

OLGA DE LAS NIEVES YANEZ INZUNZA

ANATOMIA DA MADEIRA DE NOVE ESPÉCIES DO GÊNERO
***Copaifera* (Leguminosae - Caesalpinioideae)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

CURITIBA
1992

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

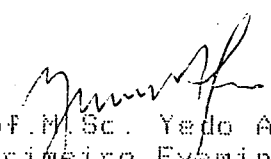
P A R E C E R

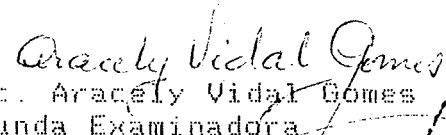
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata OLGA DE LAS NIEVES YANEZ INZUNZA, sob o título "ANATOMIA DA MADEIRA DE NOVE ESPECIES DO GENERO Copaifera (Leguminosae Caesalpinioideae)." para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS**, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

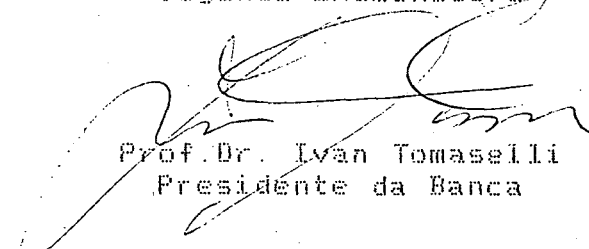
Observação:

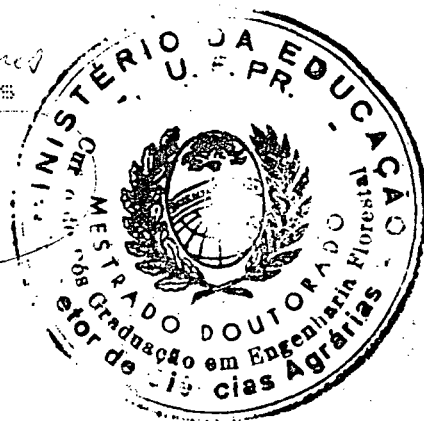
O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, **APROVADA** ou **NÃO APROVADA**.

Curitiba, 16 de março de 1992


Prof. M.Sc. Yedo Alquini
Primeiro Examinador


Profa. M.Sc. Aracely Vidal Gomes
Segunda Examinadora


Prof. Dr. Ivan Tomaselli
Presidente da Banca



À minha filha Nicole Andreia, a meu
esposo Dante Andrés e a meus pais,
pelo estímulo e compreensão.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela acolhida e por possibilitar a realização do curso na opção de Tecnologia da Madeira.

A minha orientadora, Professora Aracely Vidal Gomes e Professor Dr. Ivan Tomaselli pela valiosa orientação na realização deste trabalho.

Ao engenheiro florestal e pesquisador da EMBRAPA, Erich Schaitza, pela sua contribuição na computação dos dados.

À engenheira florestal Graciela Bolzon de Muñiz, pela sua contribuição e acompanhamento neste trabalho.

Especial agradecimento ao Serviço de Intercâmbio Acadêmico Alemão (DAAD) pelo apoio financeiro, sem o qual este trabalho não teria sido realizado.

Agradecimentos às instituições de Pesquisa que forneceram as amostras para o estudo: Laboratório de Pesquisas Florestais - IBAMA, Brasília, Laboratório de Pesquisas Florestais do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - São Paulo, Museu Emílio Goeldi, Belém e Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná.

Agradeço, ademais, à empresa Giacomet-Marodin pelo uso de seus computadores para a redação deste trabalho.

Aos amigos, que de uma ou de outra maneira ajudaram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Olga de Las Nieves Yáñez Inzunza, filha de Leonardo Gustavo Yáñez e Olga Ivett Inzunza, nasceu na cidade de Concepción, República do Chile, no dia 21 de Janeiro de 1961.

Em 1979, iniciou o curso de Engenharia de Madeiras na Universidad del Bio-Bio, na cidade de Concepción, Chile, graduando-se em 1983.

Em 1985, realizou curso de computação em Basic.

Em 1987, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, Paraná - Brasil.

Em março de 1992, obtendo o grau de Mestre.

S U M Á R I O

	<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
	<u>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</u>	viii
	<u>RESUMO</u>	x
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
2	<u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	3
2.1	ANATOMIA E IDENTIFICAÇÃO	3
2.2	<u>LEGUMINOSAE</u>	4
2.3	<u>CAESALPINIOIDEAE</u>	4
2.4	COPAIFERA	6
2.5	OLEO-RESINA DE COPAIFERA	15
3	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	21
3.1	ESPECIES ESTUDADAS E PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS .	21
3.2	DESCRIÇÃO DA MADEIRA	26
3.3	ILUSTRAÇÕES	26
3.4	PROCESSAMENTO DE DADOS	27
3.5	MICROTECNICA	27

4	<u>RESULTADOS</u>	29
4.1	<u>Copaifera duckei</u> Desf.	29
4.2	<u>Copaifera guianensis</u> Desf.	34
4.3	<u>Copaifera langsdorffii</u> Desf.	39
4.4	<u>Copaifera martii</u> Hayne	45
4.5	<u>Copaifera multiuga</u> Hayne	50
4.6	<u>Copaifera officinalis</u> L.	55
4.7	<u>Copaifera reticulata</u> Ducke	60
4.8	<u>Copaifera rigida</u> Benth.	65
4.9	<u>Copaifera trapezifolia</u> Hayne	70
5	<u>DISCUSSÃO</u>	74
5.1	<u>ASPECTOS RELEVANTES</u>	
5.2	<u>CHAVE PARA A SEPARAÇÃO DAS ESPÉCIES</u>	98
6	<u>CONCLUSÕES</u>	100
	<u>SUMMARY</u>	104
	APENDICE 1: Lista de espécies de <u>Copaifera</u> e procedência.	105
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	109

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Pág.
1	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera duckei</u> Desf.	32
2	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera guianensis</u> Desf.	37
3	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera langsdorffii</u> Desf.	42
4	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera martii</u> Hayne	48
5	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera multiinqua</u> Hayne	53
6	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera officinalis</u> L.	58
7	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera reticulata</u> Ducke	63
8	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera rigida</u> Benth.	68
9	DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE <u>Copaifera trapezifolia</u> Hayne	72
10	Porcentagem de tecidos das madeiras das espécies de <u>Copaifera</u> estudadas	75
11	Porcentagem de poros solitários das espécies estudadas	80
12	Porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células	89
13	Cristais observados em cada uma das amostras estudadas	93
14	Canais intercelulares axiais por mm linear nas espécies de <u>Copaifera</u> estudadas	95
15	Dados quantitativos do xilema das nove espécies do gênero <u>Copaifera</u> estudadas - Valores mínimos, médios e máximos	97

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS	Pág.
1	Distribuição geográfica das espécies de <i>Copaifera</i> no mundo 7
2	Mapa com a procedência das amostras 25
3	Fotomicrografias de <i>Copaifera duckei</i> Dwyer 33
4	Fotomicrografias de <i>Copaifera guianensis</i> Desf. 38
5	Fotomicrografias de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. .. 43
6	Fotomicrografias de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. .. 44
7	Fotomicrografias de <i>Copaifera martii</i> Hayne 49
8	Fotomicrografias de <i>Copaifera multiinqua</i> Hayne 54
9	Fotomicrografias de <i>Copaifera officinalis</i> L. 59
10	Fotomicrografias de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke 64
11	Fotomicrografias de <i>Copaifera rigida</i> Benth. 69
12	Fotomicrografias de <i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne .. 73
13	PORCENTAGEM DOS TECIDOS DA MADEIRA DE <i>Copaifera duckei</i> , <i>Copaifera guianensis</i> e <i>Copaifera langsdorffii</i> 76
14	PORCENTAGEM DOS TECIDOS DA MADEIRA DE <i>Copaifera martii</i> , <i>Copaifera multiinqua</i> e <i>Copaifera officinalis</i> 77
15	PORCENTAGEM DOS TECIDOS DA MADEIRA DE <i>Copaifera reticulata</i> , <i>Copaifera rigida</i> e <i>Copaifera trapezifolia</i> 78
16	PORCENTAGEM DE POROS SOLITARIOS DAS ESPECIES ESTUDADAS 81
17	VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DE POROS/mm ² , PARA AS ESPECIES ESTUDADAS 82
18	VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DO DIÂMETRO DE POROS (µm) PARA AS ESPECIES ESTUDADAS 84
19	VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DO COMPRIMENTO DE ELEMENTOS VASCULARES PARA AS ESPECIES ESTUDADAS 85

20	VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DA FREQUÊNCIA DE RAIOS/mm, PARA AS ESPECIES ESTUDADAS	87
21	PORCENTAGEM DOS TIPOS DE RAIOS DE ACORDO COM A LARGURA EM NÚMERO DE CELULAS PARA AS ESPECIES ESTUDADAS	90
22	VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DO COMPRIMENTO DAS FIBRAS (um) DAS ESPECIES ESTUDADAS	92
23	CANAIS INTERCELULARES AXIAIS/mm LINEAR DAS ESPECIES DE <i>Copaifera</i> ESTUDADAS	96

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal contribuir para a identificação de nove espécies do gênero *Copaifera* através da anatomia da madeira. As espécies estudadas foram: *Copaifera duckei* Dwyer, *C. guianensis* Desf., *C. langsdorffii* Desf.; *C. martii* Hayne, *C. multilingua* Hayne, *C. officinalis* L., *C. reticulata* Ducke, *C. rigida* Benth; *C. trapezifolia* Hayne. As espécies foram descritas individualmente, incluindo estrutura microscópica da madeira, calculando-se para todas as espécies a média e desvio padrão dos dados quantitativos do xilema. Dentre todas as características anatômicas da madeira, além da presença dos canais intercelulares axiais no parênquima marginal que caracterizam o gênero, o parâmetro mais importante para a separação das espécies foi o tipo de raios de acordo com a largura em número de células. O parênquima axial é muito semelhante em todas as espécies, tendo apenas sua porcentagem com relação aos outros tecidos mostrado em alguns casos utilidade como caráter diagnóstico auxiliar. A frequência de poros permitiu separar *C. langsdorffii* e *C. trapezifolia*, nas quais a média de poros/mm² equivale aos valores máximos observados nas outras sete espécies. Com base na anatomia da madeira, foi feita uma chave dicotômica para a separação e identificação das nove espécies estudadas.

Existem muitas dificuldades no reconhecimento de madeiras em geral, tornando necessário o estudo anatômico, afim de facilitar a sua identificação.

Como ciência botânica, a anatomia possibilita identificação, muitas vezes a nível de espécie, simplificando a tarefa da determinação da identidade. Além disso, fornece informações de grande importância para o aproveitamento tecnológico e utilização da madeira na forma mais adequada.

O gênero *Copaifera* pertence à família LEGUMINOSAE, que é uma das mais importantes dentro do reino vegetal, sendo de grande valor comercial nas indústrias madeireiras, na fabricação de móveis, na construção naval, como forrageira, na extração de óleo, como matéria-prima nas indústrias de perfumarias, no setor medicinal e outros.

O gênero *Copaifera* compreende cerca de 50 espécies distribuídas nas regiões tropicais e sub-tropicais da América do Sul, América Central e África (JOLY, 1966; BARROSO, 1915; RECORD & HESS, 1972; BURKART, 1952; DIMITRI, 1972; INDEX KEWENSIS, 1933-1974).

Devido à grande semelhança anatômica entre as madeiras das espécies pertencentes ao gênero *Copaifera*, este estudo propõe como objetivos principais:

- a) Contribuir, através do estudo anatômico da madeira, para um melhor conhecimento das nove espécies do gênero *Copaifera* estudadas.

- b) Com base nas características anatômicas relevantes observadas, construir uma chave para a separação e identificação dessas espécies.
- c) Fornecer dados de importância para a tecnologia que, desta maneira, poderá obter um maior, melhor e mais eficiente resultado final da matéria prima.

2.1 ANATOMIA E IDENTIFICAÇÃO

Estudos anatômicos da madeira sempre têm demonstrado que grupos taxonômicos apresentam caracteres anatômicos mais ou menos constantes (CHOWDHURY, 1961). Hoje em dia os pesquisadores têm dado ao estudo anatômico de madeiras a devida importância no que diz respeito à identificação, pois fornece resultados que ajudam no reconhecimento das espécies. Para serem utilizadas na classificação e identificação, as informações sobre a estrutura da madeira devem ser analisadas e interpretadas de forma eficiente e segura, de modo a permitirem a obtenção de um resultado satisfatório na taxonomia (BAILEY, 1944).

Caracteres anatômicos, como porosidade, diâmetro e comprimento de elementos de vasos, frequência de vasos/mm, tipo de parênquima axial, tipo de raios, sua largura e altura em um ou em número de células, número de raios/mm, tipo de elementos fibrosos, presença ou ausência de dutos gomíferos ou resiníferos, de estratificação, são importantes para a identificação de espécies (METCALFE & CHALK, 1950; TITMUS, 1948).

Entretanto, é necessário relacionar os caracteres anatômicos que são relativamente constantes em uma espécie e aqueles que variam em diferentes condições ambientais (RENDLE, 1944).

Através da utilização de características anatômicas de valor diagnóstico reconhecido é possível

construir chaves para a identificação de espécies (MUÑIZ, 1986).

O aporte de informações para a identificação de espécies arbóreas através da anatomia da madeira tem sido obtido através de estudos macroscópicos, microscópicos e com microscópios eletrônicos de transmissão e de varredura, que permitem observar os elementos estruturais em todas as suas variações e apresentações, com resultados a níveis de precisão cada vez maiores (KOLLMANN & COTÉ, 1968; GOMES et alii, 1989).

2.2 LEGUMINOSAE

A família Leguminosae é muito grande e bastante importante dentro do reino vegetal, compreendendo árvores grandes das florestas tropicais, arbustos, sub-arbustos, ervas anuais ou perenes e trepadeiras. Seu habitat é variado, no que diz respeito ao ambiente, latitude e altitude, sendo muito bem representada no Brasil.

Observam-se divergências nos valores empregados pelos estudiosos quanto ao número de gêneros e espécies da família. Os valores citados vão de 500 a 15.000 espécies (BARROSO, 1915; JOLY, 1966; RECORD & HESS, 1972; BURKART, 1952; DIMITRI, 1972; CAMPOS & CANECHID FILHO, 1979; DUCKE, 1949; INDEX KEWENSIS, 1933-1966).

2.3 CAESALPINIOIDEAE

A maioria dos botânicos concorda em sub-dividir a família Leguminosae em três sub-famílias: Mimosoideae, Caesalpinioideae e Faboideae (Papilionoideae) (DUCKE, 1949; ENGLER, 1964; BARETTA-KUIPERS, 1981).

Na opinião de Baretta-Kuipers, a anatomia da madeira de Caesalpinioideae é a menos especializada da família Leguminosae, dela irradiando de um lado as Mimosoideae, com a especialização dos raios, e de outro as Faboideae, com a estratificação de todos os elementos celulares constituintes da madeira. Baretta-Kuipers distingue dois grupos estruturais em Caesalpinioideae, baseados em características de raio e de parênquima.

No grupo I (tribos Caesalpineae, Cassieae e Cercideae) os raios tendem a ser homocelulares, em média com cerca de 450 μm de altura, com células procumbentes em geral com 16-19-28 μm de altura.

No grupo II (Tribo Detarieae-Amherstiae) os raios tendem a ser heterocelulares, mais altos, com 650 μm de altura em média e com células procumbentes mais altas (20-22-40 μm).

Os raios do grupo II são considerados mais primitivos que os do grupo I, os quais constituem uma transição para Mimosoideae e Faboideae, que apresentam raios mais baixos (altura máxima cerca de 325 μm).

METCALFE & CHALK (1952) descrevem para Caesalpinioideae: vasos em geral de diâmetro variando de 25 μm a mais de 200 μm , a maioria com 100 - 200 μm ; solitários,

com poucos múltiplos radiais de 4 ou mais células e múltiplos racemiformes irregulares; frequência variável, desde 1.5 - 5 poros/mm² até mais de 40 poros/mm² em diferentes grupos de gêneros; placas de perfuração simples; pontuações alternas, ornamentadas; comprimento de elementos de vasos em média 0,2 - 0,5 mm. Parênquima axial variável predominantemente paratraqueal, desde vasicêntrico, aliforme até confluyente; também com parênquima apotraqueal, em faixas terminais contendo canais intercelulares axiais, ou difuso, frequentemente com cristais de oxalato de cálcio em câmaras em séries verticais; em alguns gêneros os canais intercelulares axiais podem estar dispersos no meio do anel de crescimento. Raios exclusivamente unisseriados ou também com multisseriados de até cerca de 7 células de largura; na maioria com 4 - 12 raios/mm; homogêneos ou heterogêneos; estratificação de tecidos ocorrendo em apenas uma pequena proporção (25%) das espécies. Fibras libriformes, às vezes septadas, frequentemente gelatinosas.

Floema incluso e lenho anômalo ocorrem em alguns gêneros.

2.4 COPAIFERA

O gênero *Copaifera*, pertencente à sub-família Caesalpinioideae, tribo Detarieae - Amherstiae, compreende cerca de 50 espécies distribuídas na América do sul, América Central (Panamá) e África Tropical (RECORD & HESS, 1972; DUCKE, 1949) (Fig. 1; Apêndice 1).

A madeira das espécies de *Copaifera* apresenta como característica comum a presença de parênquima axial marginal com muitos canais secretores intercelulares axiais que contêm óleo-resina, conhecida como "bálsamo de copaiba". Este produto é um líquido com odor forte e desagradável, usado como ingrediente na fabricação de medicamentos, vernizes e até como combustível (ALENCAR, 1982).

As principais regiões produtoras desse óleo-resina são a região amazônica, no Brasil, e a Venezuela (DUCKE, 1949; RECORD & HESS, 1972). Na Amazônia, as espécies deste gênero são mais apreciadas como produtoras de óleo-resina do que de madeira (SANTOS, 1987).

As madeiras das espécies de *Copaifera* apresentam em geral cerne de cor castanho avermelhada - escura; com parênquima em faixas marginais com muitos canais intercelulares axiais com óleo-resina, além de parênquima paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso escasso, frequentemente cristalífero; sua massa específica varia de 0,7 a 0,98 gr/cm³ (seca ao ar); apresentam textura média, grã reta; são fáceis de serem trabalhadas e muito duráveis, permitindo um bom acabamento (RECORD & HESS, 1972; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - SP, 1978).

Por serem muito semelhantes entre si quanto ao peso, aspecto e caracteres anatômicos, é muito difícil identificá-las e, por isso, comercialmente são tratadas como iguais, sem distinção de espécies (MAINIERI & CHIMELO, 1989).

Diversos estudos foram realizados sobre a madeira de algumas espécies de *Copaifera*. O limite norte da distribuição geográfica do gênero nas Américas é representado por

Copaifera chiriquensis Pittier, árvore de cerca de 30 m de altura e 1,22 m de diâmetro, encontrada na floresta ao longo da costa do Pacífico, no Panamá (RECORD & HESS, 1972). _

Copaifera langsdorffii Desf., árvore de até 13m de altura, é encontrada na Guiana, Venezuela, e no Brasil: desde Amazonas, Pará, Piauí, Ceará, Bahia até Santa Catarina, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso; no território de Misiones, na Argentina. É utilizada na construção civil, construção naval, mobiliário, carroçaria, implementos agrícolas, peças torneadas, coronhas de armas, etc; suas toras apresentam forte tendência ao rachamento, prejudicando a operação de desdobro. A óleo-resina é usado como ingrediente em medicamentos e na fabricação de vernizes. Sua madeira é moderadamente pesada (0,7g/cm³); cerne castanho ou castanho avermelhado-escuro, com veios e manchas irregulares; superfície lustrosa; grã direita a irregular; textura média, contração volumétrica e resistência mecânica médias; alburno bege-claro-rosado. Indivíduos que crescem nas várzeas têm alburno maior e cerne mais claro, com o lenho mais mole e menos durável, mas produzem mais óleo-resina (CORRÊA, 1931; RECORD & HESS, 1972; SANTOS, 1987; BURKART, 1952; IPT - SP, 1978).

MAINIERI & CHIMELO (1989) fizeram um estudo da madeira desta espécie, obtida do município de Piedade, litoral sul do Estado de São Paulo, verificando que a madeira é moderadamente pesada, de superfície lustrosa ao tato, tendo uma alta resistência ao ataque de organismos xilófagos. Seu comportamento no tratamento de preservantes sob pressão indica baixa permeabilidade, devido aos poros obstruídos por óleo-resina. As características anatômicas apresentadas neste

estudo referem-se ao parênquima axial como marginal e vasicêntrico escasso; canais intercelulares axiais, com abundante óleo-resina, em disposição tangencial, envolvidos pelo parênquima marginal; presença de cristais romboédricos, em séries de 3 a 6 cristais, ocasionais; poros na maioria com 100 - 180 μm de diâmetro; placas de perfuração simples; pontuações intervasculares alternas (7 - 10 μm), guarnecidas; elementos vasculares muito curtos a longos. Raios homocelulares de células procumbentes, com tendência para heterocelulares, predominantemente bisseriados, extremamente baixos a muito baixos, frequência variando de poucos até numerosos. Fibras libriformes curtas, de paredes delgadas, frequentemente gelatinosas.

Copaifera officinalis Desf. É a espécie mais conhecida; árvore grande de copa simétrica; cresce no norte da América do Sul e é cultivada na região do Caribe (RECORD & HESS, 1972). A madeira da espécie é muito apreciada, compacta e com uma massa específica variando de 0,87 - 0,89 gr/cm³, sendo excelente na construção civil e naval, tendo alta resistência ao ambiente externo, razão pela qual é utilizada em obras expostas, imersas, dormentes e outros; seu óleo-resina insolúvel na água é mais valioso quanto mais escuro e espesso. A espécie estende-se desde o Amazonas até o Piauí, encontrando-se também no Panamá. É indicada como planta medicinal pela sua produção de "balsamo de copaí" (SANTOS, 1987; CORRÊA, 1931; BURKART, 1952).

Copaifera reticulata Ducke tem seu centro de distribuição na região amazônica e é a principal produtora do bálsamo de copaiba. O bálsamo, marrom-amarelado e de odor

forte e desagradável, é fluido-transparente. A maior parte do bálsamo é exportada através de Manaus (RECORD & HESS, 1972). FEDALTO et al (1989) apresentaram um estudo da espécie, com árvores de 15 - 20m de altura comercial, DAP de 60 cm, de tronco reto cilíndrico, madeira com textura média, grã. reta e massa específica de 0,62 - 0,72 grs/cm³. É possível observar a olho nu os poros de distribuição difusa uniforme, anéis de crescimento evidenciados por faixas de parênquima marginal apresentando canais intercelulares axiais, alinhados no sentido tangencial. Vasos de diâmetro médio, variando de poucos até pouco numerosos; solitários, geminados e em múltiplos de 3-4 e mais de 4; elementos vasculares curtos a longos; apêndices, quando presentes, curtos. Placa de perfuração simples, horizontal a oblíqua. Pontuações intervasculares alternas ou opostas, poligonais ou irregulares, guarnecidas, de diâmetro médio; pontuações parênquimo-vasculares e raio-vasculares ovaladas ou irregulares. Parênquima axial marginal, paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso escasso, em séries não estratificadas, algumas delas cristalíferas. Raios unisseriados raros; multisseriados formados por fileiras de células horizontais e raras células envoltentes, com margens unisseriadas de células quadradas; raios heterogêneos do tipo III. Fibras libriformes e gelatinosas, com pontuações numerosas nas paredes radiais, com abertura linear, vertical ou inclinada; curtas até longas, de diâmetro variando de médio a estreito, paredes delgadas a espessas. Apresentam canais intercelulares axiais normais oleíferos, localizados no parênquima axial marginal em grande quantidade, de secção

circular e de diâmetro inferior ao dos vasos.

Presença de cristais romboédricos de oxalato de cálcio em câmaras dentro do parênquima axial, principalmente junto aos raios. Segundo SANTOS (1987), a madeira desta espécie é fácil de ser trabalhada, de cor parda-amarelada com finas linhas onduladas branquicentas; de cheiro resinoso; massa específica 0,72gr/cm³, sendo utilizada na carpintaria ligeira, e também para lenha. Segundo DUCKE (1949) a espécie se estende desde o Pará, Amazonas e Acre, desde Belém até o Rio Madeira, Humaitá, Solimões, Tocantins e Rio Acre, Cachoeira Itaboca, rios Xingú, Tapajós e Trombetas, Igaparé-assú e Gurupá, no baixo Rio Mojú, e na região do pequeno Rio Branco, ao nordeste de Obidos (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 1922, 1925) e finalmente no Perú amazônico. Segundo o autor é usada frequentemente como lenha. MAINIERI & CHIMELO (1989) observaram o parênquima axial vasicêntrico sendo ocasionalmente aliforme de aletas muito curtas e concordando com as descrições macroscópicas e microscópicas feitas por FEDALTO et al (1989) . Esta espécie de *Copaifera* é uma grande árvore que cresce nas florestas altas de terra firme, preferentemente em solo argiloso, mais raramente em solo arenoso (CORREIA, 1931; RIZZINI, 1978).

Segundo SANTOS, (1987), a madeira de *Copaifera multiuga* Hayne, é muito parecida com a madeira de *Copaifera reticulata* Ducke. Espécie característica da floresta de tipo densa encontram-se descritas nas obras do JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (1922) e na ESTRATEGIAS para a política florestal na Amazônia brasileira (1979) descrevendo como árvore grande, que se distingue das espécies do mesmo gênero pela especial forma

de seus folíolos, pelo forte odor de cumarina e pelo tamanho de suas flores (maiores). Esta espécie ocorre no Amazonas: Manaus, município de Parintins, município de Maués, nos rios Negro, Madeira, Solimões e Tefé; no Pará (na parte ocidental): médio Tapajós, de Vila Braga até Quataquara, em Santa Júlia, no limite do estado e, por último, em Porto Velho, Rondônia, sendo freqüente na mata alta de terra firme, em solo argiloso, mais raramente em solo arenoso. Madeira com massa específica variando de 0,75 a 0,85 gr/cm³, de textura média. O estudo da madeira demonstrou que esta espécie tem parênquima axial em faixas terminais, envolvendo pequenos canais secretores longitudinais e com parênquima vasicêntrico; com poros predominantemente solitários. Seu óleo é utilizado para fins medicinais e para fabricação de vernizes; sua madeira é usada para tábuas, carvão e outras finalidades. Propriedades físicas e mecânicas da madeira baixas a médias (LOUREIRO et al, 1979; JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 1922; RECORD & HESS, 1972; e CORRÊA, 1931; LOUREIRO e SILVA, 1968).

REITZ et al (1979) fizeram um estudo completo da espécie Copaifera trapezifolia Hayne. Esta espécie floresce durante os meses de fevereiro e março, e seu fruto amadurece de setembro em diante; estende-se desde a Bahia, Minas Gerais até o Estado de Santa Catarina ao longo da mata pluvial da costa atlântica, localizando-se em altitudes de 500 a 800 m, penetrando no Alto do Vale do Itajaí até o nordeste do Rio Grande do Sul. Esta espécie é característica da mata pluvial; pode ser encontrada em terrenos de encosta, onde crescem de 10 a 15 árvores adultas por hectare. Costuma desenvolver-se na fase inicial em ambientes de sombra e alta umidade relativa

do ar. Madeira de cerne avermelhado-escuro e alburno mais claro, com massa específica variando de 0,6 a 0,86 gr/cm³, superfície lustrosa, uniforme, de textura média e grã direita ondulada. É empregada na marcenaria em geral, laminados, móveis, lambris, especial para mastros de barco de pesca, implementos agrícolas; sua madeira é bastante dura e resistente à umidade e ao ataque de animais (MAINIERI & CHIMELO, 1989 e CORRÊA, 1931).

FEDALTO et al (1989) fizeram uma descrição bastante completa da madeira da Copaifera duckei Dwyer, árvore de cerca de 13 m de altura comercial, de 60 cm de DAP e de tronco cilíndrico; cerne distinto de cor marrom-avermelhada escura, alburno largo variando de 5-9-13 cm, de cor acinzentada; anéis de crescimento pouco distintos; madeira com brilho médio, de textura média e grã direita; massa específica de 0,62 gr/cm³. Poros visíveis a olho nu, poucos numerosos, de diâmetro médio e secção transversal oval; de distribuição difusa uniforme; solitários, em múltiplos radiais (2 a 4) e racemiformes; parênquima pouco abundante; canais axiais imensos no parênquima apotraqueal marginal em alinhamento tangencial, apresentando conteúdo oleoso; também com parênquima axial paratraqueal vasicêntrico não estratificado; vasos de diâmetro médio, elementos vasculares variando de longos a curtos, às vezes obstruídos por conteúdos sólidos; placa de perfuração simples, horizontal ou oblíqua. Pontuações intervasculares opostas ou alternas e pontuações raio-vasculares e parênquima-vasculares ovais ou irregulares, guarnecidas; raios normais, com fusionados pouco numerosos; finos, extremamente baixos; raios multisseriados de 2 a 4 células de largura; com

muito poucos raios unisseriados; raios heterogêneos do tipo III, com células horizontais e raras células quadradas. Fibras libriformes curtas a extremamente curtas e diâmetro estreito a médio, paredes delgadas a muito delgadas. Canais intercelulares normais, oleíferos e dispostos no parênquima axial marginal, de secção circular, com diâmetro inferior ao dos vasos; grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio, romboédricos presentes no parênquima axial, particularmente junto aos raios (RIZZINI, 1978).

Copaifera martii Hayne, árvore de altura pequena a mediana, é característica da vegetação de restinga, em solo estéril, arenoso ou pedregoso e beira de lagos (Obidos, Porto de Moz, Almeirim, Montealegre, Santarém, Cikatanduba, Alter do Chão, no baixo Tapajós, Mato Grosso (Cuiabá) e Guianas. Madeira bastante dura, imputrescível, com massa específica de 0,9 a 0,98 gr/cm³, usada para construções expostas ao tempo: em obras imersas, dormentes, estacas para postes, construção naval e civil, além de marcenaria (SANTOS, 1987; JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 1925; ESTRATEGIAS para a política florestal na Amazônia brasileira, 1979; RECORD & HESS, 1972 e CORRÊA, 1931).

2.5 OLEO-RESINA DE COPAIFERA

O chamado "bálsamo de copaiba" é o nome comercial do óleo-resina extraído de *Copaifera*.

Diversas pesquisas tem sido realizadas com óleo-resina extraído da madeira, folhas e sementes de várias espécies do

gênero (GUENTER, 1952; SOARES MAIA et al., 1978; LANGENHEIM, 1981; ALENCAR, 1981, 1982).

Segundo GUENTER (1952), o óleo de copaiba foi usado antigamente em forma extensa na preparação de agentes medicinais. Na atualidade, o óleo-resina é usado na preparação de sabonetes, para dar o aroma e maciez e para suavizar aromas sintéticos. GUENTER supõe que a origem do óleo-resina se deva provavelmente à decomposição das paredes das células do parênquima. A madeira de *Copaifera* apresenta cavidades que chegam a ser grandes bolsas ou depósitos, nos quais se acumula o óleo-resina. Segundo esse autor, existem no Brasil duas regiões produtoras do bálsamo de copaiba: o estado do Pará, onde se encontram grandes árvores em vastas áreas, principalmente ao sul de Belém, ao longo dos rios Tocantins, Anapú, Pacajá, Xingú e Tapajós; a segunda região corresponde ao estado do Amazonas, ao longo das margens do rio Amazonas e seus afluentes Madeira, Purús, Juruá, Rio Negro e Rio Branco.

No Pará, 60% do bálsamo de copaiba extraído são do tipo chamado "solúvel" (1 parte do bálsamo deve ser claramente solúvel em 5 a 6 partes de álcool a 95%) e os restantes 40% são do tipo "insolúvel" (não claramente solúvel em álcool a 95%).

O estado do Amazonas fornece apenas bálsamo de copaiba insolúvel.

O óleo-resina de *Copaifera* exportado de Manaus ou Belém é coletado indiscriminadamente de várias espécies e não se pode dizer com certeza a origem dos vários lotes exportados. De acordo com as informações de GUENTER (1952), cerca de 70% do bálsamo de copaiba do Brasil é extraído de

Copaífera reticulata Ducke; 10% são obtidos de C. guianensis Desf., extraído no Brasil e também na Guiana; 5% é obtido de C. multijuga Hayne e os restantes 15% são extraídos de C. officinalis L. (3-5%), a qual também é encontrada na Venezuela com o nome de "bálsamo Maracaibo", de C. rígida Benth. e C. coriacea Mart.

A qualidade do óleo-resina extraído depende da espécie botânica da árvore, da idade e do tempo certo para fazer a coleta. Em média, uma árvore rende ao redor de 17 a 18 kg. de óleo-resina por ano. O tempo certo de coleta ou produção depende da região e das condições climáticas. GUENTHER (1952) concluiu que os meses mais favoráveis para a coleta vai de julho até novembro, quando o tempo seco favorece um rendimento maior; durante as temporadas chuvosas as árvores continham apenas pequenas quantidades de óleo-resina.

SOARES MAIA et al (1978) estudaram a constituição química do óleo-resina extraído das sementes de uma espécie (não mencionada) de Copaífera. O resultado obtido foi que o óleo-resina encontrava-se constituído pelos sesquiterpenos: β -elemeno, α -copaeno, β -cariofileno, α -humuleno, β -bisaboleno, α -cadineno, cubebeno, α -ylangeno, α -multijugenol e óxido de cariofileno, sendo o cubebeno e α -cadineno desconhecidos até então como constituintes do óleo-resina de copaiba. O óleo de copaiba das sementes era constituído por cumarina (0,15%) e por ácidos graxos (palmítico - 24,9%; oleico - 35,3%; linoleico - 35,7%; araquídico - 1,1% e beenico - 3%).

LANGENHEIM (1981), investigando a composição química de óleo-resinas extraídos de espécies de Caesalpinioideae, verificou que 50-90% do óleo-resina de Copaífera podem

consistir de hidrocarbonetos do tipo de sesquiterpenos, já tendo sido identificados 19 no óleo-resina da madeira: allo-arodendreno, α -bergamoteno, β -bisaboleno, δ -cadineno, calameneno, cariofileno, α -copaeno, α -cubebeno, β -cubebeno, curcumeno, cipereno, β - δ - γ -elemeno, β -farneseno, β - γ -muuroleno, α -selineno, β -selineno.

LANGENHEIM (1981) observou também a presença de diterpenos distintos em Copaifera langsdorfii, C. multiuga e C. officinalis.

Na opinião desse autor, a presença e variação quantitativa de diterpenos e sesquiterpenos representam um importante, e relativamente inexplorado, potencial quimiosistemático; a identificação e quantificação desses componentes podem constituir uma poderosa ferramenta para avaliar interrelações botânicas.

No Amazonas, um dos pesquisadores que mais se interessou pelas espécies de Copaifera como produtoras de óleo-resina foi ALENCAR (1981-1982), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, que já realizou diversos estudos sobre esse assunto.

Em 1978, colaborou na investigação da composição química do óleo-resina extraído de sementes de Copaifera (SOARES MAIA et al, 1978). Devido à importância comercial atual do óleo-resina na economia da região amazônica, Alencar realizou diversos estudos com Copaifera multiuga Hayne. Visando a implantação de futuros plantios de copaiba para extração do óleo-resina que é comercializado tanto no mercado nacional como no exterior, Alencar realizou experimentos de germinação de sementes, fenologia e regeneração natural, entre

outros (ALENCAR, 1981). Em um segundo trabalho (ALENCAR, 1982), esse autor investigou a produção do óleo-resina extraído de troncos de árvores adultas da floresta natural; a extração é feita de forma manual na floresta em árvores isoladas, as quais esporadicamente são retomadas para outra coleta.

O experimento realizado para extração do óleo-resina consistiu em perfurar a árvore, à altura de 1 m. ou 1,30 m. acima do solo, empregando para isso um trado metálico de 1 polegada de diâmetro. Através deste orifício o óleo-resina flui facilmente. Uma segunda extração foi realizada da mesma forma que a primeira, mas o furo foi feito no lado oposto a fim de remover o máximo do óleo-resina. Ao todo, foram realizadas cinco extrações por árvore em períodos de maior e menor precipitação pluviométrica, para avaliar uma possível influência das chuvas sobre a produção do óleo-resina. O estudo foi feito em solo argiloso e arenoso. Foi verificado que a produção média por árvore foi sempre superior em solo argiloso (235 ml. na primeira extração) em comparação com o solo arenoso (160 ml. em média por árvore na primeira extração). É interessante destacar que nesta investigação a máxima produção de óleo por árvore verificada foi de 3.500 ml., na segunda extração, maior que na primeira (400 ml.) e da terceira coleta em diante a quantidade do óleo-resina extraída foi sucessivamente menor; este comportamento foi registrado em todas as árvores estudadas.

De modo geral, o autor considera que a época ideal para a extração do óleo-resina é a estação chuvosa, contrariando a opinião de GUENTHER (1952); a água parece ter

uma importância relevante para a produção do óleo-resina em Copaifera multijuga Hayne.

Na opinião de ALENCAR (1982) a extração do óleo-resina e sua comercialização na região amazônica apresenta um certo valor na economia regional.

O estado do Amazonas comercializou 101 toneladas do óleo-resina só para o mercado interno nos anos de 1974 a 1979 e, no mesmo período, foram exportadas para o exterior 433 toneladas; a média de exportação por ano só do estado do Amazonas foi de 89 toneladas. (ALENCAR, 1982).

Somando a produção de toda a amazônia brasileira e levando em consideração a porção não computada em estatísticas oficiais, pode-se supor que a produção do óleo-resina de Copaifera atinja 200 toneladas por ano.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 ESPECIES ESTUDADAS E PROCEDÊNCIA DAS AMOSTRAS

As amostras estudadas foram fornecidas por diferentes instituições de pesquisa e eram as únicas disponíveis por ocasião da execução deste trabalho. As amostras estudadas e suas procedências estão relacionadas a seguir:

!NOME CIENTIFICO	!No.UFPR!	PROCEDÊNCIA	!

<u>Copaifera duckei</u> Desf.	! 1358	! Moacir Barbosa, No. 184	
	!	! 25.11.974, LPF-IBAMA,	
	!	! Flora Tapajós.	
	! 1640	! M.G. SILVA & C. ROSARIO,	
	!	! 4861 07-06-79. MATO GROS-	
	!	! SO km 30, BR-174. X-MG	
	!	! 2164 (MG 67860). XILOTECA	
	!	! MUSEU GOELDI.	
	! 1312	! LPF-IBAMA, Brasília No.	
	!	! JR00 25-1462 Juruá-	
	!	! Solimões, Município de	
	!	! Tefé-Amazonas.	
	! 1315	! LPF-IBAMA, Brasília No.	
	!	! JR00 36-1465 Juruá-	
	!	! Solimões, Município de	
	!	! Tefé-Amazonas.	

! NOME CIENTIFICO	! No.UFPR!	! PROCEDÊNCIA	!

<u>Copaifera guianensis</u> Desf.!	1362	! LPF-IBAMA, Prof. G. Stahel	
	!	! em 1942-45, Lista de G.H.	
	!	! Amshoff, No. 92, Serv.	
	!	! Flor., seção de tecno-	
	!	! logia No. 6.302-4271,	
	!	! Guiana Holandesa-Suri-	
	!	! name.	
<u>Copaifera langsdorffii</u>	! 1356	! J. SAPADA, No. 195 em	
Desf.	!	! 15.02.1973, herbário	
	!	! s/n Vale do Rio Doce	
	!	! 164.774-6811, Espirito	
	!	! Santo, Linhares, Re-	
	!	! serva Florestal Vale	
	!	! do Rio Doce.	
	! 579	! UFPR-LAM, Paraná, Lindeman	
	!	! & J.H. de Haas No. 4485	
	! 576	! UFPR-LAM, Paraná, Lindeman	
	!	! e de Haas No. 5319	
	! 575	! UFPR-LAM, Paraná, Lindeman	
	!	! e de Haas No. 5372.	
<u>Copaifera martii</u> Hayne	! 1220	! LPF, IPT-SP 116719, CFMD,	
	!	! São Paulo, Jari, J-123	
<u>Copaifera multiinqua</u> Hayne	! 1310	! LPF-IBAMA, Brasília,	
	!	! No. 0089- 1463 Juruá-	
	!	! Solimões Município de	
	!	! Tefé Amazonas.	

----------*-----*				
!NOME	CIENTIFICO	!No.UFPR!	PROCEDÊNCIA	!
----------*-----*				
		! 1314	! LPF-IBAMA, Brasília, No	
		!	! PS0060-1461, Juruá-	
		!	! Solimões Município de	
		!	! Tefé - Amazonas;	
		! 1223	! LPF-IPT-São Paulo, No.	
		!	! 17079-2881-H14871, Re-	
		!	! Reserva Florest. Ducke	
		! 1359	! LPF-INPA, estado do	
		!	! Pará, No. 6187-3860-	
		!	! 21.162.	
<u>Copaifera officinalis</u> L.		! 1221	! LPF, IPT-SP 17080, A.Lou-	
		!	! reiro INPA-x-4681,H-s/	
		!	! n, Peru Huanuco-22.242	
		! 1222	! LPF, IPT-SP 16459 - CFMD,	
		!	! Jari-PA -J-115	
		! 1642	! Pará, Jari, N.T. Silva	
		!	! 5205, x-MG 5407	
<u>Copaifera reticulata</u> Ducke!		! 1313	! LPF, INPA, estado do	
		!	! Pará-a5 73 - s/n xil,	
		!	! IBAMA-Brasília.	
		! 1360	! Le Cointe, 159-39, Pa-	
		!	! rá Rio Tapajós.	
		! 1639	! Pará, Tucuruí, margem	
		!	! esquerda do Rio Tocantins	
		!	! U.N. Maciel, M.G. Sil-	
		!	! va e Rosário No. 608,	

INOME	CIENTIFICO	No.UFPR	PROCEDÊNCIA
			x-MG 3292.
<u>Copaifera rigida</u>	Benth	1361	C.T. Rizzini e A. de Mattos Filho em 11.04. 974 No. 61 24, Maranhão, Timon, Buiriti Cortado.
<u>Copaifera trapezifolia</u>	Hayne	1357	LPF, acordo Florestal Santa Catarina, S. Serv. Florestal do Mi- nistério da Agricultu- ra No. 3682 Santa Ca- tarina, Herbário Bar- bosa Rodrigues, Itajaí -1960.
		573	UFPR-LAM, Paraná, Lindeman e de Haas 14893.

Na Figura 2 é apresentado um mapa indicando a procedência das amostras.

3.2 DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Para as descrições microscópicas, como para as mensurações dos elementos celulares individuais, seguiu-se as recomendações 30:1-019 da COPANT (1973), com modificações de MUÑIZ (1986). A terminologia usada nas descrições é a que consta no glosário da IAWA. (1981).

As observações microscópicas foram feitas com microscópio binocular com ocular de escala graduada, e para as medições dos elementos microscópicos utilizou-se analisador de imagens VIDEOPLAN, acoplado a um microprojektor. Os dados das espécies estudadas se encontram armazenados em disquetes.

Para a obtenção dos valores de porcentagem de cada tipo de tecido da madeira, foi utilizado o método de projeção, com câmara clara, sobre uma grade de 25 pontos. O método consiste em projetar através do microscópio a imagem do corte transversal sobre uma superfície plana, registrando-se o tipo de célula que coincida com o ponto da grade. Os valores obtidos, expressos em porcentagem, foram representados em histogramas.

Para avaliar a quantidade de canais intercelulares axiais, além do método de grade, foi feita a contagem de canais/mm linear nas faixas de parênquima axial marginal.

3.3 ILUSTRAÇÕES

Fotomicrografias foram realizadas com ajuda de um fotomicroscópio, empregando-se para isto filme preto e branco ISO 32.

3.4 PROCESSAMENTO DE DADOS

A computação dos dados quantitativos dos caracteres anatômicos, obtidos nas medições, foram processados no computador da empresa Giacomini-Marodin. Com uso de programas estatísticos de computação foram obtidos valores mínimo, médio, máximo e desvio padrão.

3.5 MICROTECNICA

De cada amostra de madeira foram tirados blocos orientados nos planos transversal, longitudinal tangencial e radial, com dimensões aproximadas de 15x20x20mm.

Os cortes anatômicos foram feitos com ajuda de micrótomo de deslizamento, com espessura variando de 12 - 20 micrômetros, dependendo da dureza do material.

Para coloração dos cortes, foi utilizado o método de dupla coloração, com safranina e azul de astra; os cortes anatômicos foram desidratados em série alcoólica ascendente, colocados em xilol e montados em lâminas com "entellan".

A preparação do material para a maceração dos tecidos

componentes da madeira foi obtida pelo método de JEFFREY (FREUND, 1970): solução aquosa de ácido nítrico e ácido crômico a 10% na proporção de 1:1; a coloração foi feita com safranina. O processo de desidratação do tecido macerado e o meio de montagem empregados foram os mesmos citados na preparação das lâminas com cortes anatômicos.

4 RESULTADOS

As descrições da estrutura anatômica da madeira das espécies do gênero *Copaifera* estudadas, são apresentados a seguir:

4.1 *Copaifera duckei* Desf.

Nome comum: Copaiba

Distribuição geográfica: Localiza-se na Bahia, Ceará, Pará e Maranhão, (FEDALTO et alii, 1989).

Amostras estudadas: UFPR 1358; UFPR 1640.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parenquima apotraqueal marginal com canais intercelulares axiais.

Vasos: Representando 15% do volume da madeira; porosidade difusa; vasos solitários, múltiplos radiais (2-5) e racemiformes (3-5). Pouco numerosos, 2-4-16 poros/mm²; diâmetro tangencial 113-155-214 µm; espessura da parede dos vasos 5-2-13 µm, elementos vasculares curtos (205-342-550 µm de comprimento); apêndices presentes (24-46-91 µm de comprimento); placas de perfuração simples; presença de conteúdo semelhante a resina obstruindo alguns vasos; pontuações intercelulares alternas, de forma poligonal,

arredondadas e alargadas horizontalmente, devido à coalescência de aberturas; diâmetro tangencial das pontuações intervasculares 5-6-8 μm ; pontuações raio-vasculares alternas, com diâmetro tangencial de 4 à 6 μm ; pontuações parênquimo-vasculares com diâmetro tangencial de 4 à 5 μm .

Parênquima axial: Representando 19% do volume da madeira; com parênquima apotraqueal marginal e paratraqueal vasicêntrico; não estratificado; seriado, altura das séries 130-377-810 μm (2-3-9 células), diâmetro das células do parênquima 15-26-50 μm , com cristais romboédricos de oxalato de cálcio em câmaras, em séries verticais.

Raios: Representando 19% do volume da madeira; pouco numerosos, 5-8-11 raios/mm; raios heterogêneos unisseriados e multisseriados; raios unisseriados com células quadradas, eretas e procumbentes, só quadradas e eretas, ou só procumbentes; raios unisseriados muito finos (11-16-22 μm de largura); baixos com 53-132-256 μm (2-6-12 células) de altura; raios multisseriados formados por células quadradas e eretas nas margens e por células procumbentes na parte central; células envolventes presentes; raios multisseriados finos, com 22-41-60 μm (2-3-4 células) de largura; com 243-477-870 μm (6-20-41 células) de altura; raios normais, fusionados e mais ou menos agregados. Raios com cristais ocasionais.

Fibras: Representando 44% do volume da madeira; libriformes, com 800-1420-1702 μm de comprimento; diâmetro das fibras 14-20-26 μm ; com 3-4-5 μm de espessura na parede.

Canais intercelulares axiais: Representando 3% do volume total da madeira, dispostos no parênquima marginal, frequência de 1-2-5 CIA/mm linear.

0

TABELA 1 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera duckei* Dwyer

CARACTERISTICAS	VALOR MINIMO	VALOR MEDIO	VALOR MAXIMO	DESVIO PADRAO	No. MEDICOES
11. % DE VASOS	4	15	28		
12. POROS/mm ²	2	6	16	3,04	30
13. Ø VASOS (µm)	113	155	214	22,27	30
14. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	5	7	13	1,84	30
15. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	205	348	550	69,63	30
16. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	24	46	91	17,05	30
17. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	5	6	8	0,86	25
18. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	4	6	6	0,84	25
19. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	4	5	5	0,50	25
10. % PARENQUIMA	4	19	36		
11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	130	377	810	131,44	30
12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	2	3	9	1,58	30
13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	15	26	50	7,53	30
14. % RAIOS	8	19	44		
15. RAIOS/mm	5	8	11	1,32	30
16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	53	132	256	53,74	30
17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	2	6	12	2,71	30
18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	11	16	22	2,59	30
19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	243	477	870	146,60	30
20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	6	20	41	7,45	30
21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	22	41	60	7,68	30
22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	2	3	5	0,59	30
23. % FIBRAS	24	44	64		
24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	800	1.420	1.702	195,81	30
25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	14	20	26	3,02	30
26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	3	4	5	0,92	30
27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	1	3	8		
28. CIA/mm	1	2	5	1,23	30
29. % POROS SOLITARIOS	13	47	80		

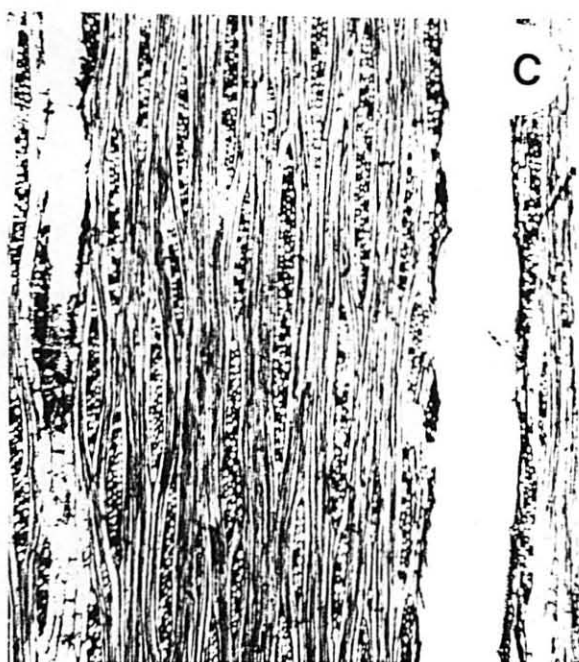
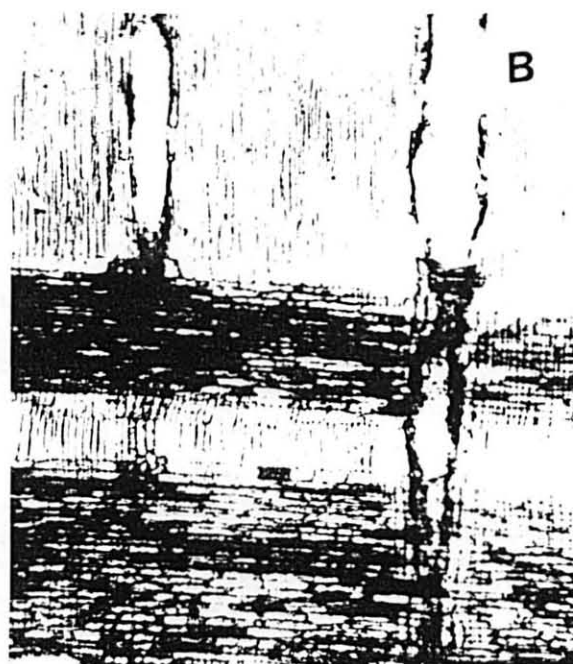
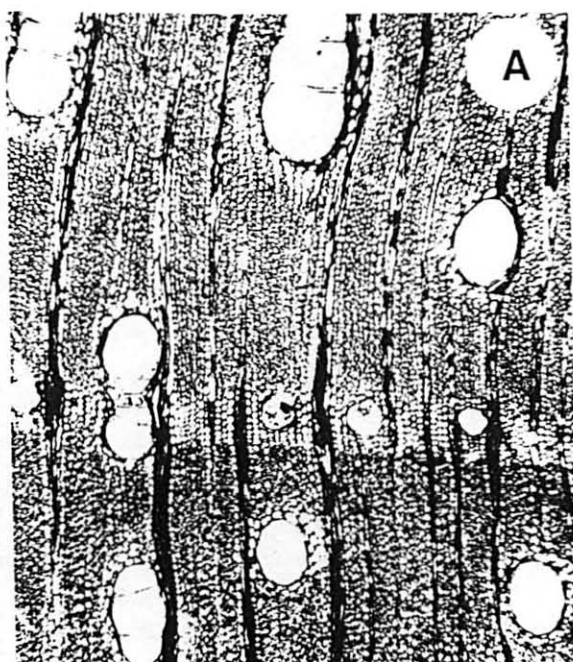
Figura 3 Copaifera duckei Dwyer

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Corte tangencial, 125X



4.2 Copaifera guianensis Desf.

Nomes comuns: Copaiba do Pará, "hoepelhout"

Distribuição geográfica: Suriname; e no Brasil, no Rio Negro entre Manaus e Barcellos (MARTIUS, 1874).

Amostras estudadas: UFPr 1362.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parênquima apotraqueal marginal com canais intercelulares axiais; diâmetro dos canais maiores do que a largura das faixas do parênquima apotraqueal.

Vasos: Representando 8% do volume total da madeira; porosidade difusa; pouco numerosos, 4-8-16 poros/mm²; vasos solitários, múltiplos radiais (2-6) e racemiformes (93-6); espessura da parede 3-6-10 µm; diâmetro dos vasos 49-94-116 µm, elementos vasculares muito curtos a curtos, 192-286-437 µm de comprimento; apêndices ausentes ou presentes em uma ou ambas extremidades, com 12-27-60 µm de comprimento; placas de perfuração simples; ausência de conteúdo nos vasos; pontuações intervasculares alternas, poligonais, muito pequenas, 2-3 µm; pontuações raio-vasculares com 2-3 µm; pontuações parênquimo-vasculares com 2-3 µm, semelhantes às intervasculares.

Parênquima axial: Representando 35% do volume total da madeira; predominantemente paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal marginal; seriado, em séries verticais com 181-~~352~~-521 μm (1-~~3~~-6 células) de altura; diâmetro das células do parênquima 1-~~3~~-7 μm ; não estratificado. Não foram observados cristais de oxalato de cálcio nas células do parênquima.

Raios: Representando 17% do volume total da madeira; raios numerosos, 6-~~2~~-10 raios/mm; raios heterogêneos, unisseriados e multisseriados; raios unisseriados formados por células quadradas e eretas ou procumbentes; baixos, com 90-~~137~~-192 μm (3-~~2~~-12 células) de altura e muito finos, com 14-~~12~~-21 μm de largura; raios multisseriados formados principalmente por células procumbentes ou com margens com uma fileira de células quadradas, às vezes com células envolventes; raios multisseriados medianos, com 173-~~352~~-623 μm (7-~~14~~-28 células) de altura; estreitos com 36-~~51~~-72 μm (2 a 3 células) de largura. Raios normais e às vezes fusionados.

Fibras: Representando 38% do volume da madeira; libriformes; curtas, com 934-~~1304~~-1720 μm de comprimento; estreitas, com diâmetro total de 13-~~21~~-34 μm ; espessura das paredes de 2-~~4~~-8 μm .

Canais intercelulares axiais: Representando 2% do volume total da madeira, no parênquima apotraqueal marginal,

com uma frequência de 1-2-4 CIA/mm linear.

0

TABELA 2 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera guianensis* Desf.

CARACTERISTICAS	VALOR MINIMO	VALOR MEDIO	VALOR MAXIMO	DESVIO PADRAO	No. MEDICOES
!1. % DE VASOS	! 4 !	! 8 !	! 12 !	!	!
!2. POROS/mm ²	! 4 !	! 8 !	! 16 !	! 2,74 !	! 30 !
!3. Ø VASOS (µm)	! 49 !	! 94 !	! 116 !	! 15,40 !	! 30 !
!4. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	! 3 !	! 6 !	! 10 !	! 1,76 !	! 30 !
!5. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	! 192 !	! 286 !	! 432 !	! 98,74 !	! 30 !
!6. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	! 12 !	! 27 !	! 60 !	! 20,05 !	! 30 !
!7. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	! 2 !	! 3 !	! 4 !	! 0,70 !	! 25 !
!8. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	! 2 !	! 2 !	! 3 !	! 0,32 !	! 25 !
!9. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	! 2 !	! 3 !	! 3 !	! 0,45 !	! 25 !
!	!	!	!	!	!
!10. % PARENQUIMA	! 28 !	! 35 !	! 40 !	!	!
!11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	! 181 !	! 352 !	! 521 !	! 95,88 !	! 30 !
!12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	! 1 !	! 3 !	! 6 !	! 1,41 !	! 30 !
!13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	! 1 !	! 3 !	! 7 !	! 1,58 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!14. % RAIOS	! 12 !	! 17 !	! 20 !	!	!
!15. RAIOS/mm	! 6 !	! 7 !	! 10 !	! 0,95 !	! 30 !
!16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	! 90 !	! 137 !	! 192 !	! 33,20 !	! 30 !
!17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	! 3 !	! 7 !	! 12 !	! 2,39 !	! 30 !
!18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	! 14 !	! 17 !	! 21 !	! 1,95 !	! 30 !
!19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	! 173 !	! 359 !	! 623 !	! 121,69 !	! 30 !
!20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	! 7 !	! 16 !	! 28 !	!	! 30 !
!21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	! 36 !	! 51 !	! 72 !	! 10,42 !	! 30 !
!22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	! 2 !	! 3 !	! 3 !	! 0,45 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!23. % FIBRAS	! 28 !	! 38 !	! 52 !	!	!
!24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	! 934 !	! 1.304 !	! 1.720 !	! 184,31 !	! 30 !
!25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	! 13 !	! 21 !	! 34 !	! 5,92 !	! 30 !
!26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	! 2 !	! 4 !	! 8 !	! 2,49 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	! 1 !	! 2 !	! 8 !	!	!
!28. CIA/mm	! 1 !	! 2 !	! 4 !	! 1,4 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!29. % POROS SOLITARIOS	! 17 !	! 43 !	! 80 !	!	!

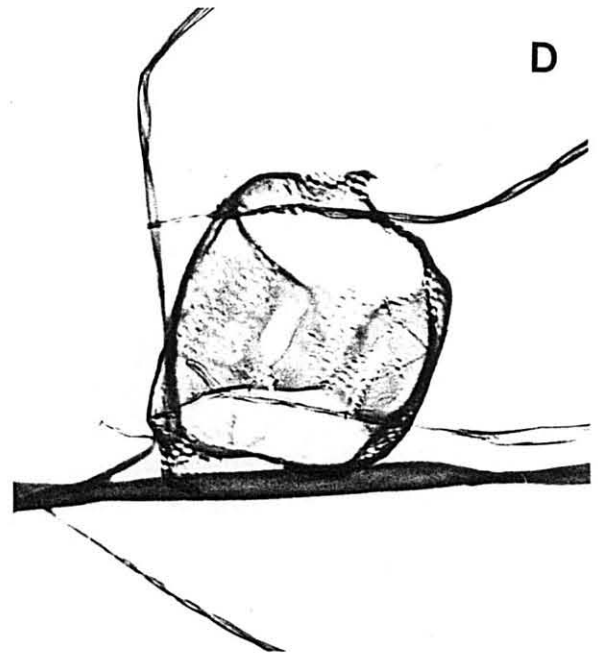
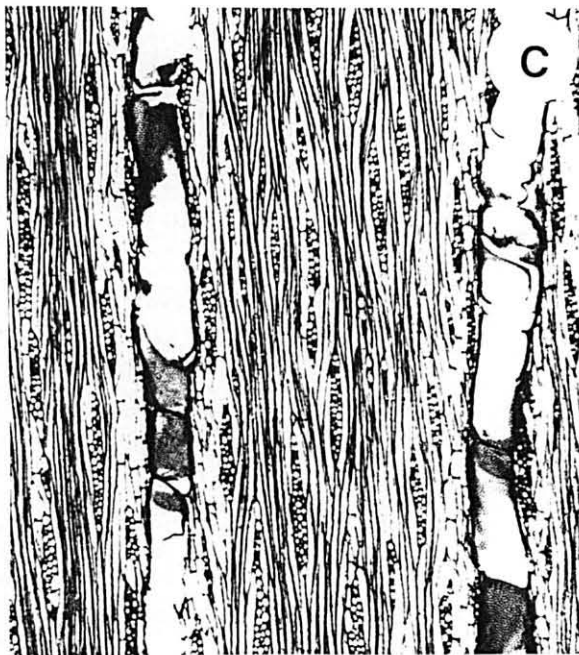
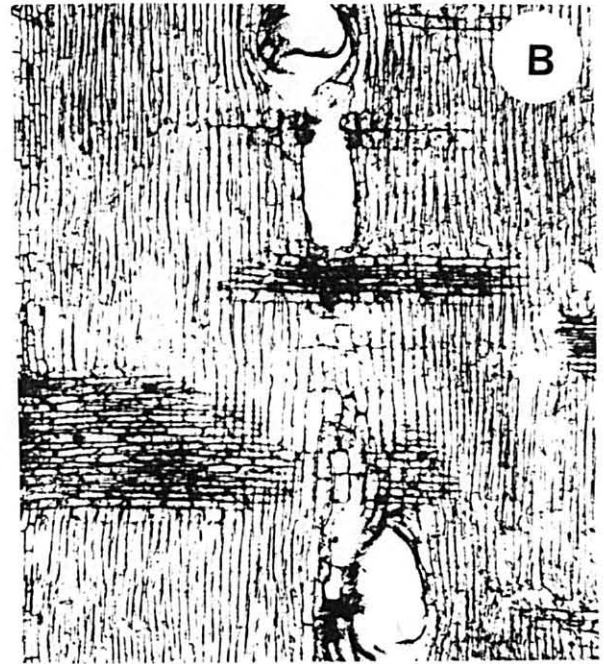
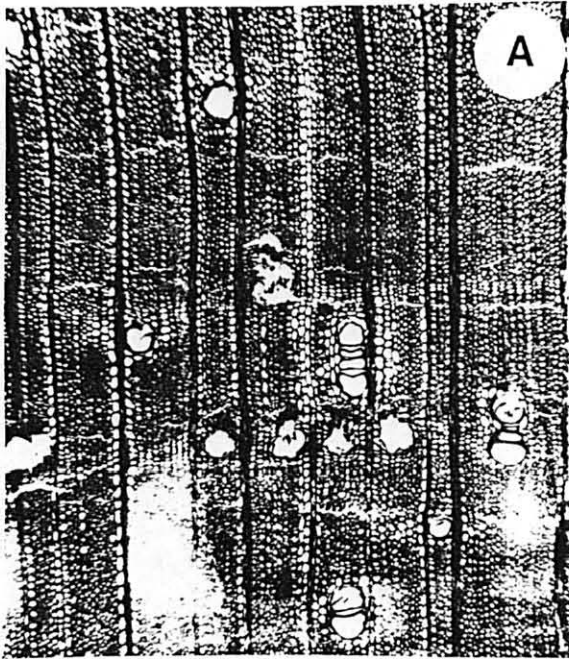
Figura 4 Copaifera guianensis Desf.

A. Corte transversal, 30X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Elemento de vaso, macerado, 200X



4.3 Copaifera langsdorffii Desf.

Nomes comuns: Bálsamo, copaiba da várzea (no Amazonas), copahybeira, cupaúba, cupiúva, óleo de copahyba, óleo vermelho, pau de óleo (Minas Gerais); copaiba, copaiba verdadeira; podoi (Piauí e no Ceará); cabimo (Venezuela).
 Distribuição geográfica: Estende-se desde a Guiana até o estado do Paraná; Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Município sul do estado de São Paulo, Bahia até Santa Catarina, e na selva do Território de Misiones (SANTOS, 1987; MAINIERI & CHIMELO, 1989).

Amostras estudadas: UFPr 1356; UFPr 575; UFPr 576; UFPr 589.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento : Distintos pela presença de parênquima apotraqueal marginal, com muitos canais intercalulares axiais.

Vasos: Representando 9% do volume total da madeira; porosidade difusa; numerosos, 3-14-37 poros/mm²; vasos solitários, múltiplos, em agrupamentos radiais e racemiformes em grupos de 2-5 poros, sendo a frequência maior de 3 poros por grupo; diâmetro tangencial de vasos, 32-99-235 µm; seção transversal circular a ovalada; espessura da parede 2-4-19 µm; elementos

vasculares curtos, (135-262-461 μm de comprimento); apêndices às vezes ausentes e, quando presentes, em uma ou ambas extremidades, (10-32-85 μm); placas de perfuração simples; vasos raramente com conteúdo; pontuações intervasculares alternas, ornamentadas, de forma poligonal, com diâmetro tangencial de 3-6-9 μm ; pontuações raio-vasculares com 4-6-8 μm e parênquimo-vasculares com 4-6-9 μm , alternas, semelhantes às intervasculares.

Parênquima axial: Representando 25% do volume total da madeira; predominantemente apotraqueal marginal e paratraqueal vasicêntrico; em séries verticais, não estratificadas, com 100-340-639 μm (1-4-8 células) de altura e 3-14-28 μm de diâmetro. Presença freqüente de cristais de oxalato de cálcio em câmaras em séries verticais.

Raios: Representando 29% do volume da madeira; raios numerosos, 4-8-13 raios/mm linear; raios heterogêneos; raios unisseriados formados por células procumbentes; muito finos, com 11-19-32 μm de largura; baixos, com 79-164-363 μm (1-4-15 células de altura); raios multisseriados finos; formados por células procumbentes e margens com células quadradas ou com células procumbentes e eretas; raios na maioria normais, com poucos agregados e fusionados; com cristais ocasionais nas células do raio e células envolventes; com 20-41-70 μm (2-3-4 células) de largura; com 166-474-934 μm

(6-23-42 células) de altura.

Fibras: Representando 33% do volume da madeira; libriformes, curtas, com 605-1056-2315 μm de comprimento; estreitas, com diâmetro total de 13-21-36 μm ; delgadas, com 2-4-5 μm de espessura na parede.

Canais intercelulares axiais: Representando 4% do volume da madeira; localizando-se no parênquima apotraqueal marginal, com uma frequência de 1-3-11 CIA/mm linear.

TABELA 3 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera langsdorffii* Desf.

CARACTERISTICAS	VALOR	VALOR	VALOR	DESVIO	No.
	MINIMO	MEDIO	MAXIMO	PADRAO	MEDICOES
11. % DE VASOS	4	9	20		
12. POROS/mm ²	3	14	37	3,78	30
13. Ø VASOS (µm)	32	99	235	29,76	30
14. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	2	6	19	2,18	30
15. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	135	262	461	60,44	30
16. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	10	32	85	20,21	30
17. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	3	6	9	0,91	25
18. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	4	6	8	0,65	25
19. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	4	6	9	0,92	25
10. % PARENQUIMA	4	25	52		
11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	100	340	639	90,00	30
12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	1	4	8	1,37	30
13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	3	16	28	4,54	30
14. % RAIOS	12	29	48		
15. RAIOS/mm	4	8	13	1,17	30
16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	79	164	363	43,96	30
17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	1	6	15	2,70	30
18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	11	19	32	4,37	30
19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	166	474	934	164,25	30
20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	6	23	42	5,86	30
21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	20	41	70	7,74	30
22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	2	3	4		30
23. % FIBRAS	8	33	68		
24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	605	1.056	2.315	723,62	30
25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	13	21	36	4,43	30
26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	2	4	5	1,25	30
27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	1	4	12		
28. CIA/mm	1	3	11	2,71	30
29. % POROS SOLITARIOS	27	56	72		

Figura 5 *Copaifera langsdorffii* Desf.

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Corte tangencial, 125X

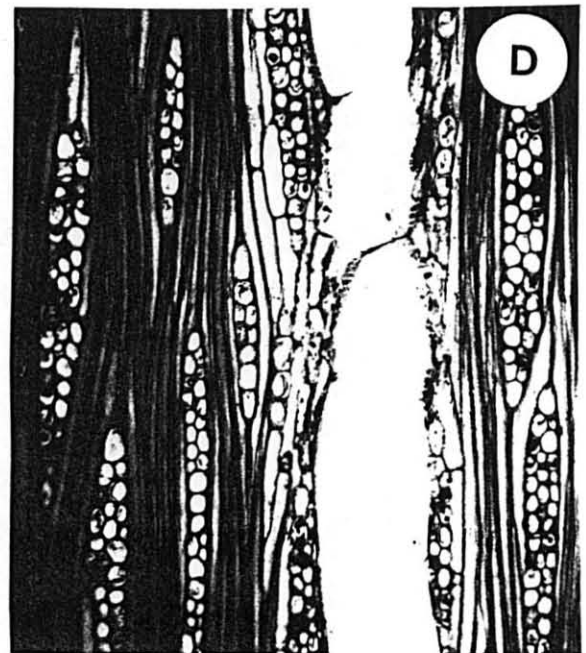
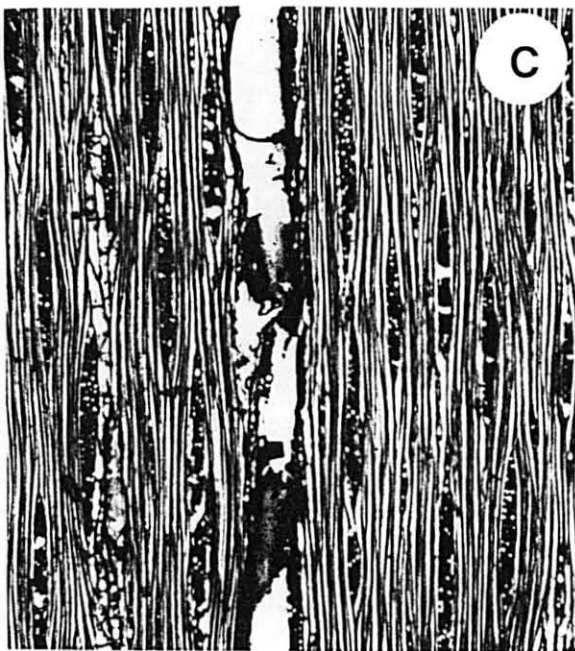
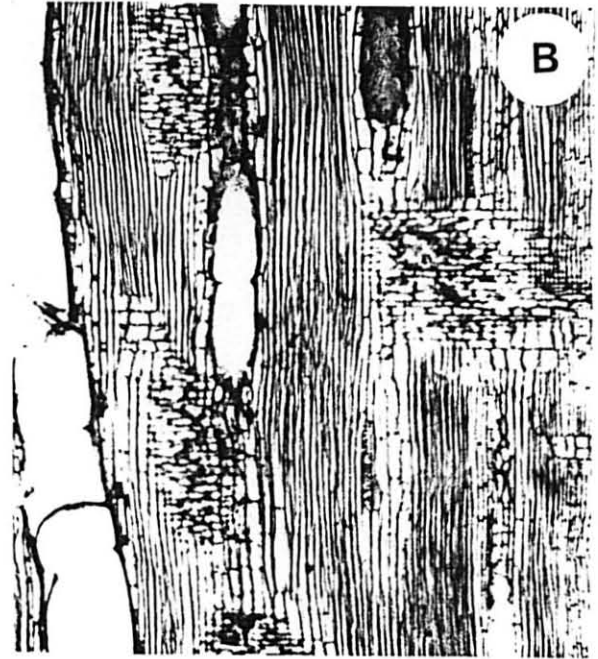
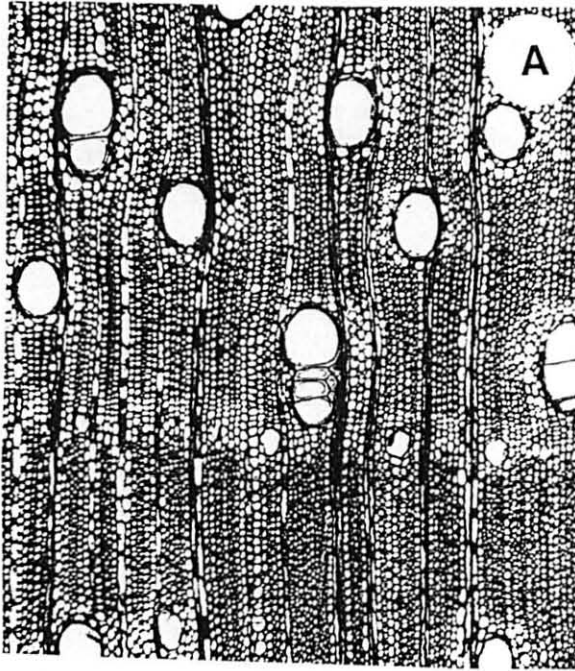
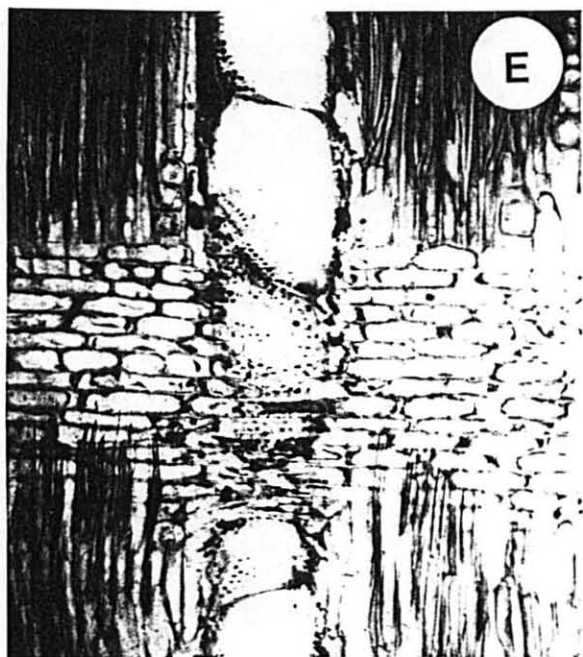


Figura 6 Copaifera langsdorffii Desf.

E. Corte radial, 125X

F. Macerado, elemento vascular, 125X

G. Macerado, elemento vascular, 125X



F



I
G



4.4 Copaifera martii Hayne

Nomes comuns: Copaíba-rana; jutahy-poroca; óleo vermelho; Bálamo; Copaíba-jutai.

Distribuição geográfica: Estende-se desde o Amazonas até o Piauí, Mato Grosso, Minas Gerais e Guiana (SANTOS, 1987; RECORD & HESS, 1972).

Amostras estudadas: UFPR 1220.

DESCRICÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos, evidenciados por uma faixa de parênquima axial marginal, com canais intercelulares axiais freqüentes.

Vasos: Representam 13% do volume total da madeira; porosidade difusa; 5-2-12 poros/mm²; vasos solitários e em múltiplos radiais (2-3-4) e racemiformes (até 5 poros); diâmetro tangencial dos vasos, com 28-104-203 µm, espessura da parede 4-2-17 µm; seção dos vasos oval; elementos vasculares curtos (227-371-487 µm); apêndices, quando presentes, em uma ou ambas extremidades, com 14-42-121 µm de comprimento; placas de perfuração simples; pontuações intervasculares alternas, ornamentadas, arredondadas a poligonais, pequenas, com diâmetro tangencial de 5-6-9 µm, com coalescência de aberturas; pontuações raio-

vasculares muito pequenas, com diâmetro tangencial de 2-3 μm e parênquimo-vasculares com 4-5-6 μm .

Parênquima axial: Representando 26% do volume da madeira; predominantemente apotraqueal marginal em faixas e paratraqueal vasicêntrico; seriado; séries do parênquima com 232-402-582 μm (2-3-6 células) de altura e 6-13-18 μm de largura; não estratificado; com cristais de oxalato de cálcio em câmaras, perto dos raios e vasos, em séries verticais.

Raios: Representando 16% do volume da madeira; pouco numerosos até numerosos, 6-7-10 raios/mm; não estratificados; heterogêneos; unisseriados e multisseriados; raios unisseriados formados por células procumbentes; muito finos, com 10-14-25 μm de largura; com 107-154-231 μm (3-6-10 células) de altura; raios multisseriados, formados na maior parte por células procumbentes, mas com margens com poucas células quadradas ou eretas, também com algumas células envoltentes; finos com 25-32-51 μm (2-3 células) de largura, a maioria bisseriados; com 161-342-757 μm (11-23-41 células) de altura. Raios normais, não estratificados.

Fibras: Representando 43% do volume da madeira; libriformes, curtas, com 851-1305-1682 μm de comprimento; estreitas, com diâmetro de 8-20-33 μm e espessura da parede de 2 a 4 μm .

Canais intercelulares axiais: Representando 2% do volume da madeira; localizados no parênquima marginal, com frequência de 1-2-5 CIA/mm linear.

TABELA 4 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera martii* Hayne

CARACTERISTICAS	VALOR MINIMO	VALOR MEDIO	VALOR MAXIMO	DESVIO PADRAD	No. MEDICOES
11. % DE VASOS	12	13	24		
12. POROS/mm ²	5	8	12	1,82	30
13. Ø VASOS (µm)	28	104	203	37,33	30
14. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	4	8	17	3,15	30
15. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	227	371	487	71,63	30
16. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	14	49	121	28,30	30
17. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	5	6	9	1,095	25
18. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	2	2	3	0,45	25
19. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	4	5	6	0,55	25
10. % PARENQUIMA	20	26	40		
11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	232	402	582	90,28	30
12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	2	3	6	1,048	30
13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	6	13	18	3,24	30
14. % RAIOS	8	16	24		
15. RAIOS/mm	6	7	10	1,70	30
16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	107	154	231	41,64	30
17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	3	6	10	2,05	30
18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	10	16	25	3,73	30
19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	161	347	757	161,09	30
20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	11	23	41	7,33	30
21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	25	37	51	8,33	30
22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	2	2	3	0,45	30
23. % FIBRAS	36	43	56		
24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	851	1.305	1.682	201,99	30
25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	8	20	33	4,5	30
26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	2	4	4	3,94	30
27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	1	2	8		
28. CIA/mm	1	2	5	1,36	30
29. % POROS SOLITARIOS	25	46	73		

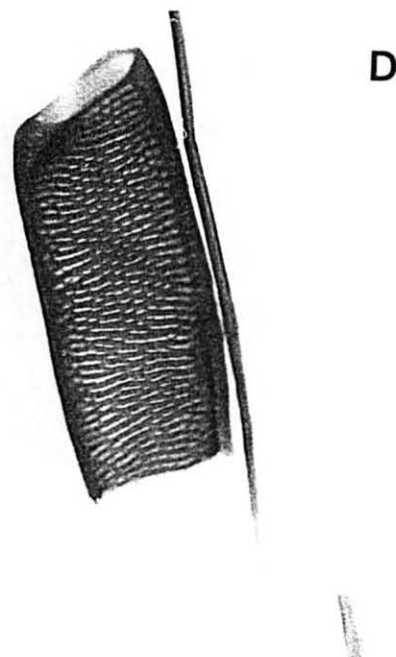
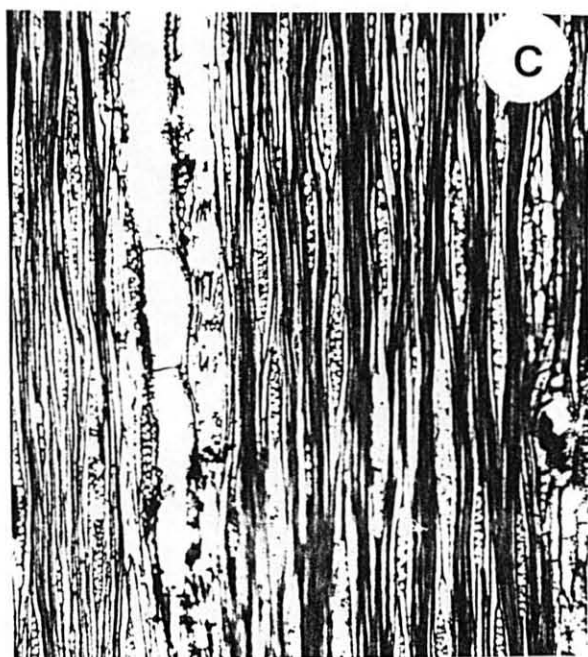
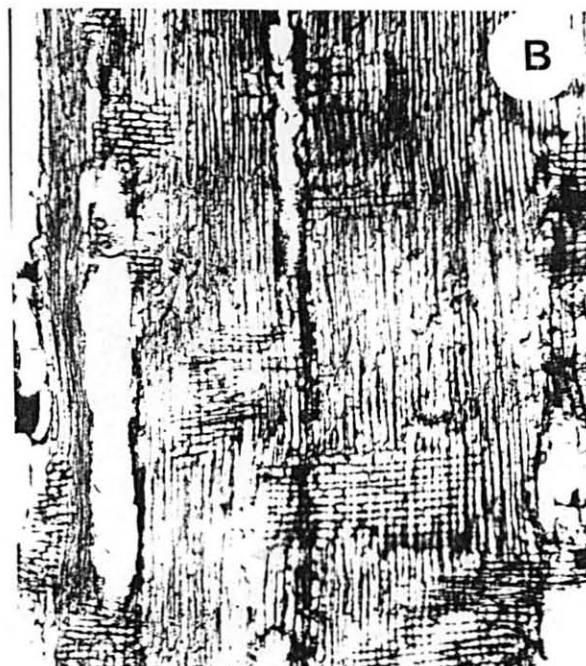
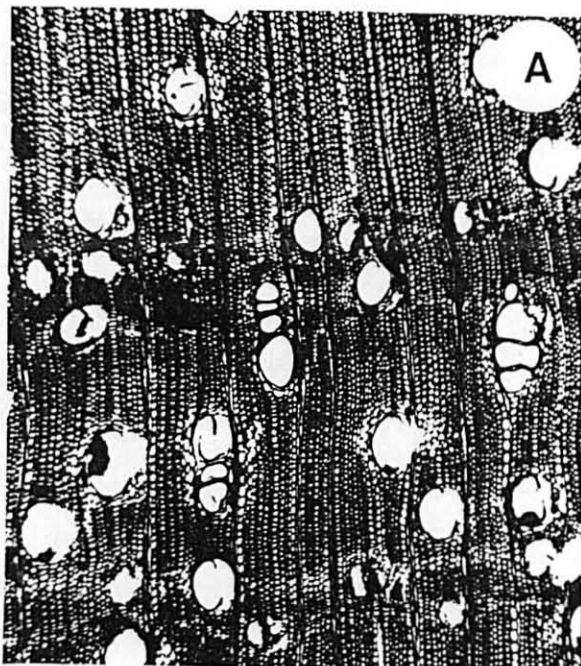
Figura 7 Copaifera martii Hayne

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Elemento de vaso, macerado, 200X



4.5 Copaifera multiijuga Hayne

Nomes comuns: Copaíba parda; Copaiabeira; Copaíba angelim (Rio Madeira e Maués); Copaíba Marimary (Borba, Rio Madeira); Copaíba roxa (Estado do Amazonas).

Distribuição geográfica: Estado do Amazonas: Manaus, no município de Parintins no município de Maués, nos rios Negro, Madeira, Solimões e rio Tefé, afluente do Solimões. Localiza-se também no estado do Pará (na parte ocidental); médio Tapajós, de Vila Braga até Quataquara, e em Santa Júlia no limite do estado. Em Porto Velho e no estado de Rondônia, frequente na mata de terra firme de solo argiloso, muito difícil em solo arenoso (RECORD & HESS, 1972; LOUREIRO et alii, 1968, LOUREIRO et alii, 1979).

Amostras estudadas: UFPr 1310; UFPr 1314; UFPr 1223; UFPr 1359.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parênquima axial apotraqueal marginal, com canais intercelulares axiais.

Vasos: Representam 8% do volume da madeira; porosidade.

difusa; 2-2-15 poros/mm²; vasos solitários, com seção circular, e em múltiplos radiais (até 8 vasos) e racemiformes (até 10 vasos pequenos e grandes); diâmetro tangencial dos vasos 81-137-201 μ m; parede dos vasos delgadas (2-2-13 μ m); elementos vasculares curtos (137-344-544 μ m); com apêndices ausentes ou presentes em uma ou ambas extremidades (13-65-179 μ m); placas de perfuração simples, ligeiramente inclinadas até horizontal; pontuações intervasculares alternas, pequenas (2-6-9 μ m), arredondadas a poligonais, ornamentadas; com coalescência de aberturas; pontuações raio-vasculares com 2-4-8 μ m e parênquimo-vasculares com 1-4-8 μ m de diâmetro tangencial.

Parênquima axial: Representando 21% do volume total da madeira; não estratificado; predominantemente marginal em faixas estreitas; também com parênquima paratraqueal vasicêntrico; parênquima seriado, séries com 167-433-850 μ m (2-3-6 células) de altura e com 5-12-33 μ m de largura. Observa-se um aumento do número de células nas séries mais próximas dos vasos. Com muitos canais intercelulares axiais dispostos nas faixas de parênquima marginal. Em nenhuma amostra foram observados cristais.

Raios: Representando 14% do volume da madeira; heterogêneos; numerosos, com 5-8-12 raios/mm; raios formados por

células procumbentes na maior parte e margens com células quadradas e eretas; poucos raios unisseriados formados só por células quadradas ou só por células procumbentes. Raios unisseriados muito finos (12-21-31 μm); baixos, com 41-146-339 μm (1-6-12 células) de altura; raios multisseriados finos, com 20-34-61 μm (2-3 células) de largura; com 100-411-789 μm (10-22-37 células) de altura. O relacionamento entre os raios é normal; às vezes com células envolventes.

Fibras: Representando 55% do volume total da madeira; libriformes; muito curtas, com 434-1079-1796 μm de comprimento, com 6-12-29 μm de diâmetro; espessura da parede 3-4-5 μm ; com numerosas pontuações minúsculas, simples a inconspicuamente areoladas, com abertura em fenda vertical.

Canais intercelulares axiais: Representando 2% do volume da madeira, dispostos no parênquima marginal; com frequência de 1-3-8 CIA/mm linear.

TABELA 5 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera multijuga* Hayne

CARACTERISTICAS	VALOR MINIMO	VALOR MEDIO	VALOR MAXIMO	DESVIG PADRAO	No. MEDICOES
1. % DE VASOS	4	8	16		
2. POROS/mm ²	2	7	15	2,44	30
3. Ø VASOS (µm)	81	137	201	85,85	30
4. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	2	7	13	2,03	30
5. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	137	344	544	239,45	30
6. COMPRIMENTO APÊNDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	13	65	179	34,75	30
7. DIÂMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	2	6	9	0,77	25
8. DIÂMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	2	4	8	0,962	25
9. DIÂMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	1	4	8	1,21	25
10. % PARENQUIMA	12	21	40		
11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	167	433	850	84,75	30
12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	2	3	6	0,667	30
13. DIÂMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	5	12	33	4,82	30
14. % RAIOS	4	14	40		
15. RAIOS/mm	5	8	12	1,24	30
16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	41	146	339	60,65	30
17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	1	6	12	2,7	30
18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	12	21	31	3,96	30
19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	100	411	789	154,606	30
20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	10	22	37	7,287	30
21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	20	34	61	6,599	30
22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	2	2	3	0,316	30
23. % FIBRAS	40	55	76		
24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	434	1.079	1.796	196,04	30
25. DIÂMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	6	17	29	9,39	30
26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	3	4	5	0,82	30
27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	1	2	8		
28. CIA/mm	1	3	8	1,34	30
29. % POROS SOLITARIOS	44	57	70		

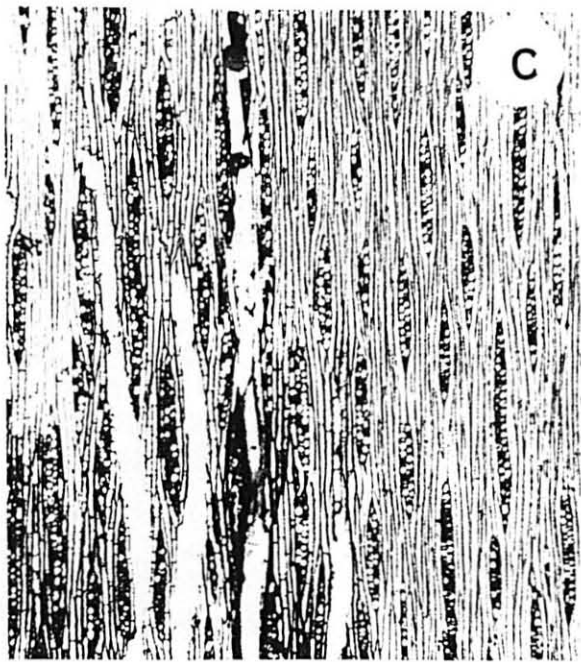
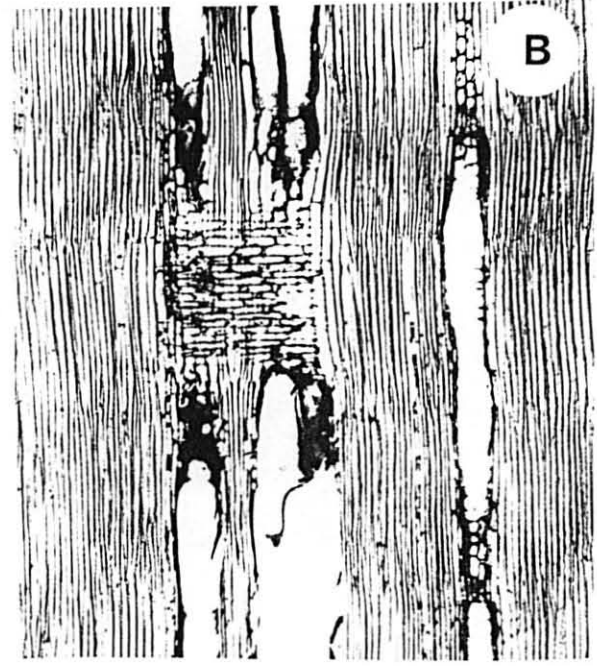
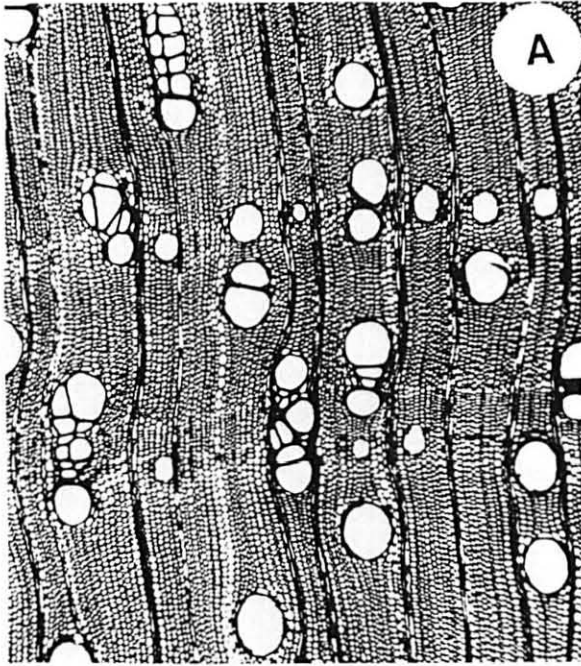
Figura 8 *Copaifera multiuga* Hayne

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Corte tangencial, 50X



4.6 Copaifera officinalis L.

Nomes comuns: Copaúva, Jatobá mirim (Piauí);
Copaúba; Copiuba; Oleo branco; Pau de óleo; "Palo de
aceite, Palo de aceitillo" (Venezuela); "Copayer"
(França); "Palo de bálsamo" (hispano-americanos).

Distribuição geográfica: Encontra-se facilmente
desde o Amazonas até o Piauí, ao norte da América do
Sul e na região do Caribe (RECORD & HESS, 1972).

Amostras estudadas: UFPr 1222; UFPr 1642; UFPr 1221.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parênquima
apotraqueal marginal com canais intercelulares axiais.

Vasos: Representando 5% do volume total da madeira; porosidade
difusa; frequência de 2-6-11 poros/mm² de vasos;
solitários e em múltiplos radiais (2 até 4 poros)
e racemiformes; com diâmetro tangencial de 100-183-300
µm; forma da secção circular; espessura da parede dos
vasos 5-10-21 µm; elementos vasculares curtos, de
190-359-565 µm; apêndices, quando presentes, em uma ou
em ambas extremidades com 10-50-100 µm; placas de
perfuração simples; conteúdos ocasionais em vasos
solitários; pontuações intervasculares alternas,
poligonais; com aberturas coalescentes; diâmetro

tangencial de 4-2-10 μ m; pontuações raio-vasculares e parênquimo-vasculares com 3-5-8 μ m de diâmetro.

Parênquima axial: Representando 26% do volume da madeira; predominantemente apotraqueal marginal em faixas contínuas e paratraqueal vasicêntrico; seriado, não estratificado; altura das séries do parênquima, 200-460-1000 μ m (1-4-9 células); diâmetro das células do parênquima, 15-19-40 μ m; frequência marcante de monocristais de oxalato de cálcio em câmaras nas séries de parênquima, frequentemente ao lado dos raios.

Raios: Representando 15% do volume da madeira; com frequência de 5-2-10 raios/mm; raios heterogêneos, formados por células procumbentes, quadradas e eretas; unisseriados e multisseriados; raios unisseriados muito finos, 9-20-30 μ m de largura; baixos, com 60-167-262 μ m (2-6-12 células) de altura; raios multisseriados finos, com 24-47-73 μ m (2-3-4 células) de largura, com 149-429-750 μ m (12-24-38 células) de altura. O relacionamento entre os raios é normal, com células envolventes ocasionais.

Fibras: Representando 53% do volume da madeira; 600-1022-1843 μ m e diâmetro de 8-26-44 μ m; espessura das paredes, 3-4-5 μ m.

Canais intercelulares axiais: Representam 1% do volume da

madeira, localizados no parênquima apotraqueal marginal, apresentando uma frequência de 1-2-4 CIA/mm linear.

0

TABELA 6 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera officinalis* L.

! CARACTERISTICAS	! VALOR	! VALOR	! VALOR	! DESVIO	! No.
!	! MINIMO	! MEDIO	! MAXIMO	! PADRAO	! MEDICOES
!1. % DE VASOS	! 4	! 5	! 16	!	!
!2. POROS/mm ²	! 2	! 6	! 11	! 2,05	! 30
!3. Ø VASOS (µm)	! 100	! 183	! 300	! 40,52	! 30
!4. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	! 5	! 10	! 21	! 2,67	! 30
!5. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	! 190	! 359	! 565	! 76,80	! 30
!6. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	! 10	! 50	! 100	! 21,93	! 30
!7. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	! 4	! 7	! 10	! 1,21	! 25
!8. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	! 3	! 6	! 8	! 1	! 25
!9. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	! 3	! 5	! 8	! 1,17	! 25
!	!	!	!	!	!
!10. % PARENQUIMA	! 8	! 26	! 40	!	!
!11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	! 200	! 460	! 1.000	! 154,49	! 30
!12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	! 1	! 4	! 9	! 1,33	! 30
!13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	! 15	! 19	! 40	! 4,19	! 30
!	!	!	!	!	!
!14. % RAID	! 4	! 15	! 32	!	!
!15. RAID/mm	! 5	! 7	! 10	! 1,18	! 30
!16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	! 60	! 167	! 262	! 49,73	! 30
!17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	! 2	! 6	! 12	! 2,08	! 30
!18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	! 9	! 20	! 30	! 3,69	! 30
!19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	! 149	! 429	! 750	! 96,86	! 30
!20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	! 12	! 24	! 38	! 6,16	! 30
!21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	! 24	! 47	! 73	! 8,36	! 30
!22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	! 2	! 3	! 4	! 0,44	! 30
!	!	!	!	!	!
!23. % FIBRAS	! 36	! 53	! 64	!	!
!24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	! 600	! 1.028	! 1.843	! 164,82	! 30
!25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	! 8	! 26	! 44	! 5,40	! 30
!26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	! 3	! 4	! 5	! 0,96	! 30
!	!	!	!	!	!
!27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	! 1	! 1	! 4	!	!
!28. CIA/mm	! 1	! 2	! 4	! 0,95	! 30
!	!	!	!	!	!
!29. % POROS SOLITARIOS	! 37	! 57	! 77	!	!

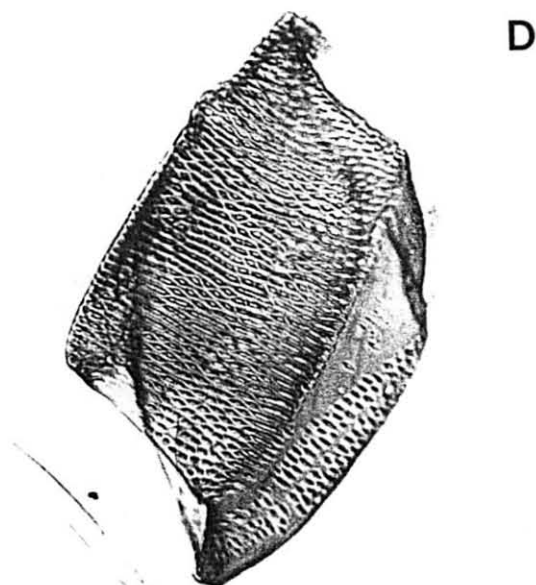
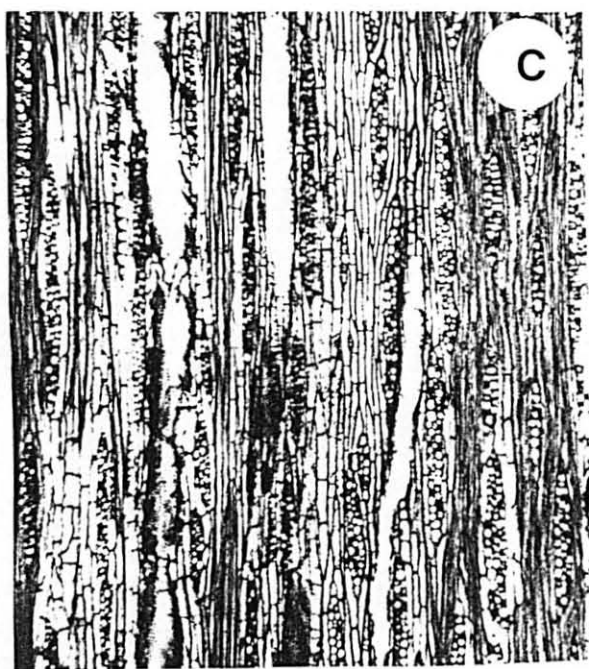
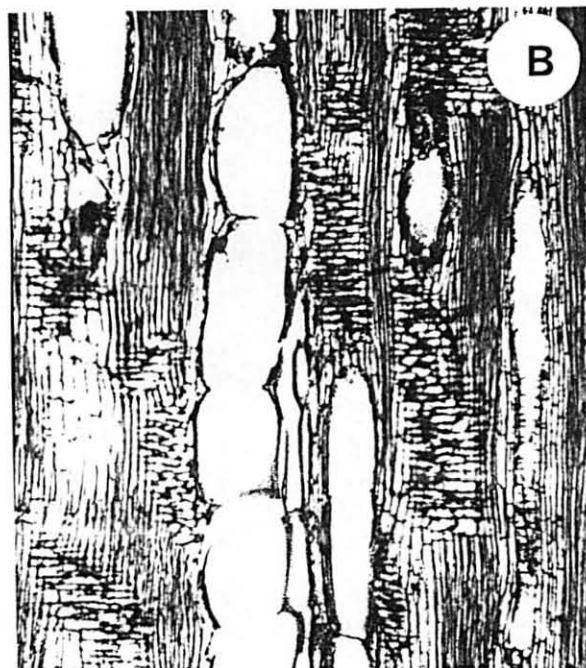
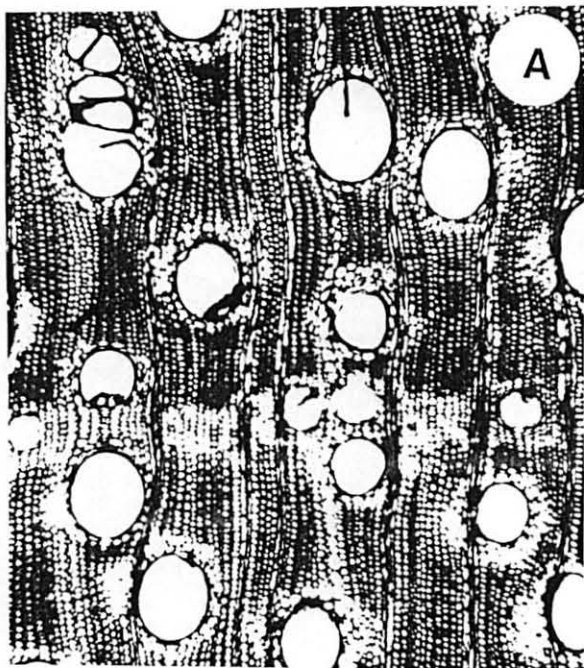
Figura 9 Copaifera officinalis L.

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Macerado, elemento de vaso, 200X.



4.7 Copaifera reticulata Ducke.

Nomes comuns: Copaíba marimary (Obidos); Copaíba, Oleo copaíba, Copaíba preta, Copaíba vermelha.

Distribuição geográfica: Encontra-se no Pará: em Belém, Igarapé-Assú e Gurupá, no Tocantins e no norte da Cachoeira Itaboca, Xingú, Tapajós, Trombetas e na região do pequeno Rio Branco ao nordeste de Obidos; no Amazonas: em Manaus e no Peru amazônico (RECORD & HESS, 1972; DUCKE, 1949).

Amostras estudadas: UFPr 1313; UFPr 1360; UFPr 1639.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parênquima apotraqueal marginal com canais intercelulares axiais.

Vasos: Representando 12% do volume da madeira; porosidade difusa; pouco numerosos, de 2-4-14 poros/mm²; vasos solitários, de secção circular, e múltiplos radiais (2 a 6 poros) e racemiformes; com diâmetro tangencial de 80-154-227 µm; elementos vasculares curtos, 130-323-624 µm; apêndices, quando presentes, em uma ou em ambas extremidades, com 19-62-170 µm; placas de perfuração simples; espessura da parede dos vasos 3-9-15 µm; pontuações intervasculares de forma poligonal, com aberturas coalescentes, de

diâmetro pequeno, 3-5-8 μm ; diâmetro das pontuações raio-vasculares 3-5-8 μm e das pontuações parênquima-vasculares 3-5-9 μm .

Parênquima axial: Representando 30% do volume total da madeira apotraqueal marginal e paratraqueal vasicêntrico; séries de parênquima com 170-409-830 μm e 1-3-8 células de altura; diâmetro das células do parênquima 13-27-54 μm ; com grande quantidade de monocristais romboédricos de oxalato de cálcio, em câmaras em séries verticais.

Raios: Representando 14% do volume total da madeira; pouco numerosos até numerosos, com 5-7-9 raios/mm; heterogêneos; raios unisseriados formados por células procumbentes; muito finos 8-20-33 μm de largura; baixos, com 50-133-313 μm (2-6-13 células) de altura; raios multisseriados formados por células procumbentes e margens com células quadradas e raios com células procumbentes, quadradas e eretas; células envolventes comuns; raios estreitos, com 30-52-85 μm (2-3-4 células) de largura; com 139-452-1199 μm (12-24-38 células) de altura; raios normais, fusionados, às vezes agregados; com ocasionais cristais de oxalato de cálcio presentes nas células dos raios.

Fibras: Representam 42% do volume da madeira; libriformes, curtas a longas, com 780-1328-2008 μm de

comprimento, com diâmetro total de 15-24-38 μm ; paredes muito delgadas 3-4-5 μm de espessura.

Canais intercelulares axiais: Representando 2% do volume da madeira; localizados nas faixas do parênquima apotraqueal marginal, com frequência de 1-3-5 CIA/mm linear.

0

TABELA 7 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera reticulata* Ducke

! CARACTERISTICAS	! VALOR !	! VALOR !	! VALOR !	! DESVIO !	! No. !
!	! MINIMO !	! MEDIO !	! MAXIMO !	! PADRAO !	! MEDICOES !
!1. % DE VASOS	! 4 !	! 12 !	! 32 !	!	!
!2. POROS/mm ²	! 2 !	! 6 !	! 14 !	! 2,19 !	! 30 !
!3. Ø VASOS (µm)	! 80 !	! 154 !	! 227 !	! 25,77 !	! 30 !
!4. ESPESSURA PAREDE VASO (µm)	! 3 !	! 8 !	! 15 !	! 2,06 !	! 30 !
!5. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm)	! 130 !	! 373 !	! 624 !	! 103,97 !	! 30 !
!6. COMPRIMENTO APÊNDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm)	! 19 !	! 67 !	! 170 !	! 26,57 !	! 30 !
!7. DIÂMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm)	! 3 !	! 5 !	! 8 !	! 0,93 !	! 25 !
!8. DIÂMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm)	! 3 !	! 5 !	! 8 !	! 0,89 !	! 25 !
!9. DIÂMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm)	! 3 !	! 6 !	! 9 !	! 0,91 !	! 25 !
!	!	!	!	!	!
!10. % PARENQUIMA	! 8 !	! 30 !	! 44 !	!	!
!11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm)	! 170 !	! 409 !	! 830 !	! 133,52 !	! 30 !
!12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS)	! 1 !	! 3 !	! 8 !	! 1,22 !	! 30 !
!13. DIÂMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA	! 13 !	! 27 !	! 54 !	! 7,54 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!14. % RAIOS	! 4 !	! 14 !	! 36 !	!	!
!15. RAIOS/mm	! 5 !	! 7 !	! 9 !	! 1,15 !	! 30 !
!16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	! 50 !	! 133 !	! 313 !	! 52,35 !	! 30 !
!17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS)	! 2 !	! 6 !	! 13 !	! 2,9 !	! 30 !
!18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm)	! 8 !	! 20 !	! 33 !	! 3,78 !	! 30 !
!19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	! 139 !	! 452 !	! 1.199 !	! 177,36 !	! 30 !
!20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	! 12 !	! 24 !	! 38 !	! 5,62 !	! 30 !
!21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm)	! 30 !	! 52 !	! 85 !	! 10,82 !	! 30 !
!22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS)	! 2 !	! 3 !	! 5 !	! 0,52 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!23. % FIBRAS	! 8 !	! 42 !	! 72 !	!	!
!24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm)	! 780 !	! 1.328 !	! 2.008 !	! 174,26 !	! 30 !
!25. DIÂMETRO TOTAL FIBRAS (µm)	! 15 !	! 24 !	! 38 !	! 4,94 !	! 30 !
!26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm)	! 3 !	! 4 !	! 5 !	! 0,96 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS	! 1 !	! 2 !	! 8 !	!	!
!28. CIA/mm	! 1 !	! 3 !	! 5 !	! 1,06 !	! 30 !
!	!	!	!	!	!
!29. % POROS SOLITARIOS	! 26 !	! 47 !	! 67 !	!	!

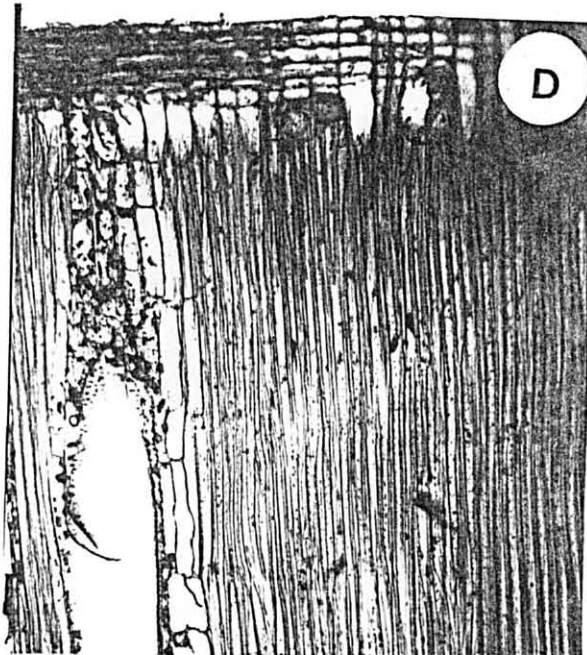
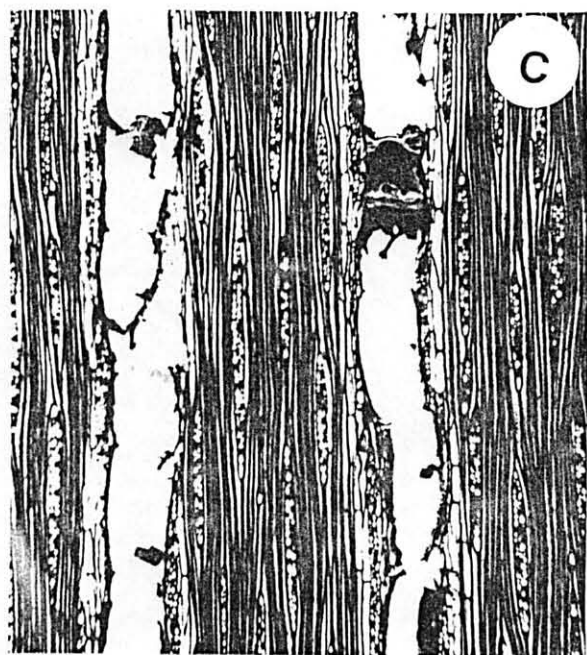
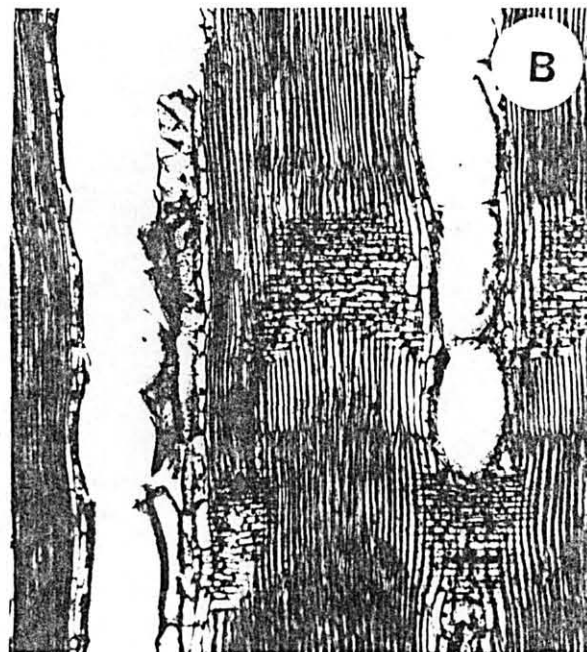
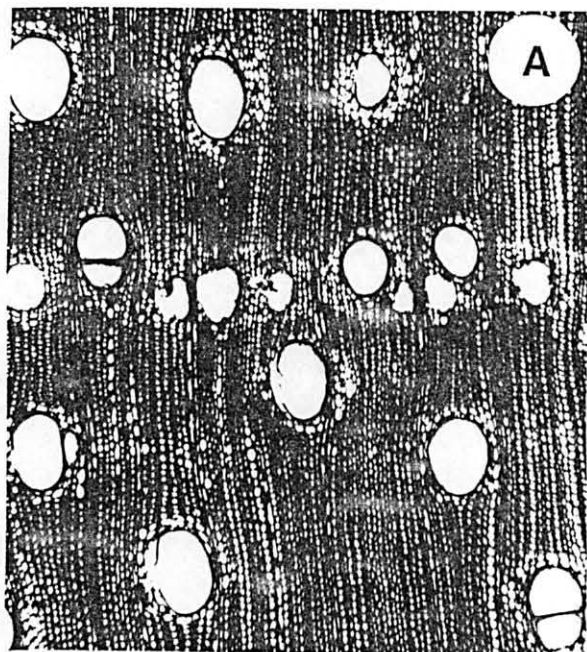
Figura 10 *Copaifera reticulata* Ducke.

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Corte radial, 125X



4.8 Copaifera rigida Benth.

Nomes comuns: Oleo-de-copaíba, Páu-de-óleo.

Distribuição geográfica: Maranhão-Timon, Buiriti
Cortado, Piauí e Goiás (MARTIUS, 1874).

Amostras estudadas: UFPr 1361.

DESCRIÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parênquima apotraqueal marginal com canais intercelulares axiais.

Vasos: Representam 8% do volume da madeira; porosidade difusa; pouco numerosos 3-4-10 poros/mm²; vasos solitários e múltiplos, em agrupamentos radiais (2-7) e racemiformes (4 até 18 vasos); diâmetro tangencial 25-105-159 µm; espessura da parede dos vasos 5-8-13 µm; de secção circular; elementos vasculares muito curtos 152-262-381 µm; apêndices ausentes ou presentes em uma ou ambas extremidades (28-57-86 µm); placas de perfuração simples; presença de conteúdo nos vasos; pontuações intervasculares alternas, ornamentadas, arredondadas ou poligonais, com aberturas frequentemente coalescentes, com 3-5-6 µm; pontuações raio-vasculares em fileiras horizontais, alternas, pequenas, com diâmetro tangencial de 3-5-6 µm;

pontuações parênquimo-vasculares com 3-4-6 μm .

Parênquima axial: Representa 14% do volume da madeira; apotraqueal marginal e difuso, além de paratraqueal vasicêntrico, aliforme até parcialmente confluyente; seriado, não estratificado; séries do parênquima com 209-376-600 μm (2-5-8 células) de altura; com diâmetro de 12-18-30 μm ; perto dos raios localizam-se séries de parênquima com cristais romboédricos de oxalato de cálcio em câmaras, em séries verticais.

Raios: Representam 49% do volume da madeira; heterogêneos; 5-2-8 raios/mm; unisseriados e multisseriados, formados por células procumbentes e margens de uma fileira de células quadradas e ou eretas; células envoltentes presentes; raios unisseriados muito finos 9-12-32 μm de largura; baixos, com 40-112-236 μm (2-4-9 células) de altura; raios multisseriados finos 38-52-80 μm (4-5-6 células) de largura; com 178-545-684 μm (6-22-33 células) de altura; raios rodeados por parênquima e poucas fibras.

Fibras: Representando 24% do volume da madeira; libriformes; curtas, com 900-1117-1333 μm de comprimento; com diâmetro de 14-12-25 μm ; espessura da parede 2-4 μm .

Canais intercelulares axiais: Representando 5% do volume da madeira, no parênquima apotraqueal marginal, caracterizando-se por apresentar um canal de diâmetro

grande entre 2 raios consecutivos. Ocasionalmente com canais intercelulares localizados no meio do anel de crescimento, no parênquima apotraqueal em faixas mais ou menos interrompidas; apresentando uma frequência de 2-3-5 CIA/mm linear.

0

TABELA 8. DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera rigida* Benth

! CARACTERISTICAS !	! VALOR !	! VALOR !	! VALOR !	! DESVIO !	! No. !
! !	! MINIMO !	! MEDIO !	! MAXIMO !	! PADRAO !	! MEDICOES !
!1. % DE VASOS !	! 4 !	! 8 !	! 12 !	! !	! !
!2. POROS/mm ² !	! 3 !	! 6 !	! 10 !	! 2,12 !	! 30 !
!3. Ø VASOS (µm) !	! 25 !	! 105 !	! 159 !	! 55,05 !	! 30 !
!4. ESPESSURA PAREDE VASO (µm) !	! 5 !	! 8 !	! 13 !	! 2,72 !	! 30 !
!5. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm) !	! 152 !	! 262 !	! 381 !	! 65,57 !	! 30 !
!6. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm) !	! 28 !	! 57 !	! 86 !	! 17,78 !	! 30 !
!7. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm) !	! 3 !	! 5 !	! 6 !	! 0,77 !	! 25 !
!8. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm) !	! 3 !	! 5 !	! 6 !	! 0,89 !	! 25 !
!9. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm) !	! 3 !	! 4 !	! 6 !	! 0,84 !	! 25 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
!10. % PARENQUIMA !	! 8 !	! 14 !	! 20 !	! !	! !
!11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm) !	! 209 !	! 376 !	! 600 !	! 102,79 !	! 30 !
!12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS) !	! 2 !	! 5 !	! 8 !	! 1,41 !	! 30 !
!13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA !	! 12 !	! 18 !	! 30 !	! 5,73 !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
!14. % RAIOS !	! 36 !	! 49 !	! 60 !	! !	! !
!15. RAIOS/mm !	! 5 !	! 7 !	! 8 !	! 1,00 !	! 30 !
!16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm) !	! 40 !	! 112 !	! 236 !	! 46,23 !	! 30 !
!17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS) !	! 2 !	! 4 !	! 9 !	! 2,37 !	! 30 !
!18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm) !	! 9 !	! 19 !	! 32 !	! 5,37 !	! 30 !
!19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm) !	! 178 !	! 545 !	! 684 !	! 232,69 !	! 30 !
!20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS) !	! 6 !	! 22 !	! 33 !	! 8,41 !	! 30 !
!21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm) !	! 38 !	! 58 !	! 80 !	! 11,13 !	! 30 !
!22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS) !	! 4 !	! 5 !	! 6 !	! !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
!23. % FIBRAS !	! 12 !	! 24 !	! 36 !	! !	! !
!24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm) !	! 900 !	! 1.117 !	! 1.333 !	! 176,77 !	! 30 !
!25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm) !	! 14 !	! 19 !	! 25 !	! 3,16 !	! 30 !
!26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm) !	! 2 !	! 4 !	! 4 !	! 0,94 !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
!27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS !	! 4 !	! 5 !	! 12 !	! !	! !
!28. CIA/mm ² !	! 2 !	! 3 !	! 5 !	! 1,25 !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
!29. % POROS SOLITARIOS !	! 13 !	! 35 !	! 75 !	! !	! !

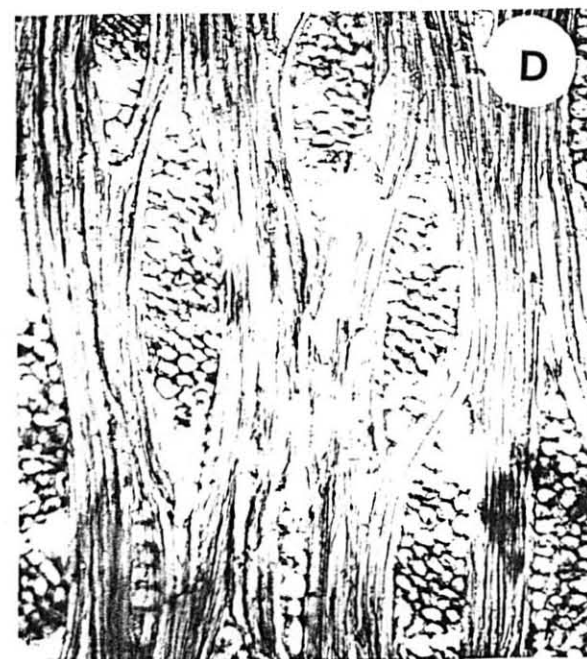
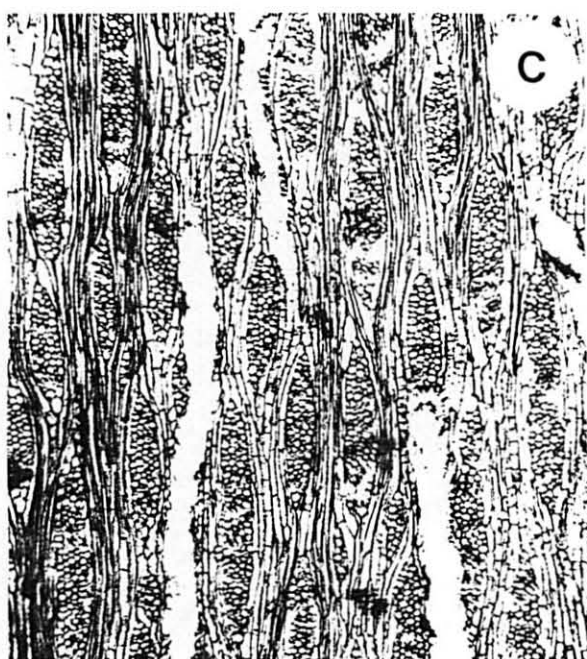
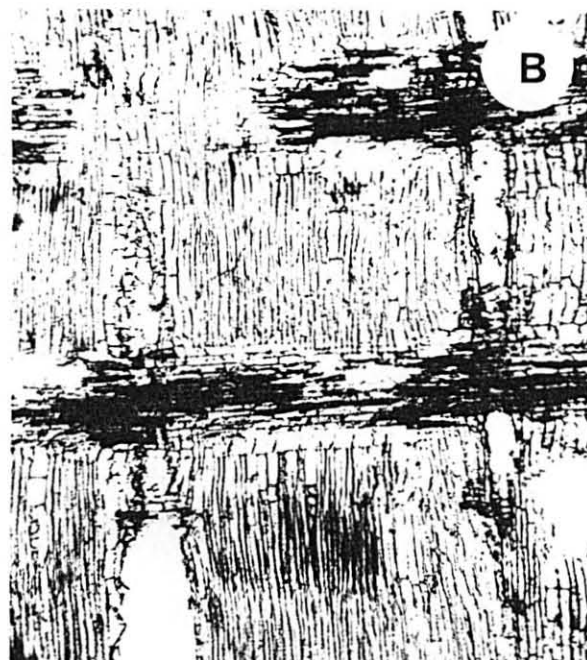
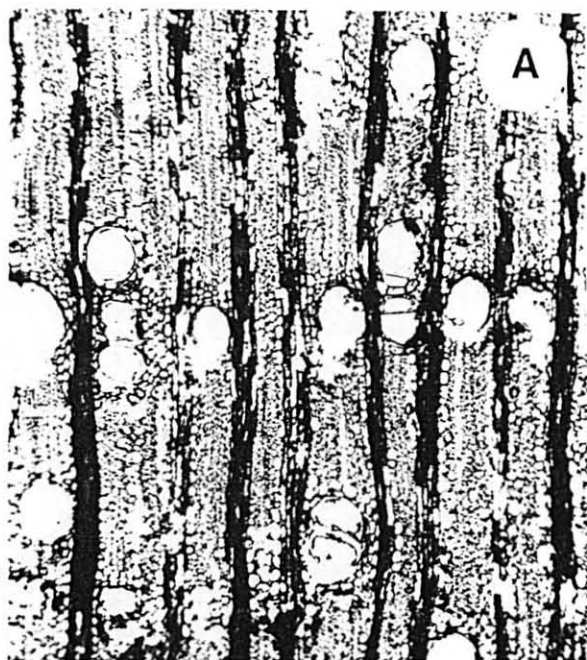
Figura 11 Copaifera rigida Benth.

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Corte tangencial, 125X



4.9 Copaifera trapezifolia Hayne

Nomes comuns: Copaíba, Oleo rajado, Oleo amarelo, Páu-óleo, Oleo preto, Copadiba, Oleo Branco (Brasil).

Distribuição geográfica: Desde o Sul do estado da Bahia até o de Santa Catarina, ao longo da mata pluvial da costa atlântica, penetrando no Alto Vale do Itajaí, Porta de Torres até o nordeste do Rio Grande do Sul (REITZ et alii, 1979).

Amostras estudadas: UFPr 1357; UFPr 573

DESCRIPÇÃO DA MADEIRA

Anéis de crescimento: Distintos pela presença de parênquima apotraqueal marginal, com canais intercelulares axiais.

Vasos: Representando 11% do volume total da madeira; porosidade difusa; numerosos 7-13-23 poros/mm²; vasos solitários, em múltiplos radiais (2-3-7) e racemiformes (2-5-9); diâmetro tangencial 45-103-146 μ m; espessura da parede dos vasos 4-6-12 μ m; elementos vasculares curtos, com 159-364-476 μ m de comprimento; apêndices, quando presentes, em uma ou ambas extremidades, com 17-46-120 μ m; placas de perfuração simples; presença de tilos muito escassa; pontuações intervasculares alternas, de forma poligonal; aberturas coalescentes pequenas; diâmetro tangencial de 5-7-12 μ m; pontuações raio-vasculares, com 3-6-9 μ m e

parênquimo-vasculares, com 4-~~6~~-7 μm .

Parênquima axial: Representando 29% do volume da madeira; paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal marginal em faixas; seriado, não estratificado; altura da série 142-~~408~~-586 μm (3-~~6~~-9 células); diâmetro das células do parênquima 5-~~14~~-22 μm ; com cristais de oxalato de cálcio em câmaras em séries verticais.

Raios: Representam 13% do volume da madeira; numerosos 7-~~9~~-11 raios/mm; heterogêneos, unisseriados e multisseriados, com algumas células envolventes; raios normais, fusionados, às vezes agregados; raios formados por células procumbentes, quadradas e eretas; raios unisseriados muito finos 13-~~21~~-33 μm de largura; baixos, com 11-~~167~~-299 μm (3-~~6~~-9 células) de altura; raios multisseriados finos, com 25-~~36~~-50 μm (2-3 células) de largura e 170-~~356~~-666 μm (7-~~21~~-35 células) de altura.

Fibras: Representam 44% do volume total da madeira; libriformes; com 606-~~1113~~-1997 μm de comprimento; estreitas, diâmetro tangencial de 11-~~18~~-26 μm , paredes delgadas 3-~~4~~-5 μm .

Canais intercelulares axiais: Representam 3% o volume de madeira; localizados no parênquima apotraqueal marginal, apresentando uma frequência de 1-~~3~~-8 CIA/mm linear.

TABELA 9 DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DE *Copaifera trapezifolia* Hayne

! CARACTERISTICAS !	! VALOR !	! VALOR !	! VALOR !	! DESVIO !	! No. !
! !	! MINIMO !	! MEDIO !	! MAXIMO !	! PADRAO !	! MEDICOES !
! 11. % DE VASOS !	! 8 !	! 11 !	! 16 !	! !	! !
! 12. POROS/mm ² !	! 7 !	! 13 !	! 23 !	! 3,08 !	! 30 !
! 13. Ø VASOS (µm) !	! 45 !	! 103 !	! 146 !	! 41,38 !	! 30 !
! 14. ESPESSURA PAREDE VASO (µm) !	! 4 !	! 6 !	! 12 !	! 3,40 !	! 30 !
! 15. COMPRIMENTO ELEMENTOS VASCULARES (µm) !	! 159 !	! 364 !	! 476 !	! 71,77 !	! 30 !
! 16. COMPRIMENTO APENDICE ELEMENTOS VASCULARES (µm) !	! 17 !	! 46 !	! 120 !	! 43,37 !	! 30 !
! 17. DIAMETRO PONTUAÇÕES INTERVASCULARES (µm) !	! 5 !	! 7 !	! 12 !	! 1,38 !	! 25 !
! 18. DIAMETRO PONTUAÇÕES RAIOSVASCULARES (µm) !	! 3 !	! 6 !	! 9 !	! 1,18 !	! 25 !
! 19. DIAMETRO PONTUAÇÕES PARENQUIMOVASCULARES (µm) !	! 4 !	! 6 !	! 7 !	! 0,63 !	! 25 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
! 10. % PARENQUIMA !	! 4 !	! 29 !	! 52 !	! !	! !
! 11. ALTURA SERIE PARENQUIMA (µm) !	! 142 !	! 408 !	! 586 !	! 182,45 !	! 30 !
! 12. ALTURA SERIE PARENQUIMA (N. CELULAS) !	! 3 !	! 6 !	! 9 !	! 2,45 !	! 30 !
! 13. DIAMETRO DAS CELULAS DO PARENQUIMA !	! 5 !	! 14 !	! 22 !	! 6,94 !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
! 14. % RAIOS !	! 8 !	! 13 !	! 40 !	! !	! !
! 15. RAIOS/mm !	! 7 !	! 9 !	! 11 !	! 0,87 !	! 30 !
! 16. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (µm) !	! 11 !	! 167 !	! 299 !	! 65,82 !	! 30 !
! 17. ALTURA RAIOS UNISSERIADOS (N. CELULAS) !	! 3 !	! 6 !	! 9 !	! 1,79 !	! 30 !
! 18. LARGURA RAIOS UNISSERIADOS (µm) !	! 13 !	! 21 !	! 33 !	! 3,86 !	! 30 !
! 19. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm) !	! 170 !	! 356 !	! 666 !	! 101,49 !	! 30 !
! 20. ALTURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS) !	! 7 !	! 21 !	! 35 !	! 6,17 !	! 30 !
! 21. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (µm) !	! 25 !	! 36 !	! 50 !	! 6,13 !	! 30 !
! 22. LARGURA RAIOS MULTISSERIADOS (N. CELULAS) !	! 2 !	! 2 !	! 3 !	! 0,15 !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
! 23. % FIBRAS !	! 24 !	! 44 !	! 58 !	! !	! !
! 24. COMPRIMENTO DE FIBRAS (µm) !	! 606 !	! 1.113 !	! 1.997 !	! 220,17 !	! 30 !
! 25. DIAMETRO TOTAL FIBRAS (µm) !	! 11 !	! 18 !	! 26 !	! 3,65 !	! 30 !
! 26. ESPESSURA PAREDE DAS FIBRAS (µm) !	! 3 !	! 4 !	! 5 !	! 0,81 !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
! 27. % CANAIS INTERCELULARES AXIAIS !	! 1 !	! 3 !	! 8 !	! 2,94 !	! 8,67 !
! 28. CIA/mm !	! 1 !	! 3 !	! 8 !	! !	! 30 !
! !	! !	! !	! !	! !	! !
! 29. % POROS SOLITARIOS !	! 48 !	! 52 !	! 57 !	! !	! !

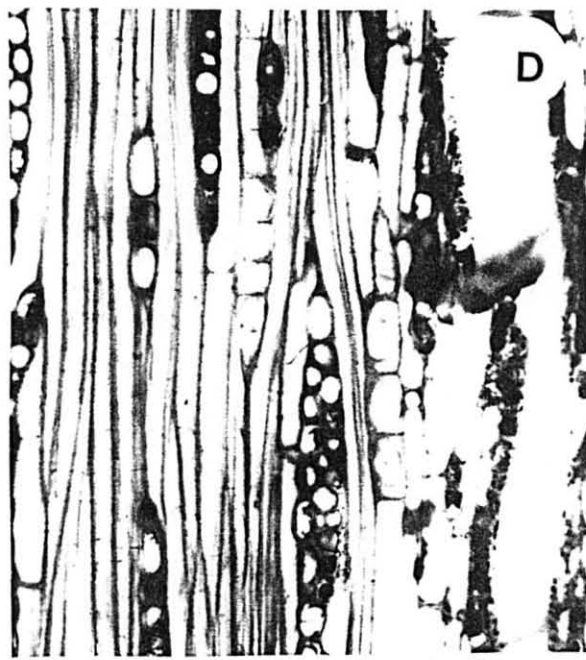
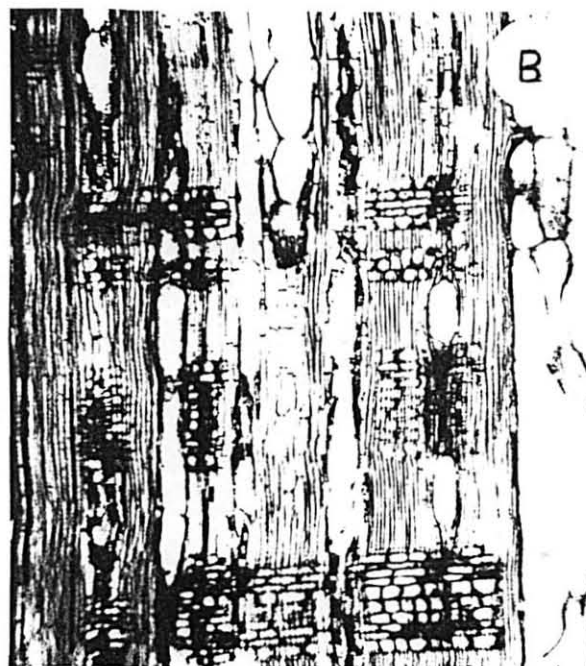
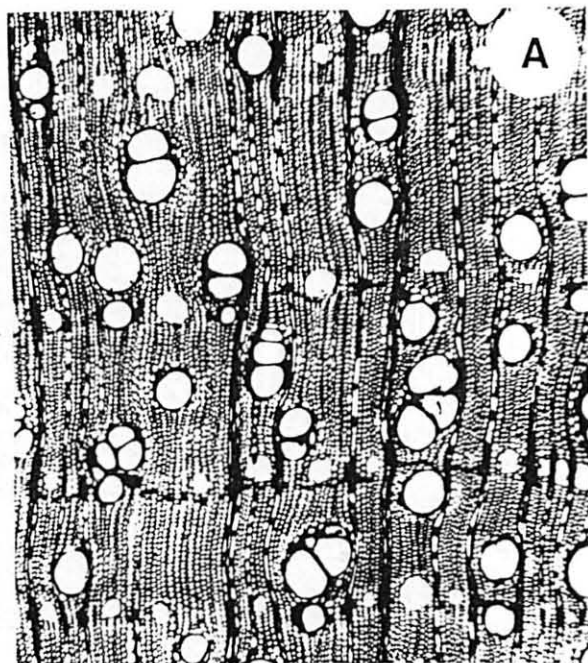
Figura 12 Copaifera trapezifolia Hayne

A. Corte transversal, 50X

B. Corte radial, 50X

C. Corte tangencial, 50X

D. Corte tangencial, 200X



5 DISCUSSÃO

5.1 ASPECTOS RELEVANTES

Os resultados dos estudos realizados demonstraram certas diferenças anatômicas, tanto qualitativas como quantitativas, que forneceram subsídios suficientes para a separação e identificação das espécies de *Copaifera* estudadas.

PORCENTAGEM DE TECIDOS

A verificação da porcentagem de tecidos oferece algumas informações para a caracterização das espécies (Tabela 10; Figuras 13,14,15).

Com respeito ao parênquima axial, a espécie que apresentou maior porcentagem desse tecido foi *Copaifera guianensis* Desf. (35%), seguida por *C. reticulata* Ducke (30%), sendo *C. rigida* Benth. a que apresentou a menor porcentagem (14%).

Quanto a porcentagem de raios, sobressai a espécie *C. rigida* Benth., com os mais altos valores (36-49-60 %), seguida por *C. langsdorffii* Desf. (12-29-48%); o restante das espécies apresentou em média 15%.

TABELA 10 - PORCENTAGEM DE TECIDOS DAS MADEIRAS
DAS ESPECIES DE *Copaifera* ESTUDADAS
MEDIA DOS VALORES

E S P E C I E S	F	U	C	R	P
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	44	15	3	19	19
<i>Copaifera guianensis</i> Desf.	38	8	2	17	35
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	33	9	4	29	25
<i>Copaifera martii</i> Hayne	43	13	2	16	26
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	55	8	2	14	21
<i>Copaifera officinalis</i> L.	53	5	1	15	26
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	42	12	2	14	30
<i>Copaifera rigida</i> Benth	24	8	5	49	14
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	44	11	3	13	29

SIGLAS:

F ; FIBRAS

U ; VASOS

C ; CANAIS INTERCELULARES AXIAIS

R ; RAIOS

P ; PARENQUIMA

FIGURA 13 - PORCENTAGEM DOS TECIDOS DA MADEIRA DE *Copaifera duckei*, *Copaifera guianensis* e *Copaifera langsdorffii* - MEDIA DOS VALORES

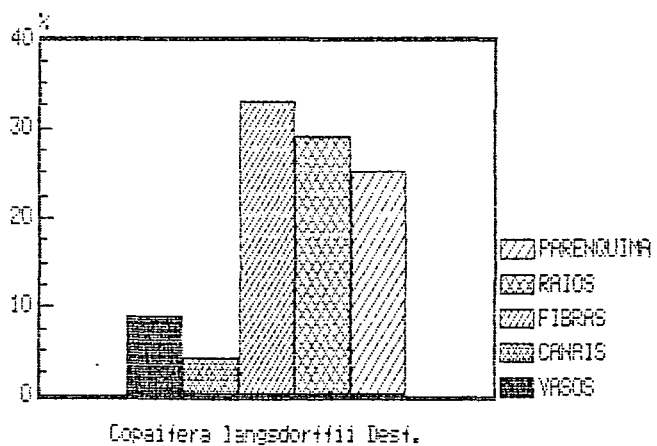
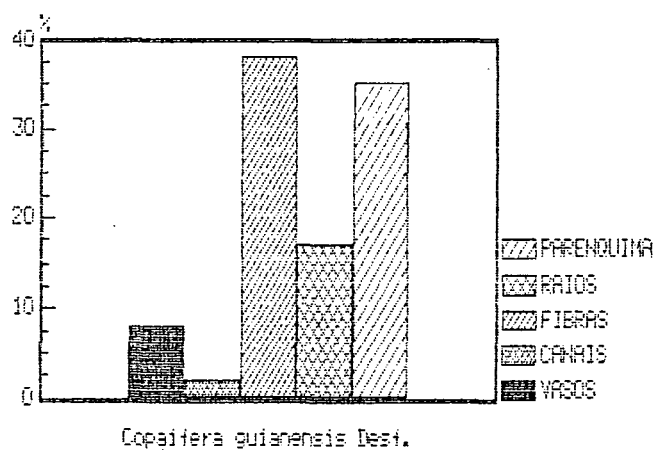
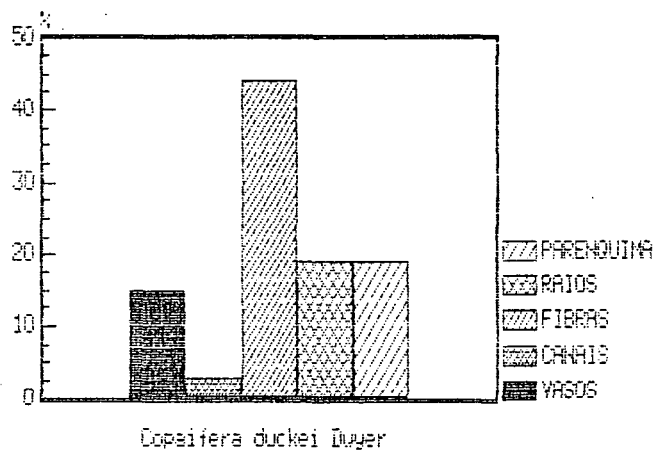


FIGURA 14 - PORCENTAGEM DOS TECIDOS DA MADEIRA DE *Copaifera martii*, *Copaifera multijuga* e *Copaifera officinalis* - MEDIA DOS VALORES

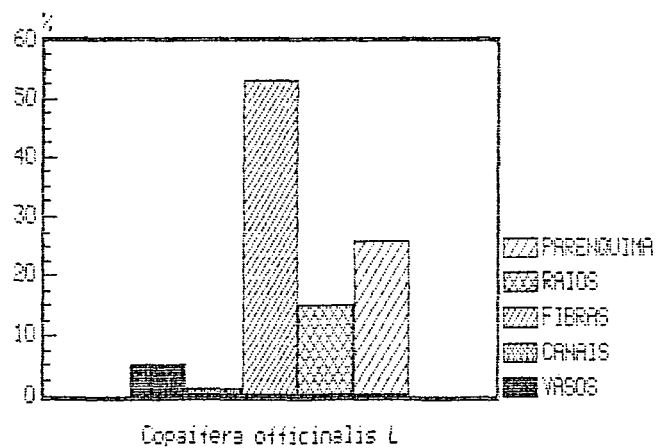
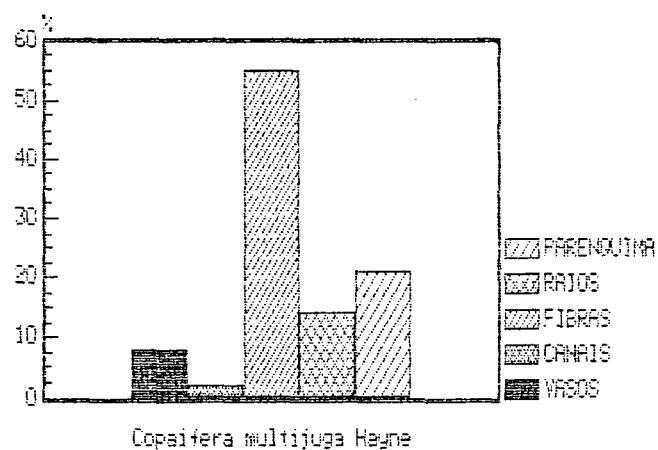
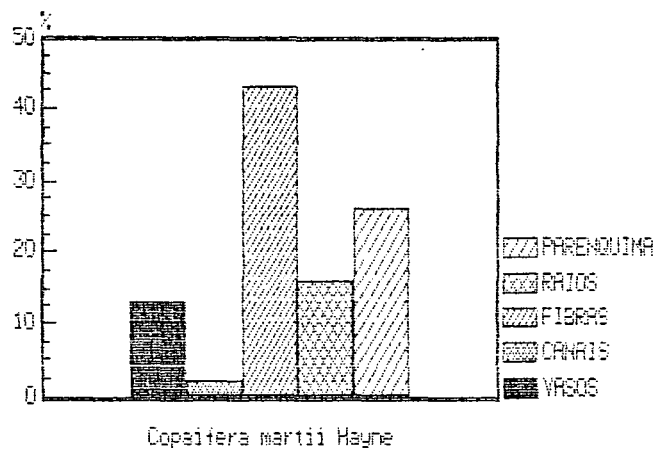
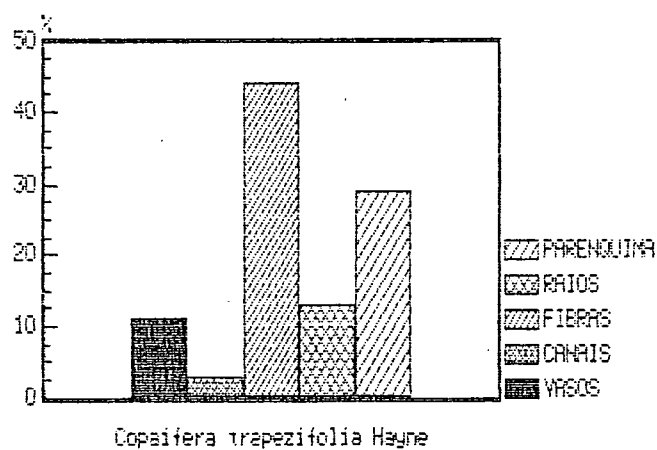
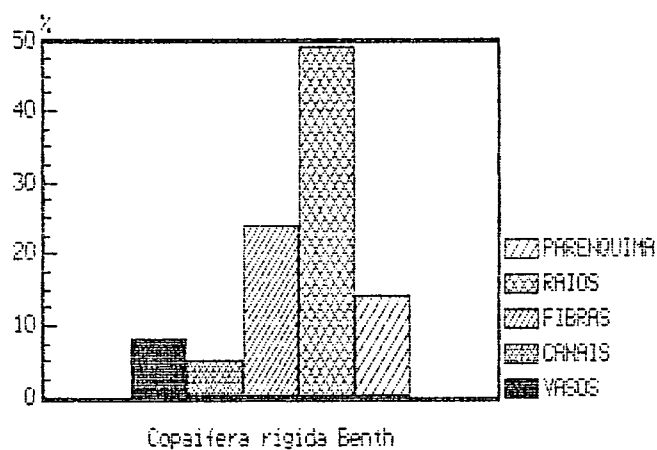
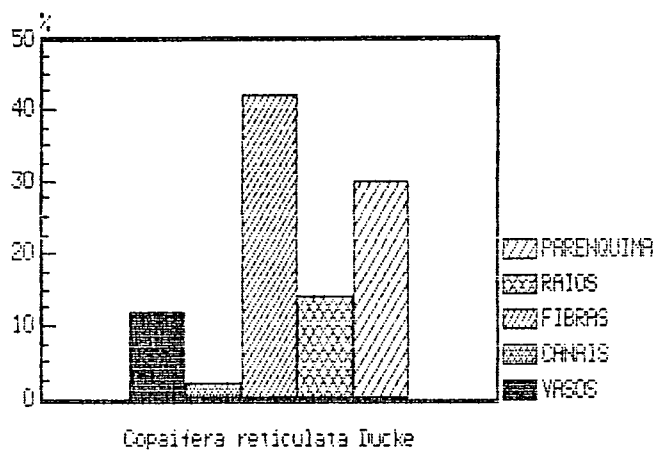


FIGURA 15 - PORCENTAGEM DOS TECIDOS DA MADEIRA DE *Copaifera reticulata*, *Copaifera rigida* e *Copaifera trapezifolia* - MEDIA DOS VALORES



A maior porcentagem de fibras foi observada em C. multiuga Hayne (55%), seguida por C. officinalis L. (53%); a média geral do gênero foi de 42%.

Em todas as espécies verificou-se uma alta porcentagem de poros solitários, em média 49% (Tabela 11; Figura 16). Apenas C. rigida Benth. mostrou uma porcentagem mais baixa (35%).

VASOS

FREQUÊNCIA DE POROS/MM²

A frequência de poros/mm² observada mostrou valores mais ou menos semelhantes em sete das nove espécies (Figura 17).

Apenas duas espécies sobressaem; em C. langsdorffii Desf. e C. trapezifolia Hayne a média de poros/mm² é mais ou menos equivalente aos valores máximos observados nas outras sete espécies. Copaifera langsdorffii Desf. mostrou a maior amplitude de valores (3-14-37 poros/mm²), com um máximo que ultrapassa o dobro das outras sete espécies.

A variabilidade deste parâmetro em C. langsdorffii talvez possa ser explicada pela sua extensa distribuição geográfica. A amostragem talvez não seja suficiente para se chegar a uma conclusão definitiva, mas, sem dúvida, mostra uma diferença significativa com relação às outras espécies.

A média da frequência de poros observada para o gênero, foi em sete das nove espécies de 7 poros/mm²,

TABELA 1.1 - PORCENTAGEM DE POROS SOLITARIOS
DAS ESPECIES ESTUDADAS

ESPECIES	% POROS SOLITARIOS
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	47
<i>Copaifera guianensis</i> Desf.	43
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	56
<i>Copaifera martii</i> Hayne	46
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	57
<i>Copaifera officinalis</i> L.	57
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	47
<i>Copaifera rigida</i> Benth	35
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	52

FIGURA 16 - PORCENTAGEM DE POROS SOLITARIOS DAS ESPECIES ESTUDADAS

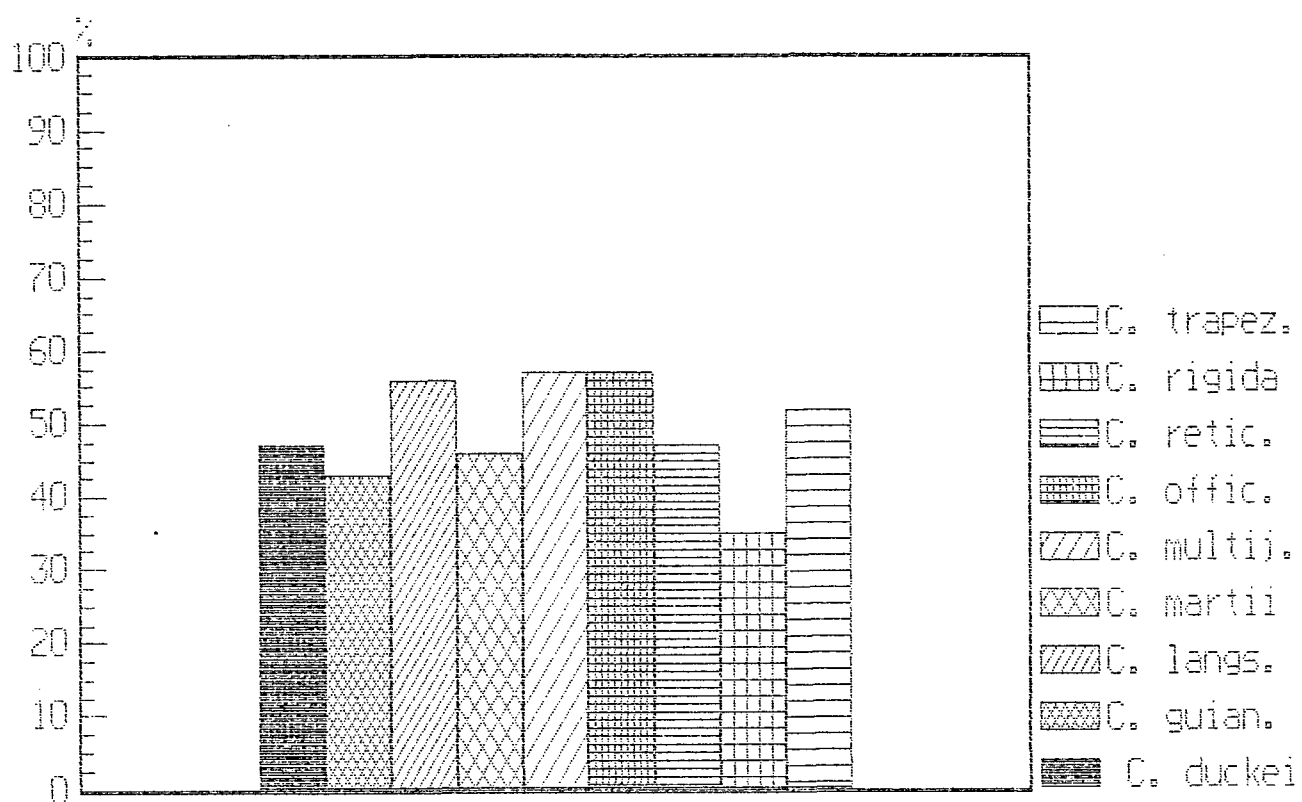
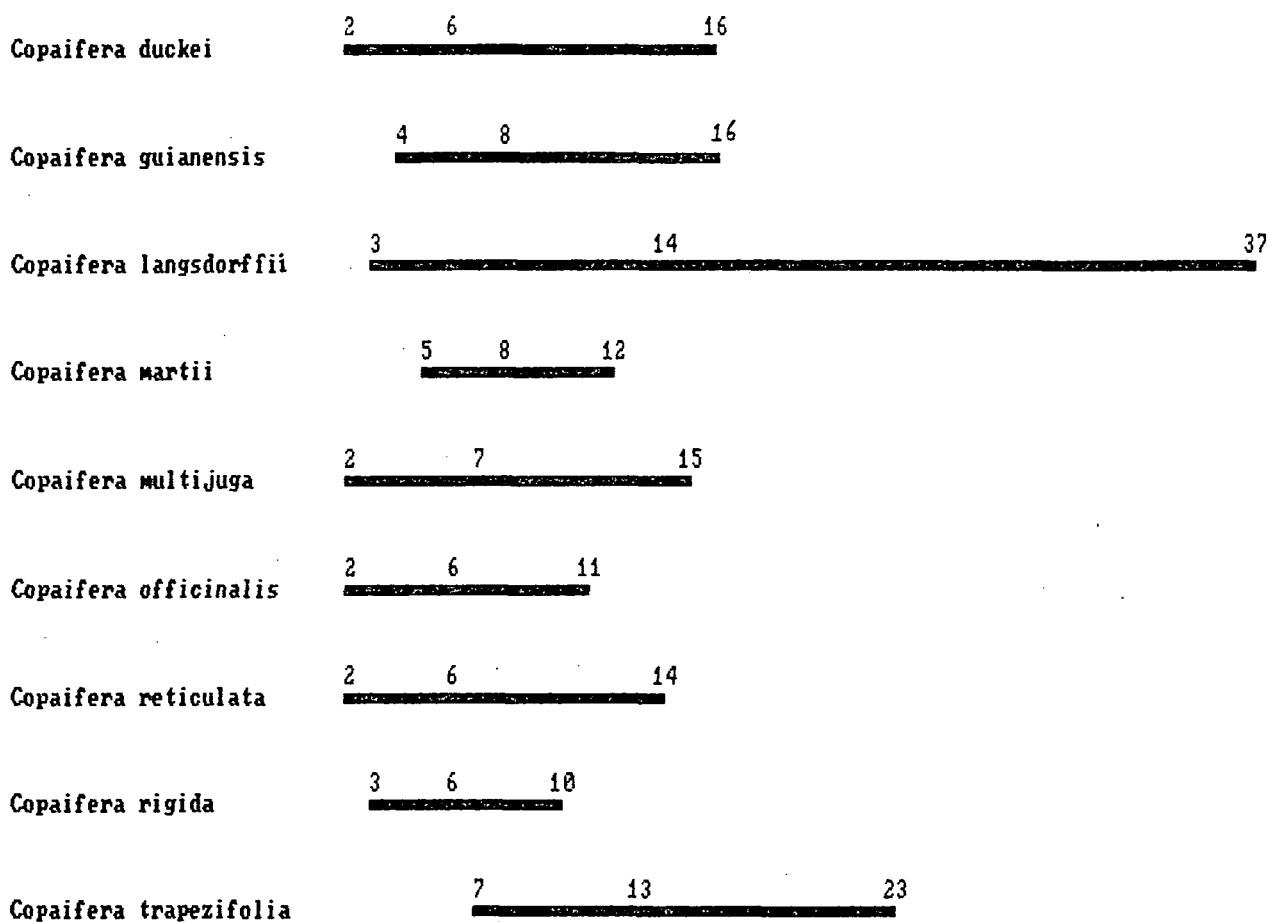


FIGURA 17 - VALORES MINIMO, MEDIO E MAXIMO DE POROS POR mm^2 , PARA AS ESPECIES ESTUDADAS



1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37

e nas outras duas de 14 poros/mm², coincidindo com os valores citados na literatura por METCALFE & CHALK, (1950) o qual diz que a frequência de poros para Caesalpinioideae é de 1,5-5 poros/mm² até mais de 40 poros/mm².

DIÂMETRO TANGENCIAL DE VASOS

As observações sobre os vasos coincidem com os dados citados por METCALFE & CHALK (1950), BARETTA KUIPERS (1981), MAINIERI & CHIMELO (1989), INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - SP (1978). O diâmetro médio dos vasos foi de 119 µm, dentro dos limites citados na literatura, mas as médias para C. guianensis (94 µm) e para C. langsdorffii (99 µm) foram inferiores aos valores anotados enquanto que C. officinalis sobressai pelos valores máximos (até 300 µm) registrados para este parâmetro.

COMPRIMENTO DE ELEMENTOS VASCULARES

O comprimento de elementos vasculares (Figura 19) não mostrou diferenças significantes para a separação das espécies. Copaifera reticulata mostrou a maior amplitude de variação e também a maior média para este parâmetro (130-373-624 µm).

A média geral do gênero foi de 330 µm concordando com os valores citados na literatura por METCALFE & CHALK (1950) (de 200 até 500 µm) para Caesalpinioideae.

FIGURA 18 - VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DO DIAMETRO DE POROS (μm) PARA AS ESPECIES ESTUDADAS

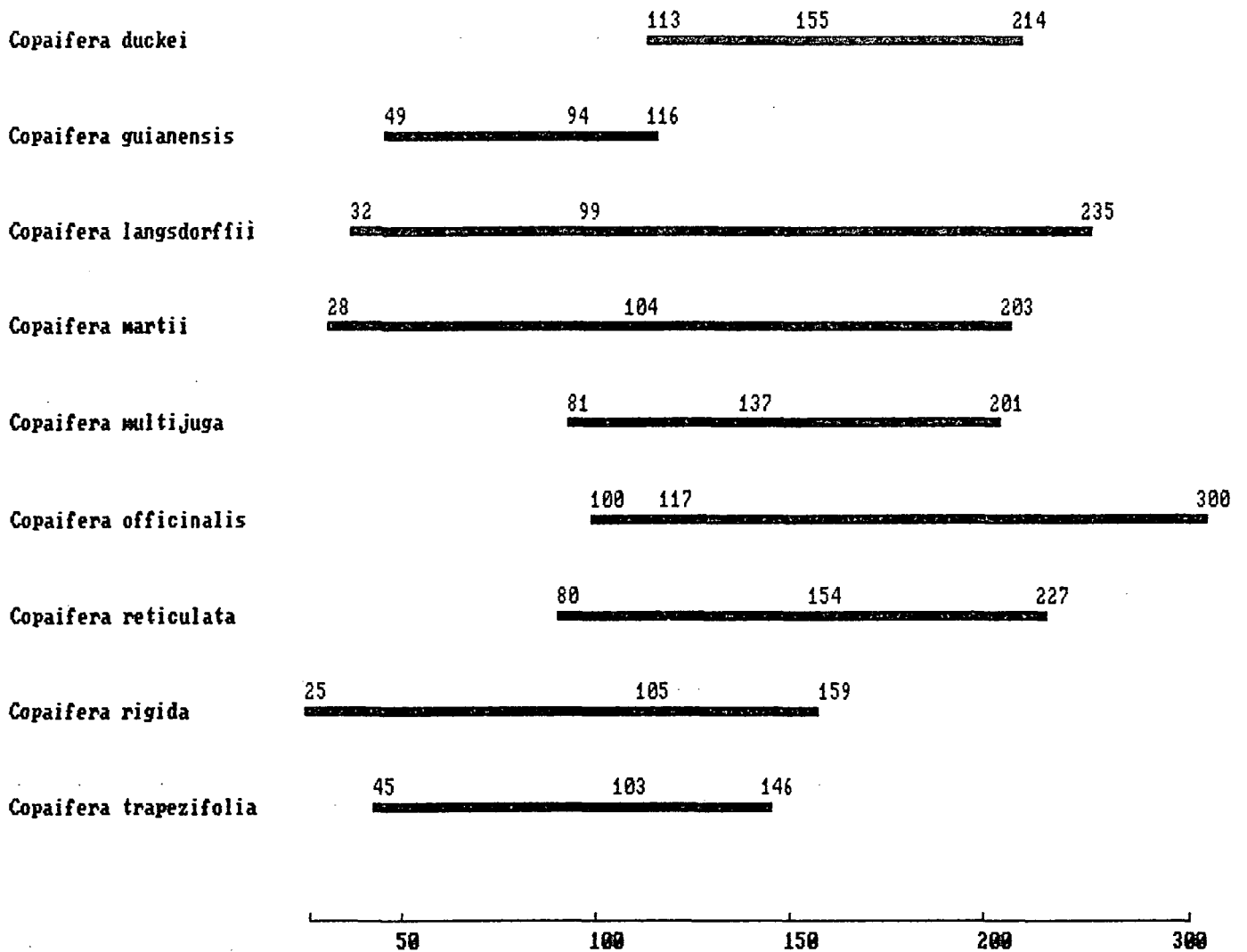
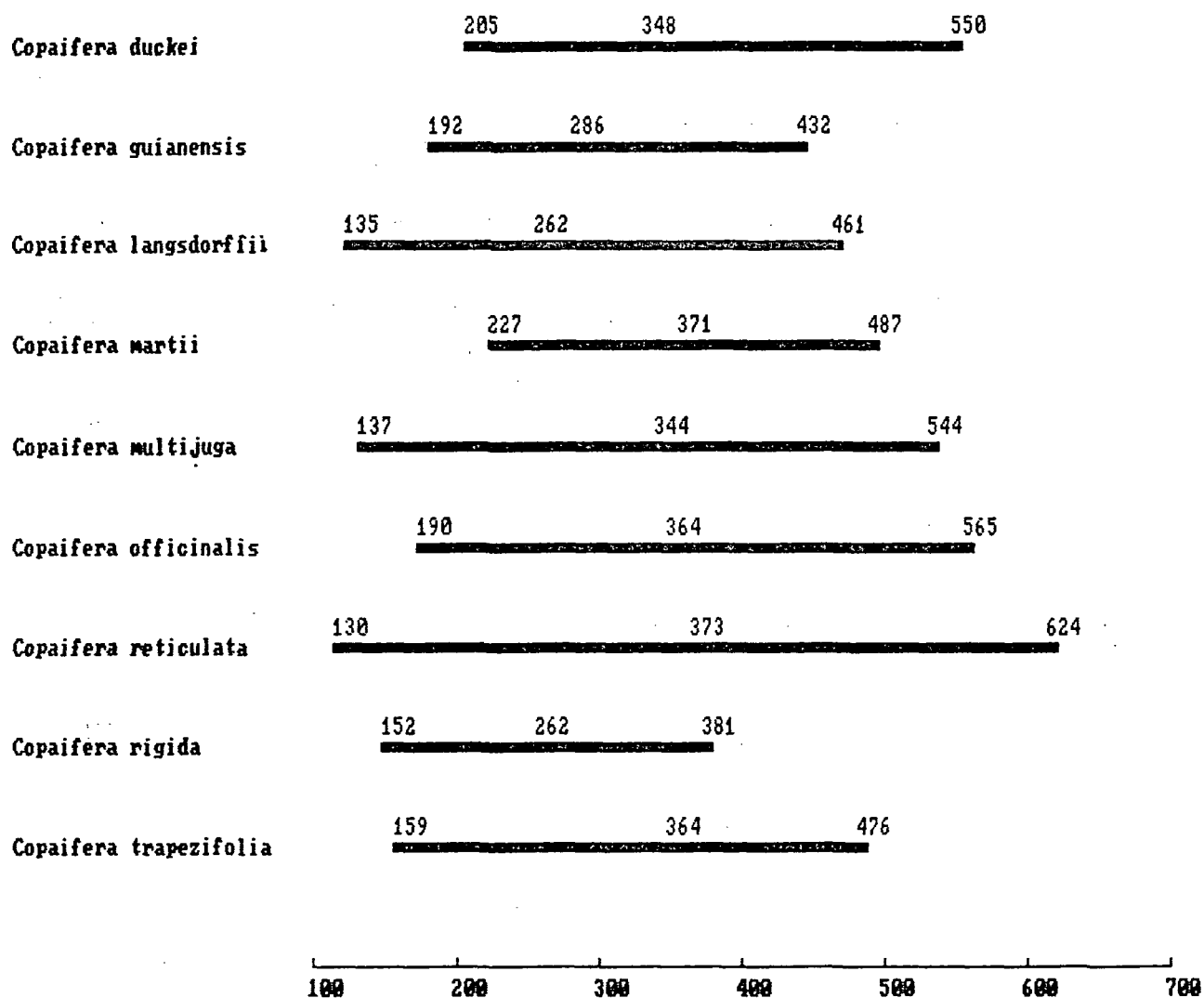


FIGURA 19 - VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DO COMPRIMENTO DE ELEMENTOS VASCULARES (μm)
P/ AS ESPECIES ESTUDADAS.



RAIOS

Em média, as espécies estudadas mostraram raios mais baixos (427 μm) que os citados por BARETTA KUIPERS (1981) para a tribo Detarieae-Amherstiae (650 μm de altura máxima).

Os raios, ainda que fracamente heterogêneos, diferem da descrição de METCALFE & CHALK (1950), onde as espécies de *Copaifera* são citadas como tendo raios homogêneos. Também MAINIERI & CHIMELO (1989) descrevem os raios de *C. langsdorffii* como "homocelulares de células procumbentes tendendo para heterocelulares".

A maioria dos raios é constituída principalmente por células procumbentes, mas sempre podem ser observadas algumas células quadradas e eretas nas margens e as células envolventes, embora poucas, são uma presença constante em todas as nove espécies, o que os caracteriza como raios heterogêneos ou heterocelulares, concordando com a opinião de BARETTA KUIPERS (1981) sobre a tribo Detarieae - Amherstiae.

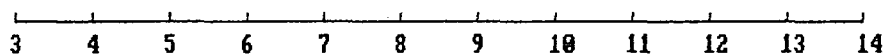
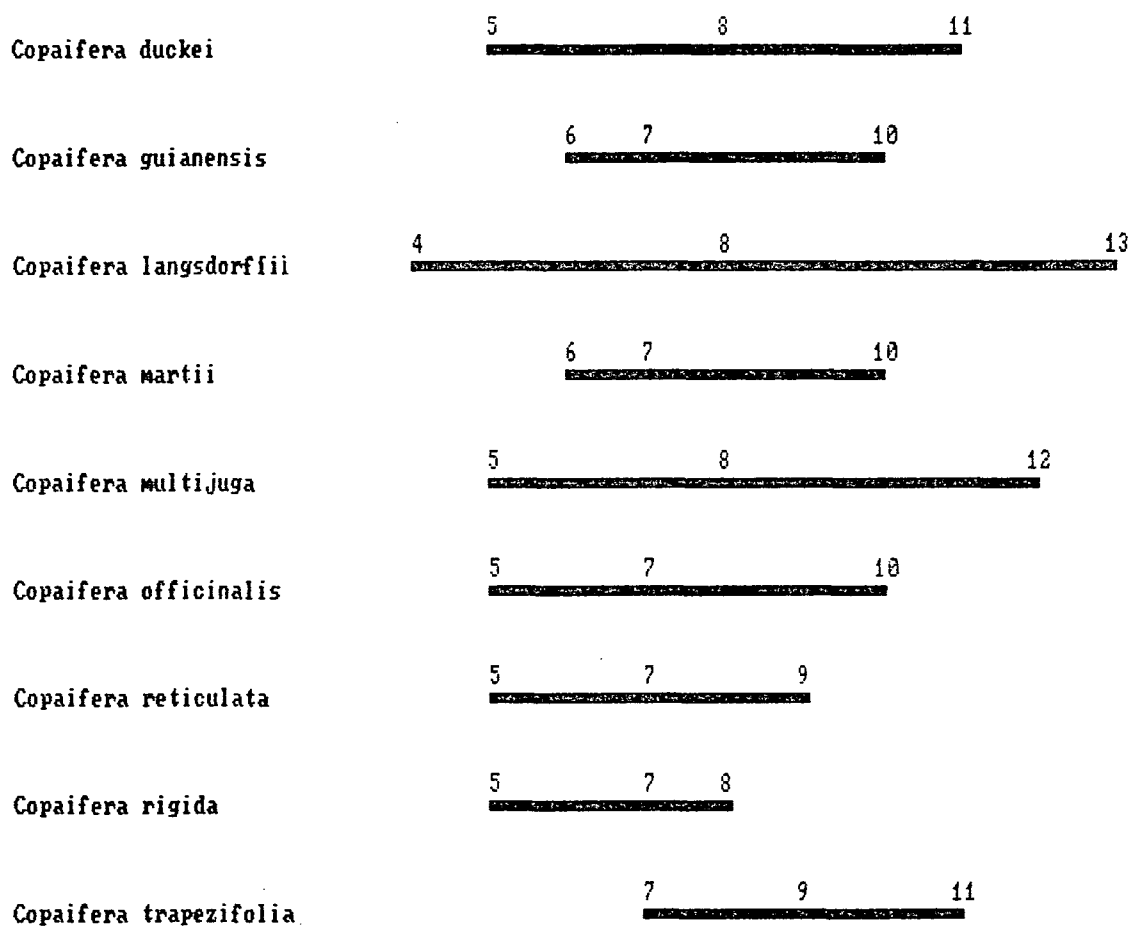
FREQUENCIA DE RAIOS/MM

Quanto à frequência de raios/mm (Figura 20), as médias verificadas não mostram variações de importância, mas *Copaifera langsdorffii* apresentou maior amplitude de valores. *C. rigida* apresentou a menor frequência de raios/mm.

PORCENTAGEM DE TIPOS DE RAIOS

A porcentagem de tipos de raios de acordo com a

FIGURA 20 - VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DA FREQUENCIA DE RAIOS/mm, PARA AS ESPECIES ESTUDADAS



largura em número de células apresentou os melhores resultados para a separação das espécies (Tabela 12; Figura 21).

De maneira geral, os raios das espécies estudadas são muito estreitos, com exceção de Copaifera rigida, com até 6 células de largura; nesta espécie observou-se a menor frequência de raios/mm, consequência da alta porcentagem de raios tetrasserados (67%) e, em menor escala, pentasserados (12%).

As espécies C. guianensis, C. martii, C. multiuga e C. trapezifolia apresentaram raios com até 3 células de largura, mas C. guianensis diferencia-se das outras três por apresentar uma porcentagem mais alta de raios trisserados (42%); nas outras três espécies há uma predominância acentuada de raios bisserados (72%, 68% e 59% respectivamente); C. trapezifolia distingue-se das outras pela alta porcentagem de raios unisserados (40%).

As espécies C. duckei, C. langsdorffii, C. officinalis e C. reticulata apresentaram raios com até 4 células de largura, mas C. duckei e C. reticulata mostraram uma predominância de raios trisserados, enquanto que em C. langsdorffii e C. officinalis a porcentagem de raios bisserados mostrou-se levemente superior à de trisserados.

COMPRIMENTO DE FIBRAS

O comprimento das fibras (Figura 22) não contribuiu muito para a separação das espécies; apenas os valores máximos se mostraram úteis para auxiliar na separação de Copaifera langsdorffii. Em C. rigida observou-se a menor amplitude de

TABELA 12 - PORCENTAGEM DE TIPOS DE RAIOS DE ACORDO
COM A LARGURA EM NÚMERO DE CELULAS

E S P E C I E S	UNISS	BISS	TRISS	TETRASS	PENTASS	HEXASS
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	7%	27%	60%	6%		
<i>Copaifera guianensis</i> Desf.	26%	32%	42%			
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	24%	35%	30%	11%		
<i>Copaifera martii</i> Hayne	25%	72%	3%			
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	12%	68%	20%			
<i>Copaifera officinalis</i> L.	10%	47%	41%	2%		
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	12%	20%	47%	21%		
<i>Copaifera rigida</i> Benth	6%	3%	9%	67%	12%	3%
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	40%	59%	1%			

FIGURA 21 - PORCENTAGEM DOS TIPOS DE RAIOS DE ACORDO COM A LARGURA EM NÚMERO DE CÉLULAS PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS

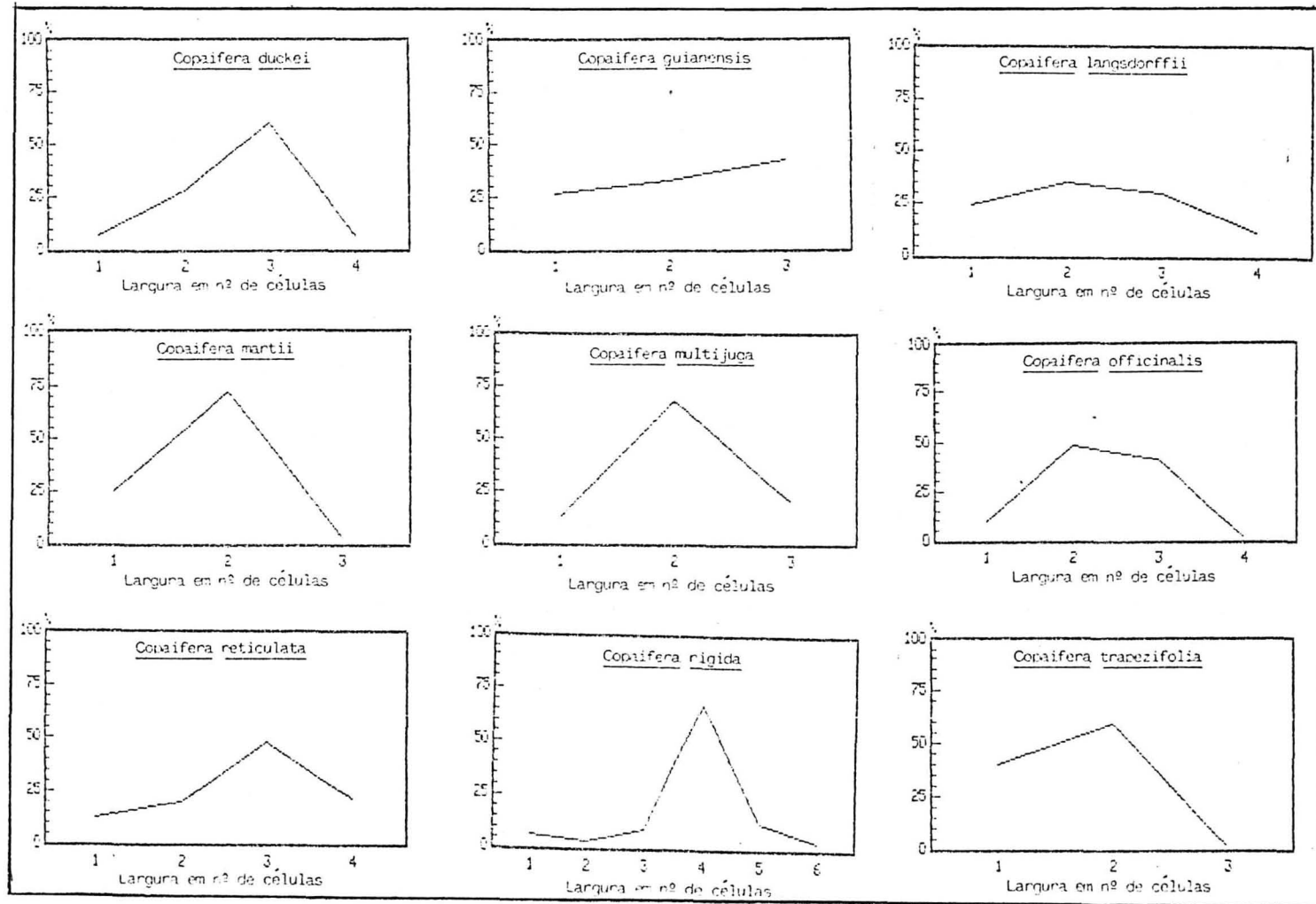
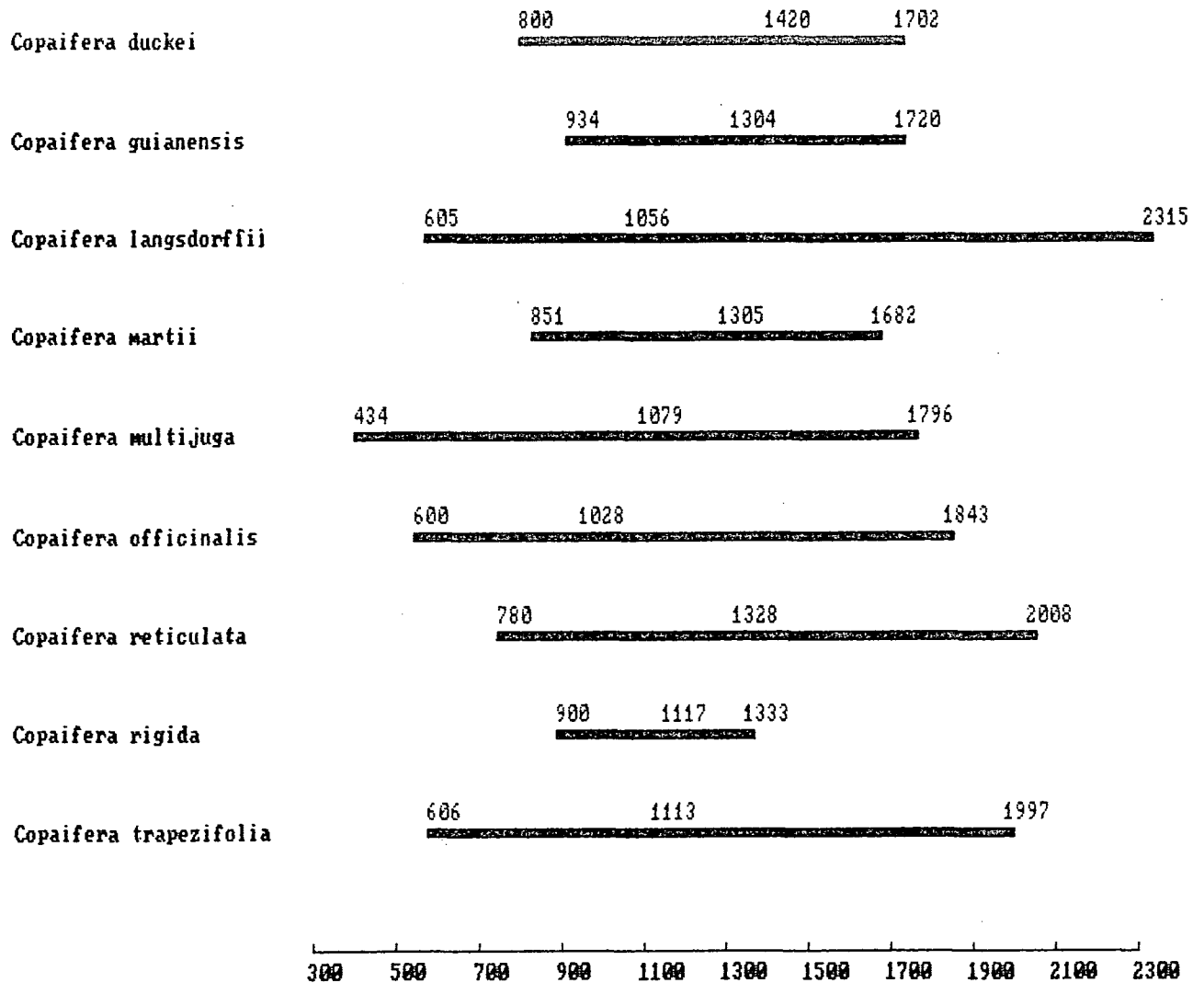


FIGURA 22 - VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS DO COMPRIMENTO DAS FIBRAS DAS ESPECIES ESTUDADAS



variação deste parâmetro.

CRISTAIS

A ocorrência de cristais de oxalato de cálcio em câmaras, em séries verticais, foi observada em sete das nove espécies. Em C. duckei, C. martii e C. officinalis foram observados cristais em todas as amostras.

Em C. langsdorffii, C. reticulata e C. trapezifolia uma amostra de cada espécie não mostrou a ocorrência de cristais.

Apenas em C. guianensis e C. multi lingua não foram encontrados cristais (Tabela 13).

CANAIS INTERCELULARES AXIAIS

Os canais intercelulares axiais são uma característica obrigatória em todas as espécies de Copaifera; estão presentes em todas as amostras, localizados no parênquima axial apotraqueal marginal.

Estes canais mostram conexões entre si apenas no sentido tangencial, na faixa de parênquima marginal no limite de cada anel de crescimento anual. Não foram observadas conexões no sentido radial, o que indica que cada anel de crescimento apresenta uma rede de canais interligados tangencialmente entre si, mas isolados da rede de canais dos aneis de crescimento anuais consecutivos.

Devido à sua localização, à ocorrência irregular, à ausência de canais em alguns aneis e, inclusive, ao pequeno

TABELA 13 - CRISTAIS OBSERVADOS EM CADA UMA DAS AMOSTRAS ESTUDADAS

ESPECIE	No. UFPR	CRISTAIS
COPAIFERA DUCKEI DESF.	1358 1640	P P
COPAIFERA GUIANENSIS DESF.	1362	N.O.
COPAIFERA LANGSDORFFII DESF.	575 576 579 1356	P P N.O. P
COPAIFERA MARTII HAYNE	1220	P
COPAIFERA MULTIJUGA HAYNE	1223 1310 1314 1359	N.O. N.O. N.O. N.O.
COPAIFERA OFFICINALIS L.	1221 1222 1642	P P P
COPAIFERA RETICULATA DUCKE	1313 1360 1639	P P N.O.
COPAIFERA RIGIDA BENTH	1361	P
COPAIFERA TRAPEZIFOLIA HAYNE	573 1357	P N.O.

SIGLAS:

P: PRESENTES

N.O.: NAO OBSERVADOS

número de amostras, é difícil avaliar e comparar os resultados.

Os dois métodos usados, verificação da porcentagem de canais com relação ao volume total de tecidos (Tabelas 10 e 15; Figuras 13, 14, 15) e contagem de canais por milímetro linear nas faixas de parênquima marginal (Tabelas 14 e 15; Figura 23), mostraram resultados em média muito próximos entre as espécies.

Os valores observados indicam que, não apenas na região amazônica mas também no sul do Brasil, todas as espécies de *Copaifera* poderiam ser aproveitadas tanto para a produção de madeira como para extração do óleo-resina.

Por esse motivo, é importante estabelecer uma metodologia apropriada para verificar valores de produção do óleo-resina por espécie, após a identificação segura destas através de chaves botânico-dendrológicas, anatômicas e quimiosistemáticas.

Devem também ser feitas pesquisas cuidadosas sobre a silvicultura das espécies e as condições climáticas mais favoráveis para uma melhor produção e extração do óleo-resina, nos moldes das pesquisas feitas por GUENTHER (1952) e ALENCAR (1982).

Estudos quimiotaxonômicos semelhantes aos de SOARES MAIA et al. (1978), ALENCAR (1982) e LANGENHEIM (1981), poderão também trazer uma valiosa contribuição para este assunto.

Talvez assim, espécies de *Copaifera* que são usadas atualmente somente como produtoras de madeira, às vezes simplesmente queimadas como lenha, possam ser destinadas a usos mais nobres e mais lucrativos.

TABELA 14 - CANAIS INTERCELULARES AXIAIS
 POR MM LINEAR NAS ESPECIES DE
Copaifera ESTUDADAS

E S P E C I E S	CIA/MM		
	MIN.	MED.	MAX.
<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	1	2	5
<i>Copaifera guianensis</i> Desf.	1	2	4
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	3	11
<i>Copaifera martii</i> Hayne	1	2	5
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	1	3	8
<i>Copaifera officinalis</i> L.	1	2	4
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	1	3	5
<i>Copaifera rigida</i> Benth	2	3	5
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	1	3	8

FIGURA 23 - CANAIS INTERCELULARES AXIAIS
 POR mm LINEAR DAS ESPECIES
 DE *Copaifera* ESTUDADAS

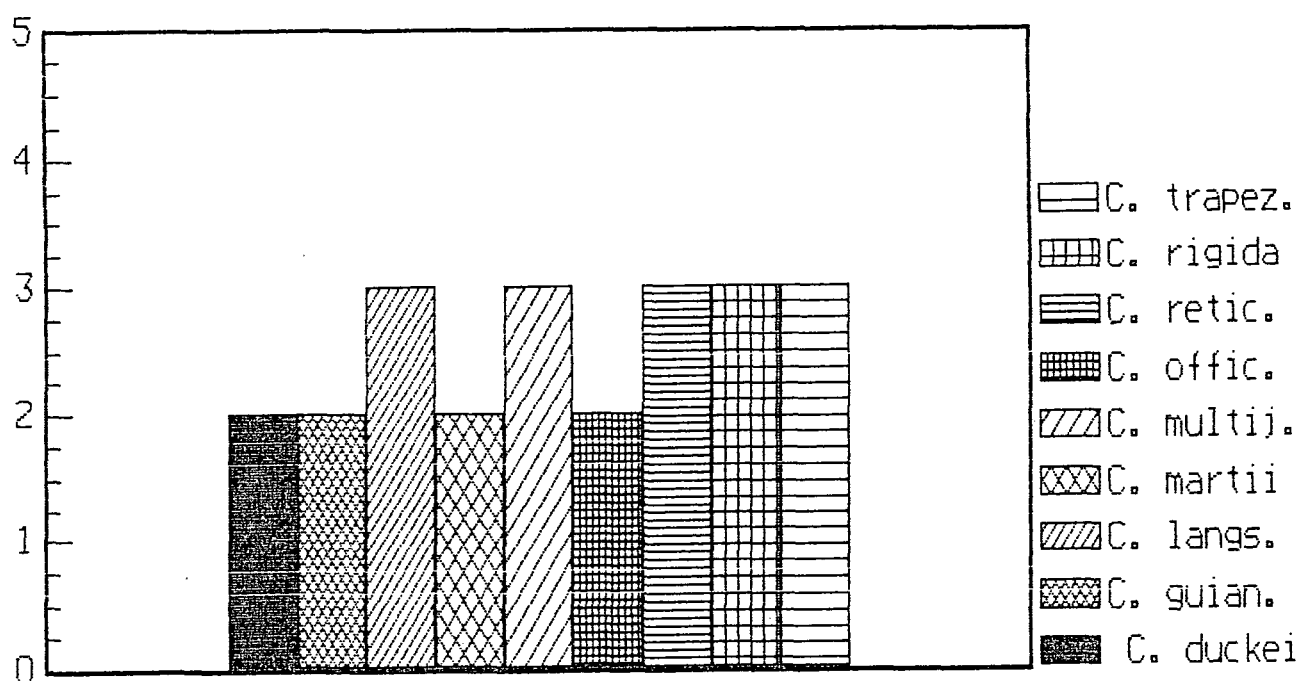


TABELA 15 : DADOS QUANTITATIVOS DO XILEMA DAS NOVE ESPECIES DO GENERO COPAIFERA ESTUDADAS
VALORES MINIMOS, MEDIOS E MAXIMOS.

! ESPECIES DE ! COPAIFERA	! % ! VASOS	! POROS/ ! MM2	! DIAMETRO DOS ! VASOS um.	! ESP. DA PAREDE! ! VASOS um.	! COMP. ELEMEN. ! VASCULAR um.	! C.Ap. ELEM. ! VASCULAR um.	! DIAM. PONT. ! INTERV. um.	! DIAM. PONT. ! RAIOS VASC.um.	! DIAM. PONT. ! PARENQ. um.	! % ! PARENQ. um.	! ALTURA SERIE! ! ALT. PARENQ.um.	! DIAMETRO DAS! ! CELULAS	! % POROS ! CLS. PARENQ.	! SOLITARIOS!
!C. DUCKEI	!4/15/28	!2/6/16	!113/155/214	!5/7/13	!205/348/550	!24/46/91	!5/6/8	!4/6/6	!4/5/5	!4/19/36	!130/377/810	!2/3/9	!15/26/50	!13/47/80
!C. GUIANENSIS	!4/8/12	!4/8/16	!49/94/116	!3/5/10	!192/288/432	!12/27/60	!2/3/4	!2/2/3	!2/2/3	!28/35/40	!181/352/521	!1/3/6	!1/3/7	!17/43/80
!C. LANGSDORFFII	!4/9/20	!3/14/37	!32/99/235	!2/6/19	!135/262/461	!10/32/85	!3/6/9	!4/6/8	!4/6/9	!4/25/52	!100/340/639	!1/4/8	!3/16/28	!27/56/72
!C. MARTII	!12/13/24	!5/8/12	!28/104/203	!4/8/17	!227/371/487	!14/49/121	!5/6/9	!2/2/3	!4/5/6	!20/26/40	!232/402/582	!2/3/6	!6/13/18	!25/46/73
!C. MULTIJUGA	!4/8/16	!2/7/15	!81/137/201	!2/7/13	!137/344/544	!13/65/179	!2/6/9	!2/4/8	!1/4/8	!12/21/40	!167/433/850	!2/3/6	!5/12/33	!44/57/70
!C. OFFICINALIS	!4/5/16	!2/6/11	!100/117/300	!5/10/21	!190/364/565	!10/50/100	!4/7/10	!3/6/9	!3/5/8	!8/26/40	!200/460/1000	!1/3/9	!15/19/40	!37/57/77
!C. RETICULATA	!4/12/32	!2/6/14	!80/154/227	!3/8/15	!130/373/624	!19/67/170	!3/5/8	!3/5/8	!3/6/9	!8/30/44	!170/409/830	!1/3/8	!13/27/54	!26/47/67
!C. RIGIDA	!4/8/12	!3/6/10	!25/105/159	!5/8/13	!152/262/381	!28/57/86	!3/5/6	!3/5/6	!3/4/6	!8/14/20	!209/376/600	!2/5/8	!12/18/30	!13/35/75
!C. TRAPEZIFOLIA	!8/11/16	!7/13/23	!45/103/146	!4/6/12	!159/364/476	!17/46/120	!5/7/12	!3/6/9	!4/6/7	!4/29/52	!142/408/586	!3/6/9	!5/14/22	!48/52/57

OCONTINUACAO QUADRO 15

! ESPECIES DE ! COPAIFERA	! % ! RAIOS	! RAIOS/MM ! UNISSER. um.	! ALT. RAIOS ! UNISS. N. CLS.	! ALT. RAIOS ! UNISS. um.	! LARG. RAIOS! ! MULT. um.	! ALT. RAIOS ! MULT. N. CLS.	! ALT. RAIOS ! MULT. um.	! LARG. RAIOS! ! MULT. N. CLS.	! LARG. RAIOS! ! MULT. N. CLS.	! % ! FIBRAS	! COMPRIMENTO ! FIBRAS um.	! DIAM. TOTAL! ! FIBRAS um.	! ESP. PARE- ! IDE FIBRAS	! % CIA ! CIA	! mm
!C. DUCKEI	!8/19/44	!5/8/11	!53/132/256	!2/6/12	!11/16/22	!243/477/870	!6/20/41	!22/41/60	!2/4	!24/44/64	!800/1420/1702	!14/20/26	!3/4/5	!-3/8	!1/2/5
!C. GUIANENSIS	!12/17/20	!6/7/10	!90/137/192	!3/7/12	!14/17/21	!173/359/623	!7/16/28	!36/51/72	!2/3	!28/38/52	!934/1304/1720	!13/21/34	!2/4/8	!-2/8	!1/2/4
!C. LANGSDORFFII	!12/29/48	!4/8/13	!79/164/363	!1/6/15	!11/19/32	!166/474/934	!6/23/42	!20/41/70	!2/4	!8/33/68	!605/1056/2315	!13/21/36	!2/4/5	!-4/12	!1/3/11
!C. MARTII	!8/16/24	!6/7/10	!107/154/231	!3/6/10	!10/16/25	!161/347/757	!11/23/41	!25/37/51	!2/3	!36/43/56	!851/1305/1682	!8/20/33	!2/4/4	!-2/8	!1/2/5
!C. MULTIJUGA	!4/14/40	!5/8/12	!41/146/339	!1/6/12	!12/21/31	!100/411/789	!10/22/37	!20/34/61	!2/3	!40/55/76	!434/1079/1796	!6/17/29	!3/4/5	!-2/8	!1/3/8
!C. OFFICINALIS	!4/15/32	!5/7/10	!60/168/262	!2/6/12	!9/20/30	!149/429/750	!12/24/38	!24/47/73	!2/4	!36/53/64	!600/1028/1843	!8/26/44	!3/4/5	!-1/4	!1/2/4
!C. RETICULATA	!4/14/36	!5/7/9	!50/133/313	!2/6/13	!8/20/33	!139/452/1199	!12/24/38	!30/52/85	!2/4	!8/42/72	!780/1328/2008	!15/24/38	!3/4/5	!-2/8	!1/3/5
!C. RIGIDA	!36/49/60	!5/7/8	!40/112/236	!2/4/9	!9/19/32	!178/545/684	!6/22/33	!38/58/80	!2/6	!12/24/36	!900/1117/1333	!14/19/25	!2/4/5	!4/5/12	!2/3/5
!C. TRAPEZIFOLIA	!8/13/40	!7/9/11	!11/167/299	!3/6/9	!13/21/33	!170/356/666	!7/21/35	!25/36/50	!2/3	!24/44/58	!606/1113/1997	!11/18/26	!3/4/5	!-3/8	!1/3/8

5.2 CHAVE PARA A SEPARAÇÃO DAS ESPÉCIES.

Embora toda chave para identificação seja mais ou menos provisória e esteja sujeita a modificações à medida que novas informações são obtidas, ela é um instrumento necessário para a identificação correta das espécies e utilização adequada da matéria prima.

Como resultado do estudo realizado, certas características anatômicas observadas mostram-se de grande utilidade para a identificação das nove espécies de *Copaifera*.

As características mais marcantes que permitiram a separação das espécies foram usadas na construção da chave dicotômica abaixo e são, em ordem decrescente de importância: porcentagem de tipos de raios de acordo com a largura em número de células, porcentagem de parênquima axial, frequência e diâmetro tangencial de vasos, presença ou ausência de cristais de oxalato de cálcio.

CHAVE PARA A IDENTIFICAÇÃO DAS NOVE ESPÉCIES DE *Copaifera* ESTUDADAS:

- 1a. Raios com até 6 células de largura,
com predominância de tetrasseriados *C. rígida*
- b. Raios com menos de 6 células de largura2
- 2a. Raios com até 4 células de largura3

- b. Raios com até 3 células de largura4
- 3a. Raios trisseriados predominantes5
- b. Raios bisseriados e trisseriados mais
ou menos equivalentes, mas com
predominância de bisseriados6
- 4a. Raios trisseriados predominantes C. guianensis
- b. Raios bisseriados predominantes7
- 5a. Porcentagem de parênquima axial
equivalente à porcentagem de raios C. duckei
- b. Porcentagem de parênquima axial
equivalente ao dobro da porcenta-
gem de raios C. reticulata
- 6a. Com 3-14-37 poros/mm²; diâmetro
dos vasos 32-92-235 µm; compri-
mento máximo de fibras acima de
2mm C. lansdorffii
- b. Com 2-6-11 poros/mm²; diâmetro dos
vasos 100-117-300 µm; comprimento
máximo de fibras menor que 2mm C. officinalis

- 7a. Com alta porcentagem de raios unisseriados (40%) C. trapezifolia
- b. Porcentagem de raios unisseriados mais baixa (25% ou menos) 8
- 8a. Com baixa porcentagem de raios trisseriados (3%), predominância de bisseriados (72%) e cristais de oxalato de cálcio presentes no parênquima axial C. martii
- b. Com 20% de raios trisseriados, 68% de raios bisseriados e cristais de oxalato de cálcio ausentes C. multiinqua

6. CONCLUSÕES

. Apesar de serem comercialmente tratadas como uma só espécie por serem muito semelhantes entre si quanto ao aspecto e caracteres anatômicos e serem consideradas de difícil identificação, a pesquisa realizada demonstrou que o estudo anatômico da madeira forneceu dados suficientes para a identificação das espécies dentro do gênero.

. Dentre todas as características anatômicas da madeira, além da presença dos canais intercelulares axiais no parênquima marginal que caracterizam o gênero, o parâmetro mais importante para a separação das nove espécies estudadas foi o tipo de raios de acordo com a largura em número de células.

. A alta frequência de poros/mm² foi uma característica importante para separar C. langsdorffii e C. trapezifolia das outras espécies.

. O parênquima axial é muito semelhante em todas as espécies estudadas; apenas sua porcentagem com relação aos outros tecidos mostrou utilidade como caráter diagnóstico. Em C. rigida a baixa porcentagem de parênquima axial (14% do volume), aliada à alta porcentagem de raios (49% em média) e estes com até 6 células de largura, facilitam o reconhecimento da espécie. Também C. duckei pode ser reconhecida por apresentar porcentagem de parênquima axial equivalente à porcentagem de raios.

. A presença de cristais de oxalato de cálcio no parênquima axial ou raios, sendo um caráter dependente da fisiologia das células e portanto influenciável pelas

condições ambientais, só tem valor diagnóstico para as espécies onde sua presença ou ausência são absolutas; por exemplo, em C. guianensis e C. multiinqua não foram observados cristais em parênquima axial ou raios. Em C. duckei, C. martii e C. officinalis foram observados cristais em todas as amostras; entretanto, em C. langsdorffii, C. reticulata e C. trapezifolia algumas amostras apresentaram cristais e outras não; nestas espécies esse caráter perde seu valor como caráter diagnóstico para a separação das espécies.

A verificação da porcentagem de canais intercelulares axiais pelo método de grade ou pela contagem de canais/mm linear, naqueles anéis de crescimento onde eles estão presentes, não levou em conta parâmetros como: diâmetro do tronco, número de anéis de crescimento (com e sem canais), largura dos anéis, distribuição, diâmetro, extensão e anastomoses dos canais que influem na quantidade de óleo-resina produzida. Os dois métodos usados para aferir a quantidade de canais, afim de avaliar a produção de óleo-resina nas diferentes espécies, foram satisfatórios apenas para uma simples comparação.

Summary

The main objective of this work is to contribute to the identification of nine species of the genus Copaifera, through wood anatomy. The species studied were: Copaifera duckei Dwyer, C. guianensis Desf., C. langsdorffii Desf., C. martii Hayne, C. multiuga Hayne, C. officinalis L., C. reticulata Ducke, C. rigida Benth., C. trapezifolia Hayne. They were individually described, including microscopic structure of the wood, with average and standard deviation of xylem quantitative data calculated for all nine species. Among all wood anatomical characteristics, besides the presence of the axial intercellular channels within the marginal parenchyma which characterizes the genus, the most important parameter for the separation of species was the type of rays according to width in number of cells. The axial parenchyma is similar in all species, only its percentage in relation to other tissues, in a few cases, shows some usefulness as an auxiliary diagnostic character. Pore frequency helped to separate C. langsdorffii and C. trapezifolia, where average vessels/mm² is equivalent to maximum values observed in the other seven species. A dichotomous key, based on wood anatomy, was made for the separation and identification of the nine species studied.

APÊNDICE 1

PROCEDÊNCIA DE ALGUMAS ESPÉCIES DE *Copaifera*

PROCEDÊNCIA DE ALGUMAS ESPÉCIES DE *Copaifera*

AMÉRICA DO SUL

- Copaifera brasiliensis* Dwyer - Brasil, MG
Copaifera depilis Dwyer - Brasil, MG
Copaifera Duckei Dwyer - Brasil, BA, CE, PA, MA
Copaifera lucens Dwyer - Brasil, RJ
Copaifera magnifolia Dwyer - Brasil
Copaifera majorina Dwyer - Brasil, BA
Copaifera reticulata Ducke - Brasil, PA
Copaifera cearensis Huber - Brasil, CE
Copaifera eiressi Ducke - Brasil, PA
Copaifera luetzelburgii Harms - Brasil, PA
Copaifera malmei Harms - Brasil, MG
Copaifera glabra Vogel - Brasil
Copaifera elliptica Mart. - Brasil
Copaifera beyrichii Hayne - Brasil
Copaifera bijuga Willd - Brasil
Copaifera cordiflora Hayne - Brasil
Copaifera coriacea Mart. - Brasil
Copaifera martii Hayne - Brasil
Copaifera officinalis L. - Brasil
Copaifera langsdorffii Desf. - Brasil
Copaifera confertiflora Benth. - Brasil
Copaifera multiuga Hayne - Brasil
Copaifera oblongifolia Mart. - Brasil
Copaifera rigida Benth. Brasil

Copaifera trapezifolia Hayne - Brasil
Copaifera nitida Mart - Brasil
Copaifera guianensis Desf. - Brasil
Copaifera marginata Hayne - Brasil
Copaifera leavis Dwyer - Brasil
Copaifera chodatiana Hassel - Paraguai
Copaifera gynohirsuta Dwyer - Trinidad
Copaifera kuntzei Harms - Bolívia
Copaifera canine Harms - Colômbia
Copaifera glycyarpa Ducke - Região Amazônica
Copaifera pubiflora Benth - Guiana

AMERICA CENTRAL

Copaifera henitomophylla Donn - América Central
Copaifera aromatica (C. Chiriquensis Pittier) - Panamá

AFRICA TROPICAL

Copaifera ebie A.
Copaifera bauniana Harms
Copaifera demensei Harms
Copaifera dinklagei Harms
Copaifera cornui Heckel
Copaifera salikounda Heckel
Copaifera quibourtiana Benth.
Copaifera gorskiana Benth.

Copaifera coleosperma Benth.

Copaifera mopane Kirk.

Copaifera vuilletiana A. - Sudão, Gall.

Copaifera schliebenii - Tânzania, Terr. Tanganyika

Copaifera mildbraedii Harms - Cameroons

Copaifera disperma Willem. - Mauritania

- 1 ALENCAR, J.C. Estudos silviculturais de uma população natural de Copaifera multijuga Hayne - Leguminosae, na Amazônia Central. 1. Germinação. Acta Amazônica, Manaus, v.11, n.1, p. 3-11, 1981.
- 2 ALENCAR, J.C. Estudos silviculturais de uma população natural de Copaifera multijuga Hayne - Leguminosae, na Amazônia Central. 2. Produção de óleo-resina. Acta Amazônica, Manaus, v.12, n.1, p. 75-89, 1982.
- 3 BAILEY, I.W. The development of vessels in Angiosperm and its significance in morphological research. Amer. J. Bot., 31:421-428, 1944.
- 4 BARETTA - KUIPERS. Wood Anatomy of Leguminosae: its Relevance to Taxonomy. In: Advances in Legume systematics. Part 2, 1981.
- 5 BARROSO, G.M. Leguminosas da Guanabara. Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro, p. 109-128, 1915.
- 6 BURKART, A. Las Leguminosas argentinas: silvestres y cultivadas. 2.ed. Buenos Aires: ACME, 1952. P. 155-156.
- 7 CAMPOS & CANECHIO FILHO. Leguminosas para adubos verdes e forragens. Principais culturas. Instituto campineiro de ensino agrícola, Campinas, v.2, São Paulo, 1979.
- 8 CHOWDHURY, K.A. Limitations of anatomical and taxonomy of Angiosperms. In: International Botanical Congress, 9. Montreal, 1959. Recent advances in Botany. Toronto Press, v.1, 1961.
- 9 COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS 30:1-019 Novembro, 1973.
- 10 CORRÊA, M. Pio. Diccionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, v.2, p. 370-375, 1931.
- 11 DIMITRI, M.J. Descripción de las plantas cultivadas. In: Parodi, L.R. Enciclopédia Argentina de Agricultura y Jardinería. v.1: 2.Edd., Buenos Aires, ACME SACI, 1972.
- 12 DUCKE, A. As Leguminosas da Amazônia brasileira. 2 ed. Rev. Aum. Belém: Instituto Agronômico do Norte, 1949. p.3-83

- (Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Norte, n.18).
- 13 ENGLER, A. Syllabus der Pflanzenfamilien. Berlin, Gebruder borntrager, p.666, 1964.
 - 14 ESTRATEGIAS para a política florestal na Amazônia brasileira. Acta Amazônica, Manaus, v.9, n.4. (supl.), p. 56,75, dez. 1979.
 - 15 FEDALTO, L. C.; MENDES, I.; CORADIN, V. T. Madeiras da Amazônia. Descrição do lenho de 40 espécies ocorrentes na flora nacional do Tapajós. Ministério do Interior. Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Diretoria do Incentivo à Pesquisa e divulgação DIRPED - Renováveis - IBAMA, Brasília, 1989.
 - 16 FREUND, H. Handbuch der mikroskopie in der technik, Frankfurt Umschan Verlang. v.5, p. 379, 1970.
 - 17 GOMES, A.V.; TEIXEIRA, L.L.; SCHAITZA, E.G.; HOFMEISTER, R.M. Perforation plates in vessels of Citharexylum myrianthum Cham. (Verbenaceae). IAWA Bulletin n. s., Leiden, v.10, n.1, p. 27-34, 1989.
 - 18 GUNTHER, E. Oil of balsam copaiba. In: The essential oils, Toronto: D. Van Nostrand, 1952, v.5, p. 203-211.
 - 19 IAWA COMMITTEE. STANDART LIST OF CHARACTERS SUITABLE FOR COMPUTADORICET HARDWOOD IDENTIFICATION IAWA BULLETIN MER, 2:99-145, 1981.
 - 20 INDEX KEWENSIS: An enumeration of the genera and species of flowering plants. Oxford: At the Clarendon Press, 1933, 1958-1960, 1962, 1966, 1974. v.1-5, 7-10, 12-13.
 - 21 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras, São Paulo, 1983, n.14.
 - 22 INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO Divisão de Madeiras. Fichas características das madeiras brasileiras. São Paulo, 1978, ficha 109.
 - 23 Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Archivos do Jardim Botânico do Rio do Janeiro (Copaifera reticulata Ducke), Rio de Janeiro, 1922

- 24 Jardim Botânico do Rio do Janeiro. Archivos do Jardim Botânico do Rio do Janeiro. Descrição de algumas Copaiferas. Rio de Janeiro, v.4, 1925
- 25 JOLY, A.B. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: São Paulo editora, 1966, p. 371-378.
- 26 KOLLMANN & COTÉ. Principles of wood science and technology. Berlin, Springer, v.2, 1968.
- 27 LANGENHEIM, J.H. Advances in Legume Systematics. Terpenoids in the Leguminosae. Division of Natural Sciences, University of California, Santa Cruz, USA, ed. Polhill & Raven, 1981, p. 627-649.
- 28 LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. S.; ALENCAR, J. C. Essências madeiras da Amazônia. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1979, v.1, p. 133-135.
- 29 LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. Catálogo das madeiras da Amazônia. Belém: SUDAM, 1968. v.1, p. 333, 337-338.
- 30 LOUREIRO, A.A.; LISBOA, P.L.B. Madeiras do Município de Aripuanã e suas utilidades (Mato Grosso). Acta Amazônica Manaus, v.9, n.1 (Supl.), p. 19, março 1979.
- 31 MAINIERI, C. & CHIMELO, J. P. Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989, fichas 69-70.
- 32 MARTIUS, C.F.P. de Flora Brasiliensis. Enumeratio Plantarum in Brasilia, v. 15, 1874.
- 33 METCALFE, C.R. & CHALK, L. Anatomy of the Dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. Oxford: At the Clarendon Press, 1950. v.1, p. 487-499.
- 34 MUNIZ, G.B. de Descrição da estrutura e ultra-estrutura da madeira de cinco espécies de Prosopis da Argentina e análise da metodologia. In: Tese apresentada à UFPR para obtenção do grau de Mestre. Curitiba, Brasil, 1986.
- 35 RECORD, S.J. & HESS, R.W. Timbers of the new world. New York: Arno Press, 1972. P. 227-228, 248-249.
- 36 REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Madeiras do Brasil. Florianópolis, Lunardelli, 1979. P.224-229.

- 37 RENDLE, B.J. On the taxonomic value of the Anatomical Structure of the vegetative organs of Dicotyledons. 3 - The role of Anatomy in the practical identification of comercial timbers. Proc. Linn. Soc. Lond., 155(3): 218-221, 1944. Resumo.
- 38 RIZZINI, C.T. Plantas do Brasil: árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. 2 ed. São Paulo: E. Blucher, 1978. P.52.
- 39 SANTOS, E. Nossas madeiras. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987. P. 125-126.
- 40 SOARES MAIA, J.C., VAREJÃO M.J.C., WOLTER FILHO W., MOURÃO A.P., CRAVEIRO A.A., ALENCAR J.W. Estudo químico de óleos essenciais, oleoginosas e látices da Amazônia. I. Composição e oxidação do óleo de uma espécie de Copaifera (nota previa). Acta amazônica, Manaus, v.8, n.4, p. 705, 1978.
- 41 TITMUS, F.H.A. Concise Encyclopédia of world timbers. London, Mechanical Press, 1948.