente maior que a parte unisseriada esta com mais de 4 filas de células marginais quadradas e /ou eretas; tipo Kribs I e II com predominância do tipo II; raios por mm linear de 13 a 25, em média 18; com 1 a 3 células de largura; altura em número de células de 5 a 27, em média 15; altura dos raios em μm variando de 232 a 962, em média 461 μm ; raios fusionados (37%). **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos nas células procumbentes dos raios,

em câmaras nas células eretas e /ou quadradas dos raios, e em câmaras nas células do parênquima axial; mais do que um cristal, mais ou menos do mesmo tamanho, por célula ou câmara e em pequena quantidade a presença de sílica nas células eretas e/ou quadradas dos raios. Anéis de crescimento em faixas indistintas.



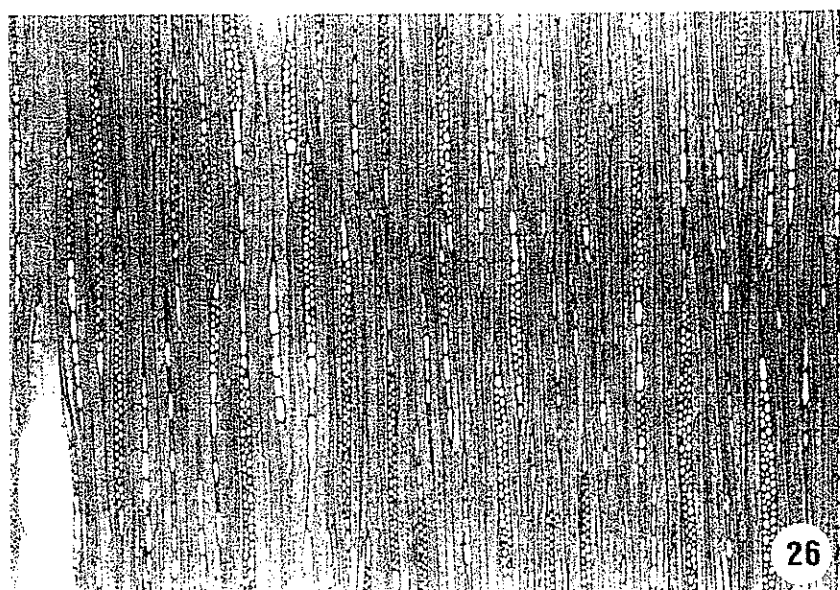
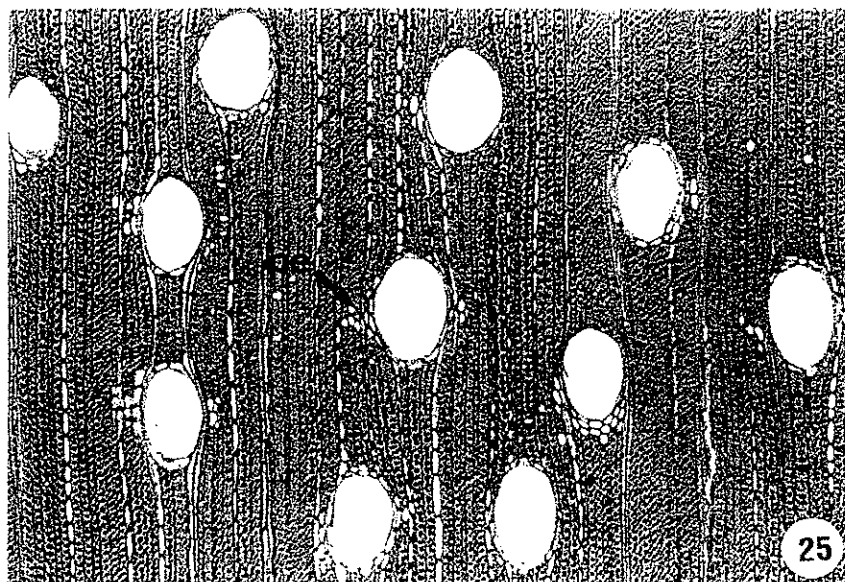
FIGURAS 19-20: *Roucheria calophylla* Planch. 19. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x). 20. Corte tangencial: raios predominantemente bisseriados (230x).



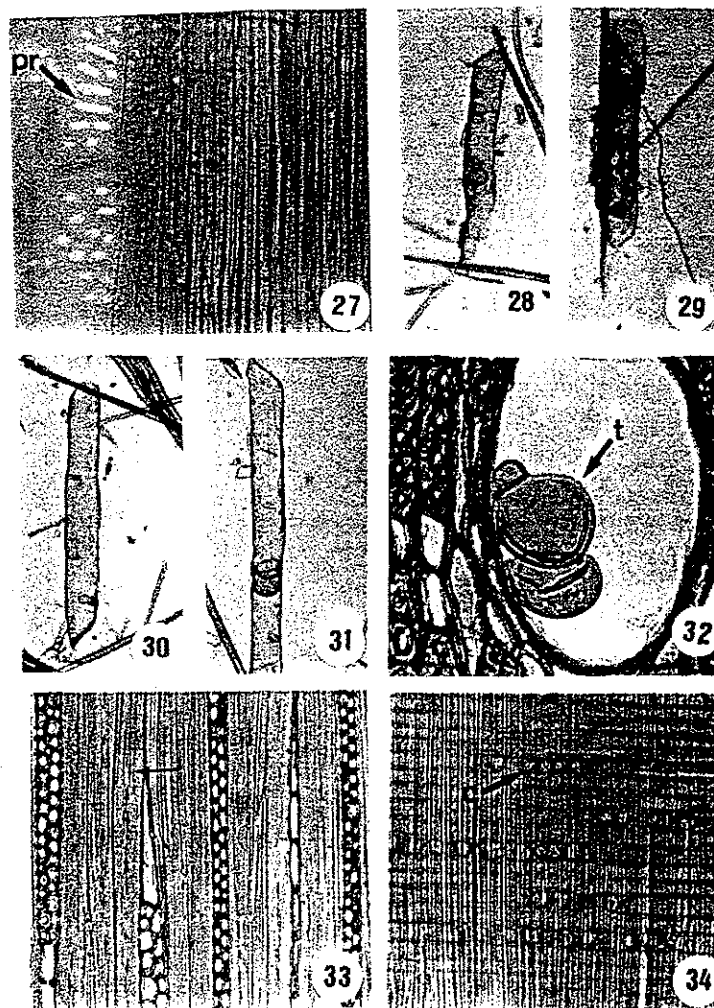
FIGURAS 21-24; *Roucheria calophylla* Planch. Elementos de vaso (92x): 21. Elemento de vaso longo com apêndices curto; 22. Elemento com apêndices muito curto; 23. Elemento com apêndices longo; 24. Elemento de vaso com apêndices longo e curto.

4.1.3.2. *Roucheria punctata* Ducke

Vasos difusamente distribuídos, solitários predominantes (100%), de contorno circular a oval e poucos angulares (Fig. 25); placa de perfuração simples; pontoações intervasculares alterna; pontoações radio-vasculares com auréola bem reduzidas até aparentemente simples (Fig. 27); pontoações horizontais a verticais; diâmetro tangencial de pequenos a médios, de 57 a 167 μm em média 126 μm ; pouco numerosos a muito numerosos, número de vasos mm^2 , de 7 a 39 com média 15; comprimento dos elementos de vaso de curtos a extremamente longos, variando de 469 a 1523 μm e média 955 μm (Fig. 28 a 31); apêndices presentes, curtos ou longos nas duas extremidades; presença de tilose (Fig. 32). **Fibras** não septadas; comprimento variando de 708 a 2053 μm , em média 1311 μm , com pontoações areoladas distintas (Fig. 33); paredes com espessura média igual a 9 μm e abertura do lume com média 5 μm . Parênquima axial paratraqueal escasso (Fig. 25), às vezes tendendo a formar aletas finas apenas de um lado e também em linhas às vezes interrompidas, raro difuso; sendo comum de cinco a oito células por faixa de parênquima. Raios normais e fusionados, não estratificados, bisseriados predominantes (54%) (Fig. 26); trisseriados (28%), unisseriados (16%); heterocelulares, a maioria com células quadradas e ou eretas nas extremidades e procumbentes em todo o corpo do raio; corpo de células procumbentes geralmente maior que a parte unisseriada esta com mais de 4 filas de células marginais quadradas e /ou eretas; tipo Kribs I e II com predominância do tipo II; raios por mm linear de 12 a 24, em média 17; com 1 a 3 células de largura; altura em número de células de 6 a 55, em média 23; altura dos raios em μm variando de 227 a 1294, em média 572 μm ; raios fusionados (19%). Inclusões inorgânicas: cristais prismáticos em câmaras nas células procumbentes e nas células eretas e/ou quadradas dos raios (Fig. 34), e em câmaras nas células do parênquima axial; mais do que um cristal, mais ou menos do mesmo tamanho, por célula ou câmara e em pequena quantidade a presença de sílica nas células eretas e/ou quadradas dos raios. Anéis de crescimento em faixas indistintas.



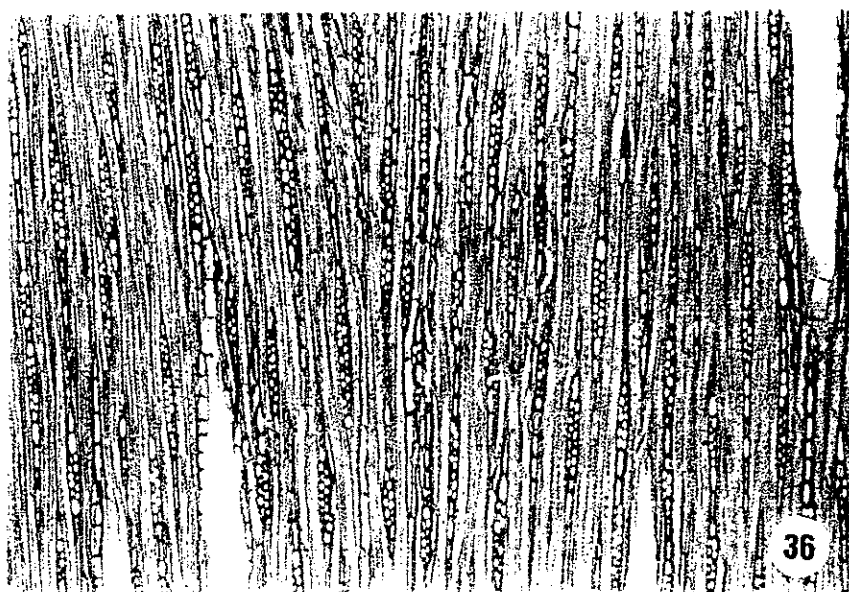
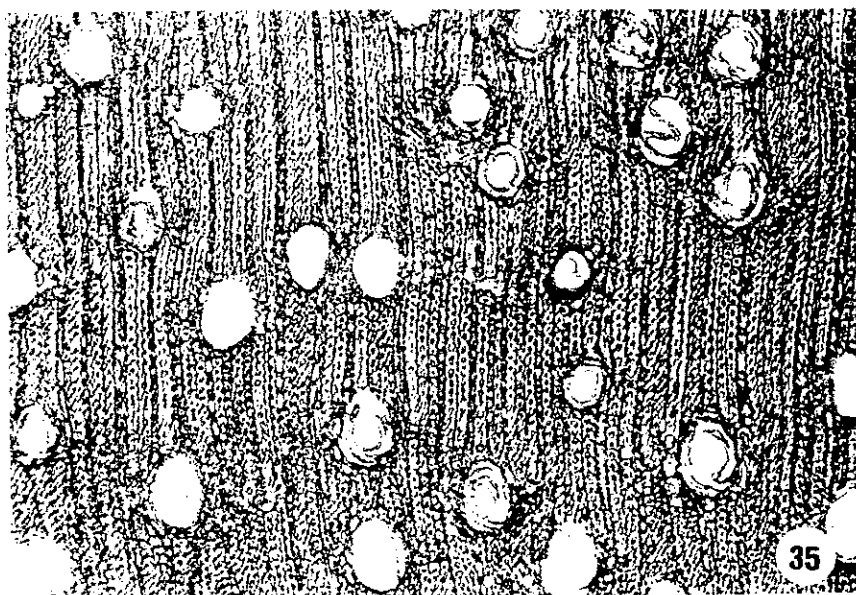
FIGURAS 25-26: *Roucheria punctata* Ducke. 25. Corte transversal: vasos difusamente distribuídos (92x) e parênquima paratraqueal escasso (pe); 26. Corte tangencial: raios predominantemente bisseriados (92x).



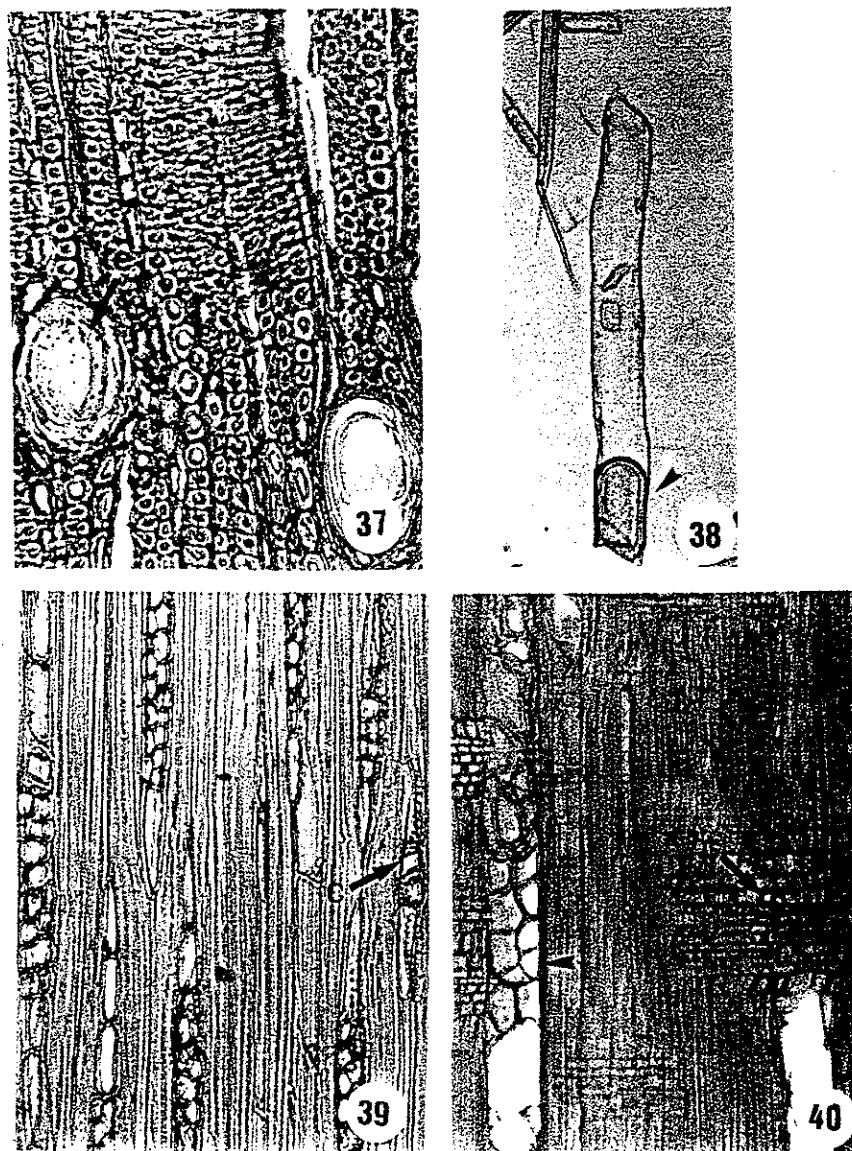
FIGURAS 27-34: *Roucheria punctata* Ducke. 27. Corte radial (230x). Pontoações radiovasculares simples (pr). 28 a 31. Elementos de vaso em material dissociado (92x). 32. Corte transversal (460x) mostrando vaso com tilose (t) e parênquima paratraqueal escasso (pe). 33. Corte tangencial: Pontoações na parede dos elementos fibrosos (230x). 34. Corte radial: cristais (c) em células procumbentes do parênquima radial (460x).

4.1.3.3. *Roucheria schomburgkii* Planch.

Vasos difusamente distribuídos, solitários predominantes (99%) e geminados (1%); de contorno oval, circular e angular (Fig. 35); placa de perfuração simples; pontoações intervasculares alternas; pontoações radio-vasculares com aréola bem reduzidas até aparentemente simples; pontoações horizontais a verticais; diâmetro tangencial de pequenos a médios, de 54 a 107 μm em média 86 μm ; numerosos a muito numerosos, número de vasos mm^2 , de 19 a 40 com média 28; comprimento dos elementos de vaso de longos a extremamente longos, variando de 579 a 1353 μm e média 975 μm ; apêndices presentes, curtos ou longos nas duas extremidades; presença de tiloses esclerosadas (Fig. 37 e 38). **Fibras** não septadas; comprimento variando de 708 a 1681 μm , em média 1214 μm , com pontoações aureoladas distintas; paredes com espessura média igual a 8 μm e abertura do lume com média 4 μm . **Parênquima axial** paratraqueal escasso, e também difuso raro. **Raios** normais e fusionados, não estratificados, bisseriados predominantes (90%) (Fig. 36); unisseriados (10%); heterocelulares, a maioria com células quadradas e ou eretas nas extremidades e procumbentes em todo o corpo do raio; corpo de células procumbentes geralmente maior que a parte unisseriada esta com 2 a 4 filas de células marginais quadradas e /ou eretas; tipo Kribs I e II com predominância do tipo II; raios por mm linear de 16 a 26, em média 21; com 1 a 3 células de largura; altura em número de células de 5 a 25, em média 13; altura dos raios em μm variando de 201 a 655, em média 426 μm ; raios fusionados (24%). **Inclusões inorgânicas:** cristais prismáticos nas células procumbentes dos raios em câmaras nas células eretas e/ou quadradas dos raios; mais do que um cristal, mais ou menos do mesmo tamanho, por célula ou câmara e em pequena quantidade a presença de sílica nas células eretas e/ou quadradas dos raios (Fig. 39 e 40). Anéis de crescimento em faixas indistintas.



FIGURAS 35-36: *Roucheria schomburgkii* Planch. 35. Corte transversal; vasos difusamente distribuídos (92x). 36. Corte tangencial: raios bisseriados predominantes (92x).



FIGURAS 37-40: *Roucheria schomburgkii* Planch. 37 . Corte transversal : elementos de vaso obstruídos por tilose esclerosada (te) (230x). 38. Elemento de vaso contendo tilose em material dissociado (92x). 39. Corte tangencial: cristais (c) nas células dos raios (230x). 40. Corte radial: vasos obstruídos por tilose e cristais (c) presentes nas células procumbentes do parênquima radial (92x).

CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE LINACEAE
ESTUDADAS

1. Madeira com parênquima apotraqueal difuso; ausência de corpos silicosos

2. Parênquima axial em faixas com até 3 células de largura; ausência de cristais prismáticos nas células dos raios e no parênquima axial; tiloses presentes; raios com corpo de células procumbentes maior que a parte unisseriada, com 2 a 4 filas de células marginais eretas e/ou quadradas.....*Ocithocosmus multiflorus*

2. Parênquima paratraqueal em faixas ausente; cristais prismáticos presentes nas células procumbentes dos raios e no parênquima axial; tiloses ausentes; corpo de células procumbentes maior que a parte unisseriada, com mais de 4 filas de células marginais quadradas e/ou eretas.....*Hebepetalum humiriifolium*

1. Madeiras com parênquima de outros tipos; presença de corpos silicosos

3. Comprimento médio dos elementos de vaso entre 350 e 800 µm

4. Parênquima paratraqueal escasso presente; parênquima axial em faixas ausente; cristais presentes nas células procumbentes dos raios; traqueídes vasculares ausentes; número médio de vasos de 60 p/mm²; corpo de células procumbentes dos raios menor que a parte unisseriada, com mais de 4 filas de células marginais eretas e/ou quadradas.....*Roucheria calophylla*

4. Parênquima paratraqueal escasso ausente; parênquima axial em faixas com até 3 células de largura presente; cristais ausentes nas células procumbentes dos raios; traqueídes vasculares presentes; número médio de vasos de 15 por mm²; corpo de células procumbentes dos raios maior que a parte unisseriada, com 2 a 4 filas de células marginais quadradas e/ou eretas.....*Ochthocosmus barrae*

3. Comprimento médio dos elementos de vaso maior que 800µm

5. Ausência de tiloses esclerosadas; corpo das células procumbentes dos raios maior que a parte unisseriada, com mais de 4 filas de células marginais eretas e/ou quadradas*Roucheria punctata*

5. Presença de tiloses esclerosadas; corpo das células procumbentes maior que a parte unisseriada, com 2 a 4 filas de células marginais eretas e/ou quadradas.....*Roucheria schomburgkii*

5 - DISCUSSÃO

As espécies estudadas neste trabalho são homogêneas quanto à estrutura anatômica de suas madeiras. Mas, apesar da similaridade é possível separar os gêneros e as espécies com base nos caracteres anatômicos, conforme pode ser visto na chave dicotômica apresentada.

Os elementos de vasos das Linaceae fornecem pouco valor diagnóstico para separação das espécies estudadas. Estão difusamente distribuídos em todas as espécies analisadas, de acordo com RECORD & HESS (1943), DÉTIENNE & JACQUET (1983), IAWA (1989), que afirmam que poros difusos ocorrem, na grande maioria, em espécies tropicais.

Os dados aqui obtidos, discordam de METCALFE & CHALK (1957) quando estes afirmam que os vasos são exclusivamente solitários, exceto em *Hugonia*. A única espécie que apresentou 100% de vasos solitários foi *Roucheria punctata* Ducke. As demais, apesar de pequenas porcentagens que variaram entre 1% a 4%, apresentam vasos múltiplo de 2 (Fig. 41).

Os elementos de vasos variam de curto a muito longo, havendo predominância destes últimos, e o diâmetro de pequeno a médio, ocorrendo diferenças perceptíveis de média de diâmetro nas espécies *R. calophylla* Planch. e *R. schomburgkii* Planch. Embora o comprimento e diâmetro dos elementos de vasos sejam considerados como parâmetros indicadores de especialização filogenética, ambos estão amplamente correlacionados com fatores ambientais, os quais podem provocar possíveis inversões destas tendências conforme foi demonstrado por GRAAF & BAAS (1974), BAAS (1976) e BAAS *et al.* (1983)

em pesquisas desenvolvidas sobre o assunto, sendo necessário, de acordo com estes autores, buscar outras características para a separação das mesmas.

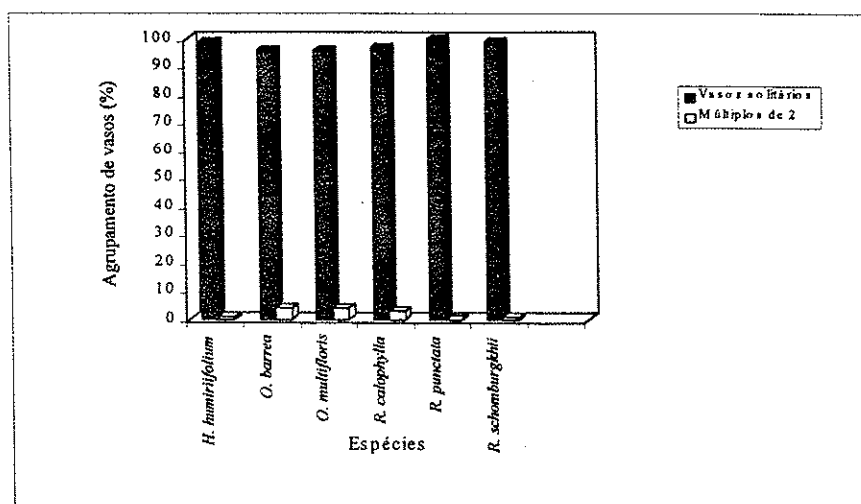


FIGURA 41: Percentual no agrupamento de vasos observadas nas espécies em estudo.

As placas de perfurações são exclusivamente do tipo simples, concordando com METCALFE & CHALK (1957) e DÉTIENNE *et al.* (1982). Esta característica difere da família Humiriaceae, onde ocorrem apenas placas de perfuração do tipo escalariforme segundo MAZZONI-VIVEIROS (1986) que estudou a anatomia do lenho de sete dos oito gêneros pertencentes a esta família. Essa diferença entre as duas famílias é uma forte indicação de que a separação das Linaceae das Humiriaceae, do ponto de vista da anatomia da madeira, é correta. Para METCALFE & CHALK (1972); CARLQUIST (1975) o tipo de placa de perfuração é um indicador mais conveniente da especialização do que

por exemplo, o comprimento dos elementos de vaso. As placas de perfuração dos elementos de vaso nos tipos mais primitivos são escalariformes com numerosas barras; evoluindo para o tipo reticulado e finalmente para o tipo simples que é o mais evoluído. Segundo afirmações de CARLQUIST (1988) a redução no número de barras da placa escalariforme representa um aumento de eficiência da condução, já que há uma diminuição de área de atrito. Isto confirma as considerações feitas por MAZZONI-VIVEIROS (1986) de que na família Humiriaceae estão os caracteres mais primitivos da ordem Linales. De acordo com as tendências evolutivas do lenho propostas por FROST (1930a, 1930b e 1931) e KRIBS (1935 e 1937) as Linaceae, se comparadas com as Humiriaceae, são mais evoluídas.

De acordo com AMIDON (1975) e SILVA (1986) em folhosas de zonas temperada e tropical, existem mais vasos por mm^2 no topo do que na base da árvore, devido às diferenças na concentração de auxina. A frequência de vasos por mm^2 , possibilitou a separação de *R. calophylla* Planch. das demais espécies analisadas, devido a grande quantidade de vasos por mm^2 que apresenta (Figura 42).

A obstrução dos vasos por tilos comuns ocorreu para quase todas espécies exceto para *R. schomburgkii* Planch com tilos esclerosados e *H. humiriifolium* (Planch.) Benth. com ausência de tilos. Segundo ESAU (1974) e BURGER & RICHTER (1991) tilos são proliferação de células parenquimáticas adjacentes que penetram nos vasos pelas pontuações, e isto ocorre em função da diminuição da intensidade do fluxo de líquido nos vasos, a pressão no interior das células parenquimáticas torna-se bem maior e, em consequência, a fina parede primária das pontuações do parênquima se distende penetrando na cavidade dos vasos.

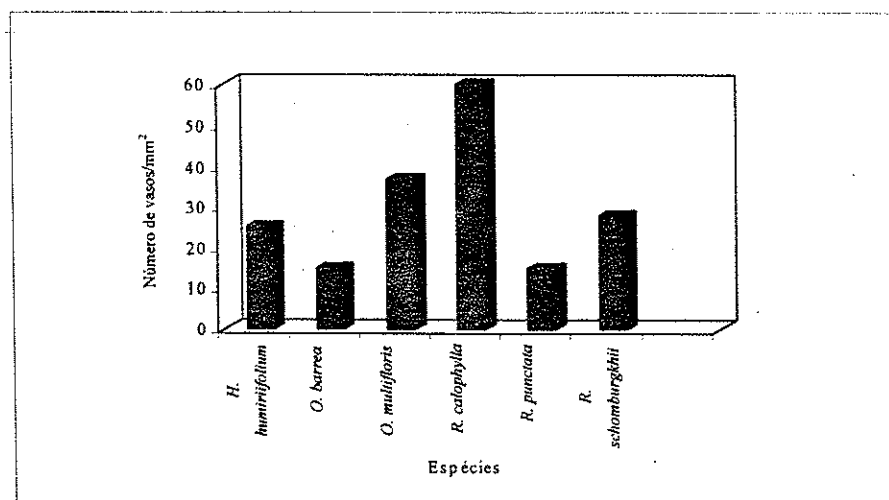


Figura 42: Frequência de vasos/mm² observada nas espécies estudadas.

Para CARLQUIST (1961 e 1988) o padrão das pontuações intervasculares é relevante para considerações sobre a filogenia de um determinado grupo de espécies e constitui-se também em importante elemento para a identificação. As pontuações intervasculares para as espécies de Linaceae estudadas são muito semelhantes, a maioria do tipo alterna. Em *O. multiflorus* Ducke predominam as pontuações opostas, com algumas partes do vaso apresentando pontuações escalariformes e em *R. calophylla* Planch. ocorre somente pontuações opostas.

O parênquima axial é bastante uniforme quanto a distribuição, ocorrendo os tipos paratraqueal e apotraqueal. As series de células compõem-se geralmente de 2 células sendo raro os casos de series com até 4 células. Levando-se em conta o parênquima, o gênero *Ochthocosmus* diferenciou-se dos demais por apresentar apenas o tipo apotraqueal em faixas. Para CHALK (1937)

o parênquima axial paratraqueal apresenta-se como característica típica de madeiras mais evoluídas e segundo KRIBS (1937) o parênquima apotraqueal difuso é mais primitivo do que os arranjos agregados, em faixas apotraqueais, e os vários tipos paratraqueais, o que indica que o gênero *Ocithocosmus* é o mais primitivo entre os estudados.

Os dados obtidos neste trabalho para o parênquima são concordantes em parte com os de METCALFE & CHALK (1957) e DÉTIENNE *et al.* (1982). Porém comparando o parênquima das Linaceae e das Humiriaceae, podemos perceber diferenças que permitem separar as duas famílias. De acordo com MAZZONI-VIVEIROS (1986) o parênquima das Humiriaceae é do tipo paratraqueal aliforme, aliforme unilateral, apotraqueal e para o gênero *Humiria* indistinto mesmo sob lente e o parênquima das Linaceae estudadas é do tipo paratraqueal escasso e apotraqueal em faixas e difuso.

O estudo comparativo das estruturas anatômicas das Linaceae mostra níveis de desenvolvimento que são importantes no estabelecimento de uma seqüência evolutiva natural. Ao mesmo tempo em que foram observadas estruturas anatômicas consideradas evoluídas, como placa de perfuração do tipo simples, observou-se também características comumente encontradas em estruturas mais primitivas como parênquima apotraqueal, raios heterogêneos e traqueídes. HUTCHINSON (1959), explica que a evolução não ocorre rigorosamente sincronizada em diferentes órgãos de uma planta, nem em diferentes elementos de um mesmo tecido. Enquanto um conjunto ou um órgão pode está evoluindo, um outro pode esta estacionado.

Nas espécies estudadas, a estrutura dos raios é bastante semelhante em suas características gerais. Nelas ocorrem tanto raios bisseriados, que são a maioria, como uni, trisseriados e alguns multisseriados. São todos do tipo heterogêneo, concordantes com RECORD & HESS (1943), METCALFE & CHALK (1957) e DÉTIENNE *et al.* (1982). O corpo dos raios constituídos de

células procumbentes e filas de células marginais quadradas e/ou eretas, ocorrendo predominância do tipo I de KRIBS em *O. multiflorus* Ducke, equivalência do tipo I e II em *O. barrae* Hallier e predominando entre as espécies *H. humiriifolium* Benth, *R. calophylla* Planch., *Roucheria punctata* Ducke e *R. schomburgkii* Planch. o tipo II.

A frequência de raios/mm linear de acordo com DÉTIENNE *et al.* (1982) em *H. humiriifolium* Benth. e *R. calophylla* Planch. é de 9 a 12 raios mm linear, o que é discordante dos dados obtidos neste trabalho, onde para todas as espécies analisadas, 12 é o mínimo de raios por mm linear, sendo o máximo 26. Estes dados não variaram o suficiente entre as espécies, para servirem como características de distinção. Por outro lado, a largura dos raios em número de células fornece dados para a separação de espécies. A análise quantitativa da frequência dos diferentes tipos de raios, quanto a sua largura em número de células, distingue *O. multiflorus* Ducke e *R. schomburgkii* Planch. com apenas raios de 1 e 2 células de largura e *O. barrae* Hallier com até 4 células de largura e as demais com até 3 células de largura (Fig. 43).

Considerando-se as classificações de KRIBS (1935), BARGHOORN (1940) e CARLQUIST (1975), os raios do tipo homogêneo parecem ter atingido um elevado grau de especialização e madeiras consideradas mais especializadas são aquelas cujos raios são formados apenas por células procumbentes. Para todas as espécies, estudadas os raios são heterogêneos, uma característica considerada como primitiva.

O tecido fibroso não fornece muitos elementos para a separação das espécies, uma vez que todas apresentam certa uniformidade. As fibras são libriformes, com pontuações aureoladas distintas, não septadas, de paredes espessas a muito espessas, com o comprimento variando de médio a moderadamente longo. As fibras das espécies analisadas apresentaram um lume relativamente uniforme, destacando-se *O. multiflorus* Ducke com o menor valor

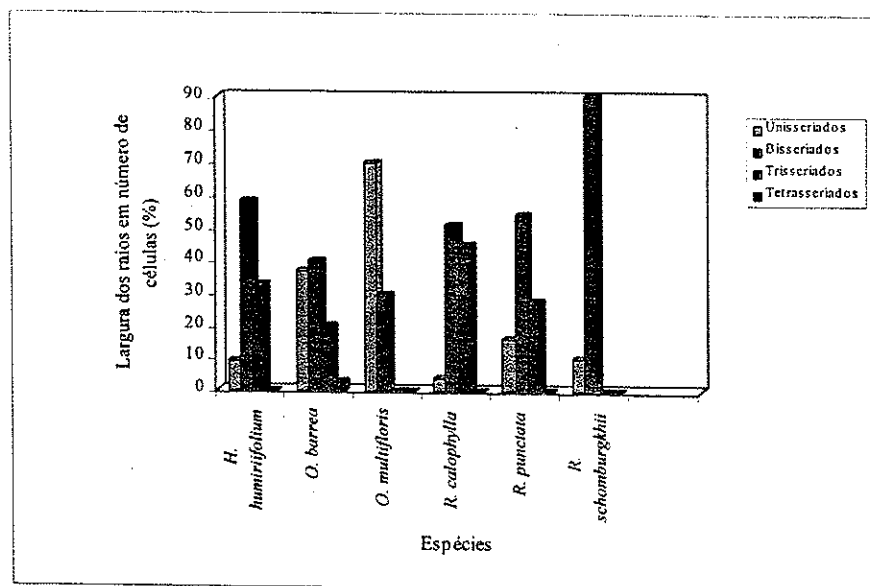


Figura 43: Largura dos raios em número de células (%) encontrada nas espécies estudadas.

médio de lume, seguido de *R. schomburgkii* Planch. Esta descrição é concordante com as afirmações feitas para fibras de Linaceae por RECORD & HESS (1943), METCALFE & CHALK (1957) e DÉTIENNE *et al.* (1982).

Para CARLQUIST (1988), as fibras se originaram das traqueídes, que evoluíram para fibrotraqueídes e destes à fibra libriforme. As fibras libriformes ocorrem abundantemente em madeiras de dicotiledôneas segundo EAMES & MCDANIELS (1947). Para BAAS (1982) as fibrotraqueídes parecem ser mais comuns em floras temperadas. As traqueídes apresentam-se como uma estrutura freqüente no gênero *Ocithocosmus*, podendo esta característica ser usada como fator de diferenciação dos outros gêneros estudados.

As inclusões inorgânicas (cristais e sílica) encontradas, foram citadas e diferenciadas pelo formato com que se apresentam, uma vez que análises quanto à composição química destas não foram feitas.

Em relação às inclusões inorgânicas, apenas DÉTIENNE *et al.* (1982) fazem uma pequena observação sobre a presença de cristais nos raios das Linaceae. De acordo com CHATTAWAY (1955, 1956), BURGER & RICHTER (1991) e VASCONCELLOS *et al.* (1995) os cristais são depósitos de sais de cálcio, especialmente oxalato de cálcio, que se encontram principalmente nas células parenquimáticas. Sua presença entretanto é importante para a identificação e utilização da madeira e tem grande valor na identificação de famílias e, algumas vezes, até de gêneros. A sílica foi outra inclusão encontrada nas Linaceae estudadas e para BURGER & RICHTER (1991) é um material cuja fórmula química e grau de dureza assemelham-se aos do diamante e podem ocorrer no interior das células em forma de partículas ou grãos, normalmente nos raios e no parênquima axial. Segundo WELLE (1976) o valor do diagnóstico do grão de sílica freqüentemente é desprezado, porém a grande variação que ocorre no tamanho do grão de sílica poderia, juntamente com outros dados, ser utilizado como ferramenta de identificação.

As espécies de *Hebepetalum* não apresentam sílica, porém ocorrem cristais prismáticos em câmaras nas células procumbentes e nas células eretas e ou quadradas dos raios e em câmaras nas células do parênquima axial, geralmente em séries cristalíferas, mais ou menos do mesmo tamanho. Já em *Roucheria* sílica e também cristais prismáticos nos raios estão presentes, mas são raros no parênquima axial. Em *Ochthocosmus* cristais estão ausentes, mas ocorre sílica na espécie *O. barrae* Hallier e ausência das inclusões em *O. multiflorus* Ducke. Entretanto essa distinção na ausência ou presença de sílica e cristais requer mais amostras para confirmar devido espécies como *O. multiflorus* Ducke e *R. schomburgkii* Planch. apresentarem apenas uma amostra de madeira. Apesar das Linaceae terem distribuição extensa, elas são muito raras na floresta, o que dificulta sobremaneira a localização das espécies.

6 - CONCLUSÕES

As madeiras das espécies de Linaceae estudadas, de um modo geral, apresentaram grande homogeneidade estrutural do xilema secundário, concordando com as características gerais citadas por alguns autores.

Na comparação anatômicas das Linaceae foram encontradas estruturas consideradas evoluídas, como a placa de perfuração do tipo simples. Este é um caráter decisivo na separação da família Linaceae da família Humiriaceae. Outras características presentes são: parênquima apotraqueal, raios heterogêneos e traqueídes.

Considerando-se todas as características do lenho analisadas, de acordo com as observações sobre tendências evolutivas as traqueídes apresentam-se como estrutura freqüente no gênero *Ochthocosmus*, podendo este ser considerado como menos evoluído dentre os gêneros estudados.

O presente estudo constata afirmações feitas por alguns autores sobre a grande incidência de sílica e cristais em madeiras tropicais, pois a presença das duas ou de uma dessas inclusões é uma característica comum a quase todas as espécies estudadas.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABSY, M. L., SILVA, M. F. da, RODRIGUES, W. A., LOUREIRO, A. A., LLERAS, E. Departamento de Botânica . *Acta Amazonica*, Manaus. v.11, n.1, p. 39-53, mar. 1981. Suplemento.
- AMIDON, T. E. *Variation in sugar maple and his effects on pulp properties*. New York: State University of N.Y. College of Environmental Science and Forestry, 1975. Dissertação (Mestrado) - S.U.N.Y. College of Environmental Science and Forestry, 1975.
- ANNAES da Primeira Reunião de Anatomistas de Madeira. *Rodriguesia*, v..3, n.11, p. 305-318, 1937.
- BAAS, P. Some functional and adaptive aspects of vessel number morphology. In: *Wood structure in biological and technology research*, v. 3: p. 157-181, 1976. (Leid. Bot. Series)
- _____. Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy. History and perspectives. In: _____. *New perspectives in wood anatomy*. Amsterdam: M. Nijhoff, W. Junk, 1982.
- _____, WERKER, E, FAHN, A. Some ecological trends in vessel characters. *IAWA Bull.*, n. s. v.4, p. 141-159, 1983.
- BAILEY, I. W. & TUPPER, W. W. Size variation intracheary cells. I. A comparison between the secondary xylems of vascular Cryptogams, Gymnosperms and Angiosperms. *Amer. Acad. Arts and Sci. Proc.*, v. 54, p. 149-204, 1918.

- _____. Evolution of the tracheary tissue of land plants. *Amer. J. Bot.*, v. 40, p. 4-8, 1953.
- BARGHOORN JR., E. S. The ontogenetic development and phylogenetic specialization of rays in the xylem of Dicotyledons. I The primitive ray structure. *Amer. J. Bot.* n. 27, p.918-928, 1940.
- BARROSO, G.M. *Sistemática de angiospermas do Brasil*, Viçosa: Univ. Viçosa, 1984. v. 2
- BASTOS, A. de M. Um methodo seguro de identificação das madeiras. *Rodriguesia*, v.3, n.11, p.229-332, 1937.
- _____. Dormentes da Amazônia. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*. Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.178-181, 1949.
- _____. *Madeiras da Amazônia para dormentes*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Departamento de Recursos Naturais Renováveis, 1966. 88p.
- BENTHAM, G. Enumeration of plants collected by Mr. Schomburgk in British Guiana. *London Journ. Bot.* v. 2, p. 359-378, 1843.
- _____. Linæ. In: BENTHAM, G., HOOKER J. D. *Gen. Pl.* v.1, p. 241, 1862.
- BROTERO, F. A. *Secagem de madeira em estufa*. São Paulo: IPT, 1941. 40p. (Boletim, 27)
- BURGER, L. M., RICHTER, H.G. *Anatomia da madeira*. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
- CARLQUIST, S. *Comparative plant anatomy*. Holt, Rinehart & Winston. New York, 1961. 146p.
- CAVALCANTE, M. S. *Implantação e desenvolvimento da preservação de madeiras no Brasil*. São Paulo: IPT, 1983. 57p.

- _____. Histórico da preservação de madeiras In: LEPAGE, E. S. (Coord.). *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo: IPT, 1986. 342p. v.1, cap.1
- _____. *Ecological strategies of xylem evolution*. Berkeley: University of California, 1975. 259p.
- _____. *Comparative wood anatomy*. New York: Springer Verlag, 1988. cap. 11.
- CHALK, L. The phylogenetic value of certain anatomical features of dicotyledonous woods. *Annals of Botany*, v. 1, n. 3, p. 409-428, 1937.
- CHATTAWAY, M. Crystals in woody tissues; Part I. *Trop. Woods.*, v. 102, p. 54-74, 1955.
- _____. Crystals in woody tissues; Part II. *Trop. Woods.* v.104, p. 100-124, 1956.
- CONSTRUTORA ANDRADE GUTIERREZ. *Madeira: mercado nacional e internacional*. [s.l.] 1976.97p.
- COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT). *Maderas: Descripcion de características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas angiospermas dicotiledones*. Buenos Aires, 1974. v. 30
- CRONQUIST, A. *The evolution and classification of flowering plants*. New York: (s.n.) 1968. 398p.
- _____. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.
- CRUZ, E. *História da Associação Comercial do Pará: centenário de sua fundação 1864-1964*. Belém: Imprensa Universitária do Pará, 1964. 302p.
- CUATRECASAS, J. A taxonomic revision of the Humiriaceae. *Bull. U. S. Nat. Mus.* v. 35, n. 2, p. 25-214, 1961.
- DÉTIENNE, P., JACQUET, P. *Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des regions voisines*. Nogent - sur - Marne: Centre Technique Forestier Tropical, 1983. p. 186-200.

_____, _____, MARIAUX, A. *Manuel d'identification des bois tropicaux*. Nogent-sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical, 1982. v. 3. p. 130-131

DUCKE, A. Espèces Nouvelles de Plantes de L'Amazonie Brésilienne. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, v. 4, n. 6, p. 735-736, 1932.

_____. Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazonienne. *Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro*, v. 6, p. 1-106, 1933.

_____. Plantes nouvelles ou peu connues de la région amazonienne. *Arq. Inst. Biol. Veg. Rio de Janeiro*, v. 1, p. 205-212, 1935a.

_____. New forest trees of the Brazilian Amazon. *Tropical Woods*. v. 6, n. 43; p. 19-23, 1935b.

_____. New forest trees of the Brazilian Amazon. *Tropical Woods*. v. 7, n. 50, p. 33-40, 1937.

_____. New forest trees and climbers of the Brazilian Amazon. *Bol. Téc. Inst. Agrônômico do Norte*. v. 4, n. 90, p. 1-29, 1945.

_____. New forest trees and climbers of the Amazon. *Tropical Woods*. v. 12, n. 90, p. 7-30, 1947.

EAMES, A. J., MACDANIELS, L. H. *An introduction to plant anatomy*. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1947. 427p.

ERDTMAN, G. *Pollen morphology and plant taxonomy-angiosperms*. Stockholm: Almquist & Niksell, 1952. 538 p.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. São Paulo, Edgard. Blücher, 1974. 293p.

FEITOSA, J. de S., SILVA NETO, O. N. da. *Xilotecas existentes em Belém*. Belém [s. n.] 1997. 46p. (Trabalho de Conclusão de Curso (Biblioteconomia)) - UFPA, 1997).

FROST, F. H. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons. I. Origin of vessels. *Bot. Gaz.*, v. 89, p. 67-94, 1930a.

- _____. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons. II. Evolution of end wall of the vessel segment. *Bot. Gaz.*, v. 90, p. 198-212, 1930b.
- _____. Specialization in secondary xylem of Dicotyledons. III. Specialization of lateral wall of vessel segment. *Bot. Gaz.*, v. 91, p. 88-96, 1931.
- GOMES, J.I., SILVA, R. C. V. M. da. *Boletim informativo do laboratório de botânica Eng. Agr. João Murça Pires*. Belém: EMBRAPA. CPATU, 1997.
- GRAAF, N. A. Van der, BAAS, P. Wood anatomical variation in relation in to latitude and altitude. *Blumea*. v.22, p. 101-121, 1974.
- HICKEY, M., KING, C. J. *100 families of flowering plants*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 567p.
- HUBER, J. Materiaes para a flora Amazônica VII. *Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi, ser. Bot.*, v. 5, n.1/2, p. 294-436, 1907.
- HUTCHINSON, J. *The families of flowering plants*. I Dicotyledons. Oxford: Claredon Press, 1959. 510p.
- _____. *The genera of flowering plants. Dicotyledones*. London: Oxford University Press, 1968. v.2, p. 600-605.
- _____. *Evolution and phylogeny flowering plants*. New York: Academic Press, 1969. 717p.
- IAWA COMMITTEE. Committee of the International Association of Wood Anatomists. IAWA. *Multilingual glossary of terms used in wood anatomy*. Zürich: Wintherthur, 1964. 186p.
- _____. Committee of the International Association of Wood Anatomists. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *Internacional Association of Wood Anatomists Bulletin*, v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.
- JOHANSEN, D. A. *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw-Hill, 1940. 528p.
- JOLY, A. B. *Botânica - Introdução à taxonomia vegetal*. São Paulo: EDUSP, 1975. 777p.

- KRAUS, J. E., ARDUIN, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Rio de Janeiro: EDUR. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. 198p.
- KRIBS, D. A. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons *Bot. Gaz.*, v. 96, p. 547-557, 1935.
- _____. Salient lines of structural specialization in the wood parenchyma of dicotyledons. *Bull. Torrey Bot. Club*, v. 64, p. 145-163, 1937.
- LA MADEIRA. Barcelona: Blume, 1987. 271p.
- LISBOA, P.L.B. A anatomia da madeira. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, p. 145-151, 1991. Vol. especial.
- _____, TEREZO, E. F. de M., SILVA, J.C.A da. Madeiras amazônicas: Considerações sobre exploração, extinção de espécies e conservação. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série botânica*. v. 7, n. 2, p. 521-542, 1991.
- _____. *Projeto Ampliação da Capacidade de Acondicionamento e Proteção da Xiloteca (Coleção de Madeiras) do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém: MPEG, 1993. 5p (Apostila).
- LÖFGREN, A. 1917. *Manual das famílias naturais fanerógamas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1917. 611p.
- MAGALHÃES, L. M. S. Exploração florestal na Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 9, n.4, p.141-146, 1979. Suplemento.
- MATTAR, P. N., SANTANA, A. C. de, COSTA, R. M. Q. da, ALENCAR, M. I. R. de, SOUZA, R. F., D'ÁVILA, J. L. *O mercado de madeira no Brasil e no mundo*. Belém: BASA/FCAP, 1996. 55p (Estudos Setoriais, 9).
- MAZZONI-VIVEIROS, S. C. *Aspectos anatômicos do lenho e sua importância na taxonomia da família Humiriaceae*. São Paulo: Inst. de Biociên. USP, 1986. Dissertação (Mestrado) - Inst. de Biociên. USP, 1986.
- MACBRIDE, J.F. Flora of Peru. *Field Mus of Nat Hist. Botany*, v. 13, n. 3, p. 139-146, 1943.

- METCALFE, C. R., CHALK, K. L. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1957. v. 1, p. 268-273
- _____. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1972. 1500p.
- _____. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1979. v. 1.
- _____. *Anatomy of the dicotyledons*. 2 ed. Oxford: Clarendon Press, 1983. v.2. 297p.
- MUNIZ, G. I. B. de. *Descrição da estrutura e ultraestrutura da madeira de cinco espécies de Prosopis da Argentina e análise da metodologia*. Curitiba: Univ. Fed. do Paraná, 1986. Dissertação (Mestrado) - Univ. Fed. do Paraná. Curitiba, 1986.
- OLIVEIRA, L. A de. Os métodos de identificação anatômicos como auxiliar do comércio exportador de madeiras. *Rodriguesia*, v.3, n.11, p.347-348, 1937.
- PARÁ. Governador, 1925-1929. (Dionísio Ansier Bentes). *Mensagem apresentada ao Congresso Legislativo do Estado do Pará em 7 de setembro de 1925*. Belém: [s. n.] 1925. 150p.
- PAULA, J. E. de, ALVES, J. L. de H. *Madeiras nativas; anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso*. Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997. 543p. il.
- PLANCHON, J.E. Observations Sur L'Amoreuxia. Hook. *London Journ. Bot.*, v. 6, p. 139-146, 1847.
- _____. Sur la Famillie des Linnes. Hook. *London Journ. Bot.*, v.7, p. 526-527, 1848.
- PEREIRA, J.A. As relações da estrutura anatomica do lenho com as propriedades physicas e mecanicas e os usos das madeiras. *Rodriguesia*, v.3, n.11, p. 337-345, 1937.
- PIRES, J. M. Importância da botânica e atuação da secção de botânica do I.A.N. na Amazônia. *Boletim Norte Agrônômico*. Belém, v. 4, n. 4, p. 67-74, 1958.

- RAJ, B., SURYAKANTA. Pollen morphology of some genera of Linaceae. *Journal of Palinology.*, v. 4, n. 2, p. 73-76, 1969.
- RECORD, S.J., HESS, R. W. *Timbers of the new world*. 4. ed. New Haven: Yale University Press, 1943. p. 227-250.
- REICHE, *Lineae*. Engler e Plantl. Pflanzenfam. 1886. 3, Abt. 4:27-34.
- REIS, M. S. Programa e ação política do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal para essências nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. *Anais...* São Paulo, v. 16A, parte 1, p. 45-64, 1982. Edição Especial da Revista Silvicultura.
- SANTOS, E. *Nossas madeiras*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987. v.7.
- SAAD, S. I. Palynological studies in Linaceae. *Pollen et Spores*, v. 4, n. 1, p. 65-82, 1962.
- SCHULTZ, A. R. *Introdução ao estudo da botânica sistemática*. 2 ed. Porto Alegre: Globo, 1943. p. 368-369
- SECCO, R. de S., SILVA, S. M. B. Materiaes para a flora Amazônica - VIII. Contribuição à sistemática das Linaceae da Amazônia brasileira. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, sér. Bot., v.6, n.1, p. 113-128, 1990.
- _____. Notas complementares ao estabelecimento de *Hebepetalum roraimense* (Hugoniaceae-Linaceae). *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, sér. Bot., v.8, n.2, p. 259-263, 1992.
- SILVA, A. C. *Dimensional variation of xylem elements in two trees from Amazon basin*. Fort Collins: Colorado State University, 1986. Dissertação (Mestrado) - Colorado State University, 1986.
- STAFLEU, F. A. (Ed.). *Index Herbariorum*: part I the herbaria of the world. 7 ed. Utrecht: Scheltema Holkema, 1981. 452p.
- STEELE, J. H., GEZA JR., I., JOHNSON, J. A. Appication of stereological techniques to the quantitative characterization of wood microstructure. In: WOOD SCIENCE & TECHNOLOGY. Virginia, Virginia Polytechnic Institute and State University, s.d. 26p. il. Xerox.

- STEYERMARK, J. A., LUTEYN, J. L. Revision of the genus *Occhthocosmus* (Linaceae). *Brittonia*, v. 32, n. 2, p. 128-143, 1980.
- STERN, W. L. *Index xylariorum*: institucional wood collections of the world-3. 3.ed. Ver. Netherlands: International Association of Wood Anatomists, 1988. "paginação irregular" (IAWA Bulletin n. s. 9 (3)).
- VASCONCELOS, F. J. de. A xiloteca do INPA e o laboratório de anatomia e identificação de madeiras. *A Crítica*, Manaus, 28 out. 1994. Caderno Classificados, p. 1.
- _____, FREITAS, J. A de, SILVA, A. C. e. Observações microscópicas de inclusões minerais no xilema de espécies tropicais da Amazônia. *Acta Amazonica*. v. 25, n. 1/2, p. 55-56, 1995.
- WELLE, B.J.H. ter. Sílica grains in woody plants of the neotropics, especially Surinam. *Leid. Bot. Series*, v. 3, p. 107-142, 1976.
- URBAN, I. *Lineae*. In: Martius Flora Brasiliensis, v. 12, n. 74, p. 455-471, 1872.

Tabela A: Morfometria dos elementos de vaso das espécies de Linaceae da Amazônia brasileira

ESPECIES DE LINACEAE	Nº/mm²		AGRUPAMENTO (%)					DIAMETRO (µm)		COMPRIMENTO (µm)	
	MIN.(X)MAX.	Sx MEDIA	SOL.	M-2	M-3	M-4	>4	MIN. (X) MAX.	Sx MEDIA	MIN. (X) MAX.	Sx MEDIA
<i>Hebepetalum humirifolium</i>	8(25)56	25+16	99	1	0	0	0	52(112)163	112+29	593(963)1514	963+197
<i>Ochthocosmus barrae</i>	6(15)23	15+4	96	4	0	0	0	62(124)183	124+28	396(751)1130	751+165
<i>Ochthocosmus multiflorus</i>	26(37)67	37+10	96	4	0	0	0	51(100)148	100+24	561(778)959	778+121
<i>Roucheria calophylla</i>	46(60)86	60+10	97	3	0	0	0	54(77)104	77+9	282(704)1303	704+192
<i>Roucheria punctata</i>	7(15)39	15+8	100	0	0	0	0	57(126)167	126+23	469(955)1523	955+213
<i>Roucheria schomburgkii</i>	19(28)40	28+6	99	1	0	0	0	54(86)107	86+11	579(975)1353	975+180

MIN. = mínimo; X = média; MAX. = máximo; Sx = Desvio Padrão da Média

Tabela B: Morfometria dos raios das espécies de Linaceae da Amazônia brasileira

ESPÉCIES DE LINACEAE	ALTURA (µm)		RAIOS/mm LINEAR		LARGURA/Nº. CEL. (%)			COMPRIMENTO (µm)		RAIOS FUSIONADOS
	MIN.(X)MÁX.	Sx MÉDIA	MIN.(X)MÁX.	Sx MÉDIA	UNISS.	BISS.	TRISS.	MIN.(X)MÁX.	Sx MÉDIA	
<i>Hebepetalum humirifolium</i>	190(510)1224	510±189	12(17)24	17±2	9	58	33	6(19)45	19±8	35
<i>Ocithocosmus barrae</i>	147(312)664	312±107	12(20)26	20±3	37	40	20	4(13)25	13±5	19
<i>Ocithocosmus multiflorus</i>	180(332)673	332±100	12(17)22	17±2	70	30	0	6(12)21	12±4	24
<i>Roucheria calophylla</i>	232(461)962	461±152	13(18)25	18±3	4	51	45	5(15)27	15±5	37
<i>Roucheria punctata</i>	227(572)1294	572±199	12(17)24	17±2	16	54	28	6(23)55	23±12	19
<i>Roucheria schomburgkii</i>	201(426)655	426±121	16(21)26	21±2	10	90	0	5(13)25	13±5	24

MIN. = mínimo; X = média; MÁX. = máximo; Sx = Desvio Padrão da Média

Tabela C: Morfometria dos elementos fibrosos das espécies de Linaceae da Amazônia brasileira

ESPÉCIES DE LINACEAE	COMPRIMENTO (µm)		ESPESSURA DO LÚNIO (µm)		ESPESSURA DA PAREDE (µm)	
	MIN.(X)MAX.	SxMÉDIA	MIN.(X)MAX.	SxMÉDIA	MIN.(X)MAX.	SxMÉDIA
<i>Hebepetalum humitritifolium</i>	833(1523)2037	1523±221	2(7)14	7±3	5(9)13	9±1
<i>Ochthocosmus barrae</i>	448(1065)1583	1065±198	4(8)16	8±3	5(8)11	8±1
<i>Ochthocosmus multiflorus</i>	709(1010)1389	1010±148	2(3)7	3±1	6(9)11	9±1
<i>Roucheria calophylla</i>	689(1007)1371	1007±153	2(5)11	5±2	4(8)11	8±1
<i>Roucheria punctata</i>	708(1311)2053	1311±232	2(5)10	5±2	4(9)14	9±2
<i>Roucheria schomburgkii</i>	708(1214)1681	1214±188	1(4)11	4±2	6(8)11	8±1

MÍN. = mínimo; X = média; MÁX. = máximo; Sx = Desvio Padrão da Média