

## ESTUDO ANATÔMICO DA MADEIRA DO GÊNERO HEVEA<sup>1</sup>

Joaquim Ivanir Gomes<sup>2</sup>

Edna Maria Sodré da Silva<sup>3</sup>

*RESUMO* - Visando à identifica o das espécies de Hevea, pela estrutura anat mica da madeira, foi efetuado o estudo macro e microscópico empregando-se as normas preconizadas pela COPANT (1973). Este estudo, além de contribuir para a separa o das espécies, possibilitou agrupá-las pelas afinidades interespecíficas com base nos caracteres anatômicos quantitativos. Com base nesses caracteres, foi elaborada uma chave dicot mica, dando ênfase aos raios e diâmetros dos vasos. Foi constatada a presença de espessamento espiralado nas fibras de H. camargoana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia, Hevea, Madeira, Seringueira

*ABSTRACT* - The objective of this study was the identification of the Hevea species, by their secondary xylem anatomical structure, utilizing both macroscopic and microscopic procedures, according to the rules preconized by COPANT (1973). Besides of contributing to the separation of species, this study has enabled to grup them by interspecific affinities, based upon quantitative anatomical characters. Based on such characters, a dichotomic key was prepared emphasizing the rays, and vessel diameters. It was verified the presence of a spiral thickening in the fibres of H. camargoana.

**KEY WORDS:** Amazon, Anatomy, Hevea, Wood, Rubber tree

<sup>1</sup> Resumo de tese apresentada   obten o de título de Mestre em Ciências Florestais, na Universidade Federal do Paraná, em 1981.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100, Belém-PA.

<sup>3</sup> Ass. de Pesquisa EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100, Belém-PA.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a área de distribuição geográfica do gênero *Hevea* (Figura 1) abrange toda a Hiléia, isto é, os Estados do Amazonas, Pará, Acre e Amapá até o Meridiano 77, parte noroeste do Estado do Maranhão, o norte dos Estados de Mato Grosso e de Rondônia. Fora das fronteiras do Brasil, o gênero *Hevea* tem sido observado nas Guianas, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, em matas contíguas às da Amazônia brasileira, sendo que os extremos norte, para *Hevea*, são o alto Orinoco e o baixo Essequibó e o ponto mais ao sul é a Bolívia Oriental subandina (Duckê & Black 1954). Quanto ao porte, todas as espécies são árvores, à exceção de *Hevea camporum*, que é um arbusto (em touceira) das campinas de areia (caatingas amazônicas), não existindo qualquer representante escandente. Em geral são árvores medianas até muito grandes, sendo que os maiores representantes pertencem a *Hevea guianensis* e *Hevea brasiliensis* que podem atingir 50 m de altura e 1-1,5 m de DAP (Pires 1973).

Algumas vezes a identificação positiva da madeira é possível somente através das características botânicas da árvore. Em muitos casos, contudo, a diversidade estrutural da madeira, associada às variações conhecidas como cor, peso, aspecto da grã figura, proporcionam um meio correto de identificação (Panshin 1970).

Heywood (1970) ressalta que a anatomia da madeira tem sido usada com sucesso em vários grupos de plantas, auxiliando a estabelecer a posição sistemática de famílias primitivas de angiospermas sem vasos condutores como Winteraceae, Trochodendraceae e outras.

Os trabalhos anteriormente desenvolvidos sobre anatomia da madeira de *Hevea* são muito elementares, tanto ao nível de repetições como de espécies, pois a maioria dos estudos já realizados envolve especialmente *Hevea brasiliensis*, por se tratar da espécie mais importante como produtora de látex.

Com os dados anatômicos obtidos nesta pesquisa, elaborou-se uma chave dicotômica baseada nas características anatômicas quantitativas da madeira, para separação das espécies estudadas, ou pelo menos oferecer subsídios para tal. Desse modo, pretende-se contribuir para o esclarecimento de alguns pontos ainda obscuros na taxonomia botânica, considerando que se trata de assunto complexo, o que se pode compreender pela volumosa sinonímia envolvendo mais de 100 binômios ou trinômios.

## MATERIAL E MÉTODOS

A maioria das amostras das espécies estudadas procedeu de Belém (Qua-

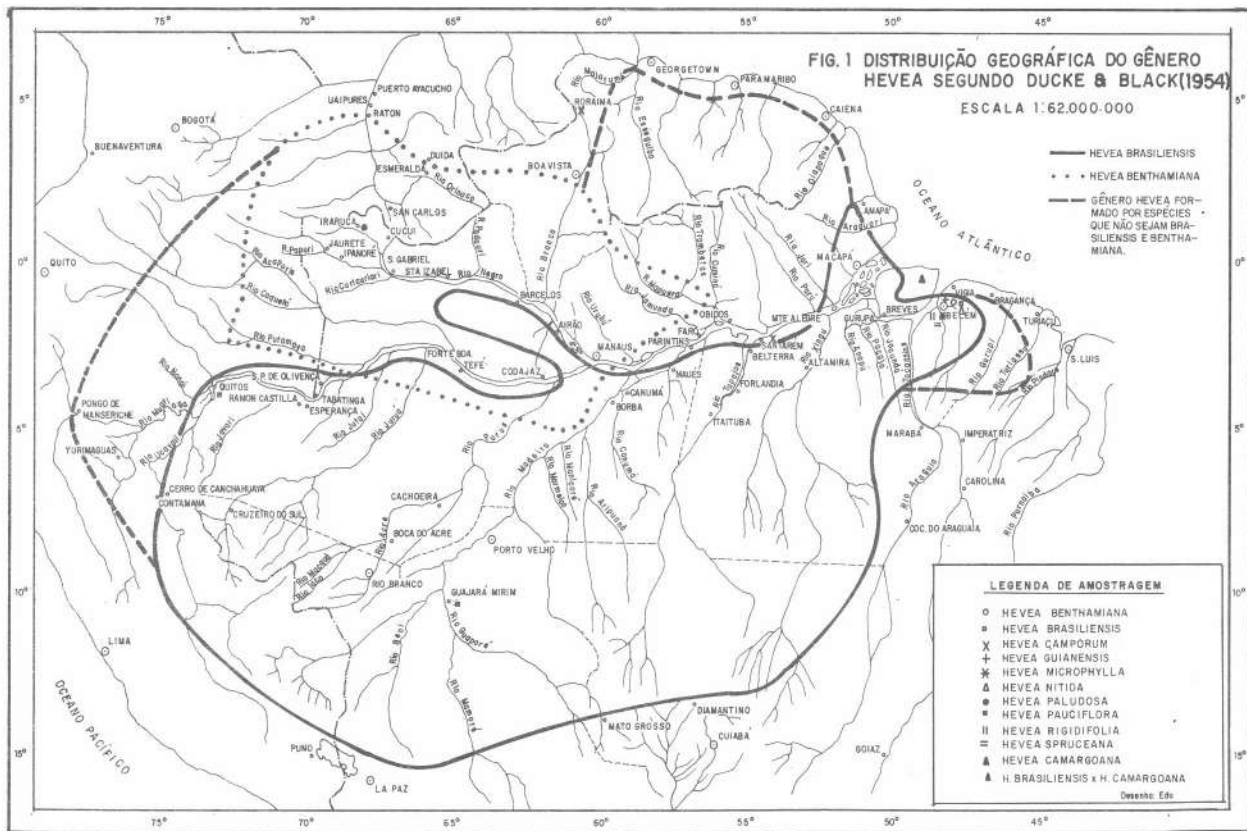


Figura 1 - Distribuição geográfica do gênero *Hevea* segundo Ducke & Black (1954)

dra do Baldwin-CPATU/EMBRAPA), sendo que as amostras de *Hevea camargoana* foram coletadas em Joanes, no município de Salvaterra, no Pará e as de *Hevea camporum* no Tapajós (Pará) e em Roraima. A espécie *Hevea paludosa* foi coletada na serra de Tunuí, no Amazonas e em Iquitos, no Peru.

Para cada espécie foram coletadas amostras de 3 a 5 árvores da região mais próxima da casca e a uma altura de 1,30 m (DAP); vale ressaltar que no caso de *H. paludosa*, as amostras foram retiradas apenas de duas árvores, considerando a escassez e dificuldade na coleta do material.

A identificação do material herborizado foi feita pelo Dr. João Murça Pires, pesquisador em Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

O material botânico correspondente às espécies estudadas e encontra-se arquivado nos herbários do CPATU/EMBRAPA e MUSEU GOELDI em Belém-Pará, com os seguintes números de coletor:

*Hevea benthamiana* Muell. Arg.

Nelson Rosa 260; Manoel Cordeiro 1621 e Benedito Ribeiro (1829, 1836 e 1838).

*Hevea brasiliensis* (H.B.K.) Muell. Arg.

Nelson Rosa 268; Bento Pena 751, 753, 761 e Pires 12103

*H. camargoana* Pires

Nelson Rosa (3610 e 3612); Nilo T. Silva 4945 e Emanuel Oliveira 5957

*H. camporum* Ducke

Nilo T. Silva 4523 e Pires (10907 e 14480)

*H. guianensis* Aubl.

Nelson Rosa 262, Bento Pena 752, Manoel Cordeiro 1620

*H. microphylla* Ule

Bento Pena 763; Manoel Cordeiro 1625 e Benedito Ribeiro 1827

*H. nitida* Mart. ex Muell. Arg.

Nelson Rosa 264; Bento Pena 755 e Benedito Ribeiro 1837

*H. paludosa* Ule

Oswaldo Nascimento 227 e Pires 13254

*H. pauciflora* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.

Nelson Rosa 265, Benedito Ribeiro 1830 e Pires 13254

*H. rigidifolia* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.  
Benedito Ribeiro (1931, 1832, 1833, 1834 e 1835)

*H. spruceana* (Benth.) Muell. Arg.  
Nelson Rosa 267; Bento Pena (757, 758 e 759).

Os corpos de prova foram previamente preparados nas dimensões de 2 x 2 x 1 cm e posteriormente submetidos ao amolecimento através de cozimento em água. No caso de *Hevea camporum*, devido ao diâmetro do caule ser muito pequeno (cerca de 1,5 cm), foi utilizado o disco inteiro com 2 cm de altura.

Foram preparadas cerca de cinco lâminas por amostra sendo que os cortes obtidos das amostras atacadas por fungos manchadores foram clarificados com hipoclorito de sódio.

Para dissociação dos elementos fibrosos foi adotado o método de Schultze citado por Shimoya (1966), sendo que, em vez do ácido nítrico concentrado, utilizou-se solução a 50% e alguns grânulos de clorato de potássio. Após a maceração, que se processou em três a cinco minutos, o material dissociado foi colocado num funil de papel de filtro para lavagem com água destilada. Posteriormente o macerado foi deixado em safranina a 1%, durante 24 a 72 horas.

Para as pontoações intervasculares, parênquimo-vasculares e raio-vasculares; diâmetro das células do parênquima axial e largura dos raios unisseriados, foram realizadas 25 medições por amostra. Na determinação do número de poros/mm<sup>2</sup> foram efetuadas 100 contagens por amostra.

Com base nos dados quantitativos foram computados os seguintes parâmetros: média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Foi utilizado o teste SNK (Student Newman and Keuls) para comparação entre médias de alguns dados histométricos como número poros/mm<sup>2</sup>, diâmetro tangencial, espessura da parede dos vasos; número de raios/mm, largura dos raios multisseriados em células; comprimento, diâmetro total, diâmetro do lumen e espessura da parede das fibras.

As fotomicrografias foram obtidas utilizando-se Tessovar-Zeiss e as fotomicrografias, os fotomicroscópios Olympus e Carl Zeiss com filme Kodak Plus-X Pan 125 ASA-22 DIN, sendo imprimidas em papel fotográfico Kodak F3 brilhante.

Os corpos de prova para as fotomicrografias foram devidamente preparados utilizando-se lixa de ferro nº 400 sob água corrente e micrótomo JUNG com navalha apropriada.

## RESULTADOS

### Características microscópicas

#### *Hevea benthamiana* Muell. Arg.

*Parênquima* formado por linhas concêntricas (1-3 células de largura), regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas e às vezes interrompidas. Há também paratraqueal escasso; séries com 3-6,8-18 células (410-934-1530  $\mu\text{m}$ ) de altura e 8-32-68  $\mu\text{m}$  de largura; cristais rombóidais raramente presentes. *Vasos* difusos, solitários (54%) múltiplos de 2 a 3 (34%), múltiplos radiais de até 12 vasos e também agrupamentos racemiformes; poucos (0-4,2-13 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (54-157-248  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos vasos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (380-820-1360  $\mu\text{m}$  de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-8-12  $\mu\text{m}$  de largura, apresentando ocasionalmente estriações semelhantes a espessamento espiralado próximo à placa de perfuração; tilos ocasionalmente presentes com pontoações simples; pontoações intervasculares grandes (8-11-16  $\mu\text{m}$ ) areoladas, alternas, contorno arredondado e poligonal; aberturas em fendas horizontais e inclusas, às vezes apresentando coalescência (uma abertura para 2-4 pontoações); pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-14-24  $\mu\text{m}$ ), pares semi-areolados e alternos, contorno poligonal a oval; pontoações raio-vasculares grandes (8-13-21  $\mu\text{m}$ ), pares semi-areolados, contorno oval, arredondado e alongado; abertura em fenda lenticular nas pontoações arredondadas. *Raios* heterogêneos, sendo que os unisseriados apresentam células eretas e quadradas, os multisseriados apresentam até três faixas de células procumbentes intercaladas por faixas de células eretas e quadradas; as margens são formadas por células eretas e quadradas; numerosos (3-8-12 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (8-28-46  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (18-42-76  $\mu\text{m}$ ) com 2-3-4 células de largura; os unisseriados são extremamente baixos (0,1-0,33-0,7 mm) com 2-6,6-14 células de altura; os multisseriados são muito baixos (0,2-0,55-1,0 mm) com 7-18-40 células de altura; grãos de sílica ocasionalmente presentes na amostra 1829. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, delgadas; curtas (0,8-1,32-1,9 mm de comprimento), médias (15-28-42 mm de largura); paredes com 1-4-7  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear e oblíqua; na interseção dos raios e das células do parênquima são conspicuamente areoladas (plano radial). *Anéis de crescimento* demarcados por faixas de fibras com paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 2).

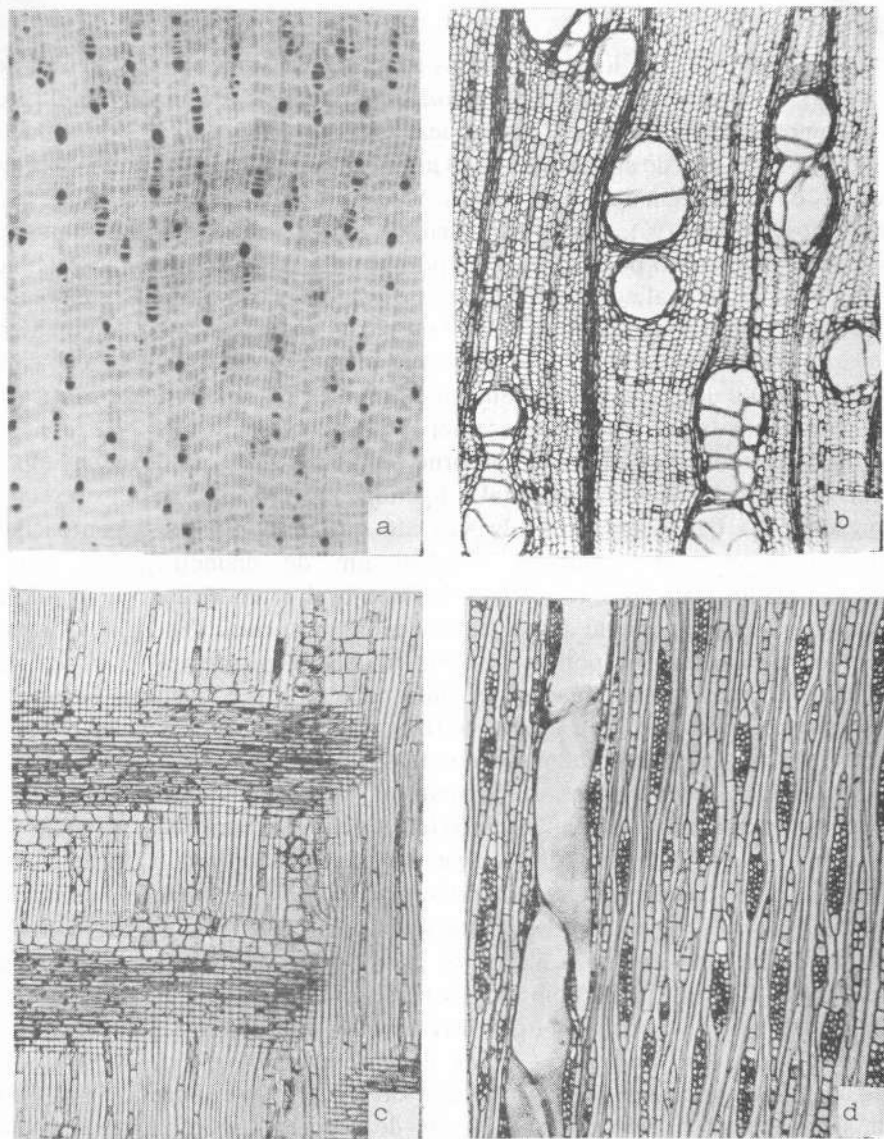


Figura 2 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. benthamiana*  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal  
c. Corte longitudinal radial (50X)  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea brasiliensis* (HBK) Muell. Arg.

*Parênquima* com linhas em faixas concêntricas (com até seis células de largura), regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas, às vezes interrompidas e anastomosadas; há também paratraqueal escasso; séries com 3-7-12 células (500-972-1500  $\mu\text{m}$ ) de altura e 10-28-48  $\mu\text{m}$  de largura; cristais muito freqüentes com até cinco câmaras por células. *Vasos* difusos, solitários (60,55%), múltiplos de 2 (31%), múltiplos radiais de até 12 vasos e ocasionalmente racemiformes; muito poucos (0-2,4-12 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (54-161-290  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos vasos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (232-803-1500  $\mu\text{m}$ ), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-7-16  $\mu\text{m}$  de largura; tilos raramente presentes e cristais ocasionalmente presentes nos tilos; pontoações intervasculares grandes (8-12-22  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas e alternas, contorno poligonal, alongado, arredondado e oval; abertura em fenda horizontal e ligeiramente oblíqua, inclusa e exclusiva apresentando coalescência envolvendo até quatro pontoações; pontoações parênquima-vasculares grandes (7-14-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro), em pares semi-areolados e alternos; contorno poligonal, oval, arredondado, alongado e triangular; ocasionalmente apresentam-se alongadas, com tendência a formar arranjos escalariformes; pontoações raio-vasculares grandes (7-12-22  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados de contorno oval, arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, oblíqua e inclusa. *Raios* heterogêneos, os unisseriados apresentam células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam predominância de células procumbentes e raramente ocorrem raios com até cinco faixas de células quadradas no meio do raio; em alguns trechos as células quadradas apresentam tendência a células latericuliformes; numerosos (6-9-15 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (15-24-40  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (22-45-73  $\mu\text{m}$ ); com 2-3,5-6 células de largura; quanto à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,1-0,42-0,9 mm), com 1-5-13 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-0,67-1,7 mm), com 6-23-69 células; *granulações arredondadas de cor avermelhada muito freqüentes*. *Fibras* libriformes, não septadas gelatinosas delgadas (finas), curtas (0,8-1,41-1,9 mm de comprimento, médias (14-25-48  $\mu\text{m}$  de largura); parede com 1-4-11  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusiva; na interseção com as células do raio e parênquima, são conspicuamente areoladas (plano radial). *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas com parede de células mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 3).



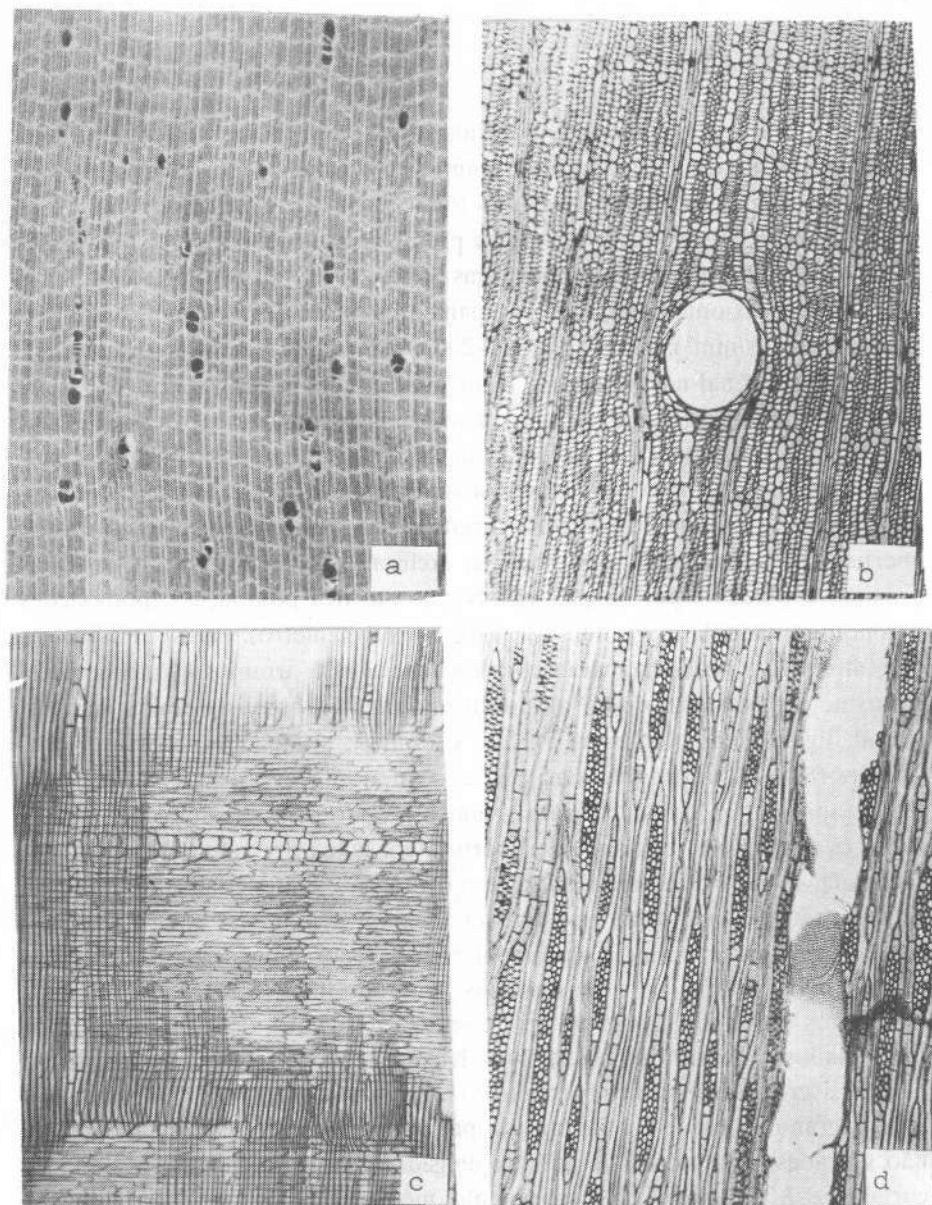


Figura 3 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. brasiliensis*  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea camargoana* Pires

*Parênquima* formado por linhas finas, concêntricas, com 1-2-células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas e contínuas. Há também paratraqueal escasso; série com 3-6-11 células (640-892-1382  $\mu\text{m}$ ) de altura e 24-37-44  $\mu\text{m}$  de largura; cristais ocasionalmente presentes até dois por células; espessamento espiralado presente nas amostras 3610 e 4945. *Vasos* difusos, solitários (41,5%) e ocasionalmente em agrupamentos racemiformes, muito poucos (0-2,4-15 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (50-103-200  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares longos (150-618-1100  $\mu\text{m}$ ), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 2-5-8  $\mu\text{m}$  de largura; tilos ocasionalmente presentes; pontoações intervasculares grandes (9-12-34  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas, alternas, contorno arredondado, poligonal, oval e alongado; abertura em fenda horizontal, inclusa, exclusiva e ocasionalmente coalescidas próximo à placa de perfuração, envolvendo até três pontoações; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-11-18  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente com tendência para arranjos escalariformes; contorno arredondado, oval alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, ligeiramente inclinada, inclusa e exclusiva; pontoações raio-vasculares grandes (8-14-19  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente apresentam tendência para arranjos escalariformes; contorno arredondado, oval alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, ligeiramente inclinada, inclusa e exclusiva. *Raios* heterogêneos; os unisseriados apresentam células eretas e quadradas, os multisseriados apresentam até quatro faixas de células procumbentes, intercaladas por células eretas e quadradas, numerosos (5-8-16 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (8-25-44  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (20-38-60  $\mu\text{m}$ ) com 2-3,6-4 células de largura; os raios unisseriados são muito baixos (0,2-0,4-1,1 mm), com 2-6-14 células de altura; os multisseriados são muito baixos (0,2-0,54-1,4 mm), com 4-13,4-34 células de altura; granulações de cor alaranjada presentes nos raios. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, de paredes delgadas com espessamento espiralado; curtas (0,8-1,29-2,1 mm) de comprimento; médias (20-33-40  $\mu\text{m}$  de largura; paredes com 2-5-8  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear e oblíqua; na interseção dos raios e das células do parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas com paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 4).

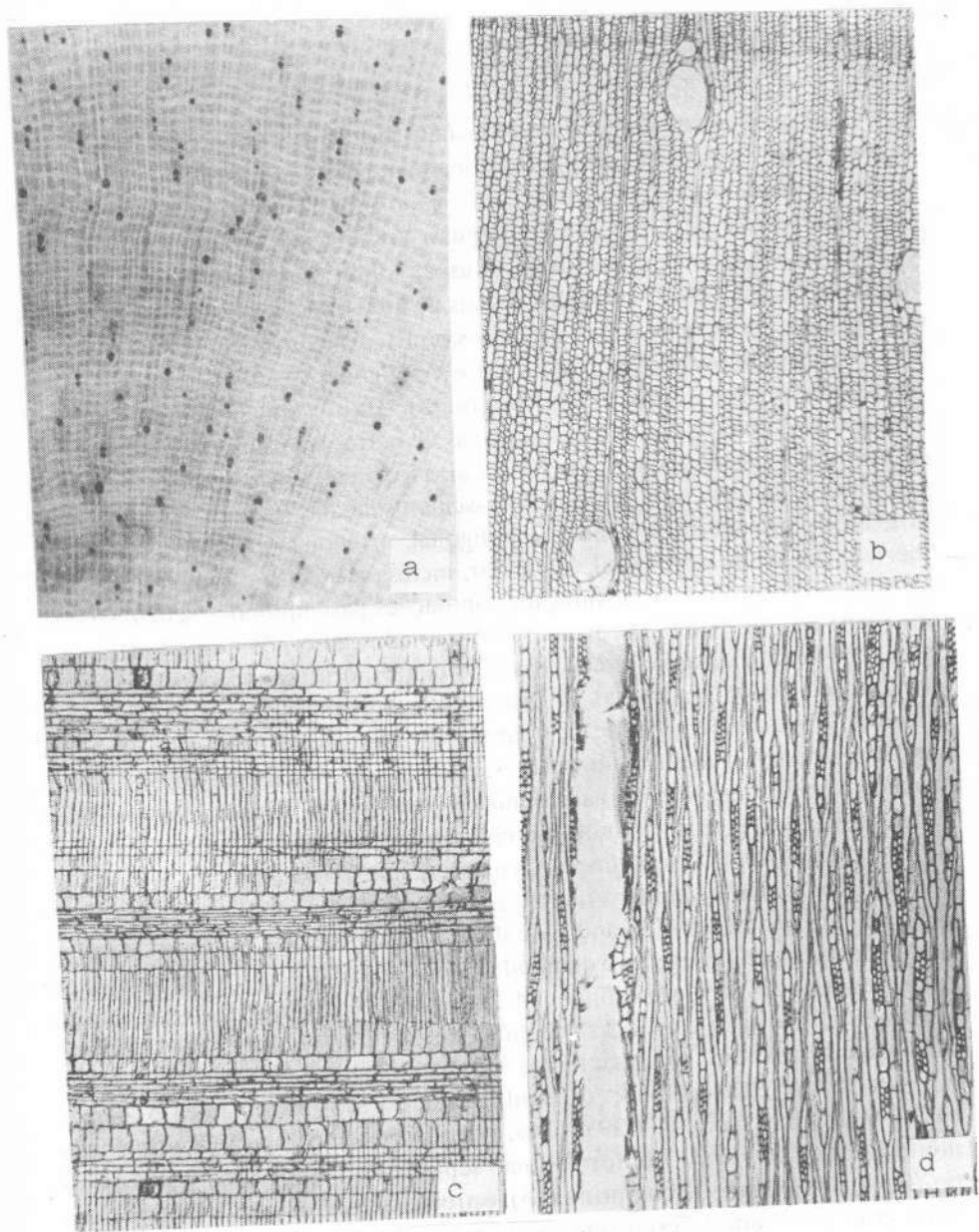


Figura 4 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. curatigouana*.  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea camporum* Ducke

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, de 1-2 células de largura, sinuosas e contínuas. Há também, ocasionalmente *parênquima* paratraqueal aliforme escasso, de extensão linear; série com 4-5,8-11 células (461-1000-1330  $\mu\text{m}$ ) de altura; e 22-31-44  $\mu\text{m}$  de largura; granulações arredondadas de cor avermelhada e abundantes. *Vasos* difusos, solitários predominantes (62%), múltiplos de 2-3 (30%), múltiplos radiais de até 10 vasos e ocasionalmente racemiformes; numerosos (1-11-32 poros/ $\text{mm}^2$ ) e médios (28-109-190  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos poros solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares longos (418-640-950  $\mu\text{m}$  de comprimento), com apêndices curtos em uma ou em ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-6-8  $\mu\text{m}$  de largura; tilos muito freqüentes, não esclerosados, com pontoações simples; pontoações intervasculares médias (8-11-14  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas, alternas, contorno poligonal, arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal, lenticular, inclusa e excluída e às vezes coalescidas próximo às placas de perfuração; pontoações *parênquimo*-vasculares grandes (7-12-20  $\mu\text{m}$  diâmetro), pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente com tendência a arranjos escalariformes; contorno arredondado e alongado, abertura em fenda horizontal, inclusa a excluída e coalescidas principalmente próximo às placas de perfuração; pontoações raio-vasculares grandes (8-12-26  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, ocasionalmente com tendência a escalariformes; contorno arredondado e triangular; abertura em fenda horizontal, inclusa, e apresentando coalescência principalmente próximo à placa de perfuração. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas; os multisseriados são compostos por células procumbentes, eretas e quadradas, apresentando até duas faixas de células procumbentes intercaladas por células eretas e quadradas; numerosos (5-10,2-15 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (14-21-32  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são muito finos (20-29-53  $\mu\text{m}$ ), com 2-2,1-4 células de largura (predominante bisseriados); quanto à altura, os unisseriados são extremamente baixos (0,08-0,39-0,7 mm), com 2-5,8-20 células; os multisseriados são extremamente baixos (0,2-0,41-0,9 mm), com 4-13-29 células; granulações de coloração avermelhada muito freqüentes. *Fibras* librifórmes, não septadas, gelatinosas e delgadas; curtas (0,5-1,10-1,60 mm de comprimento), estreitas (11-24-47  $\mu\text{m}$  de largura); paredes com 1-5-9  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa a excluída; nas intersecções com os raios são distintamente areoladas (mais evidentes na seção radial). *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas mais escuras. (Figura 5).

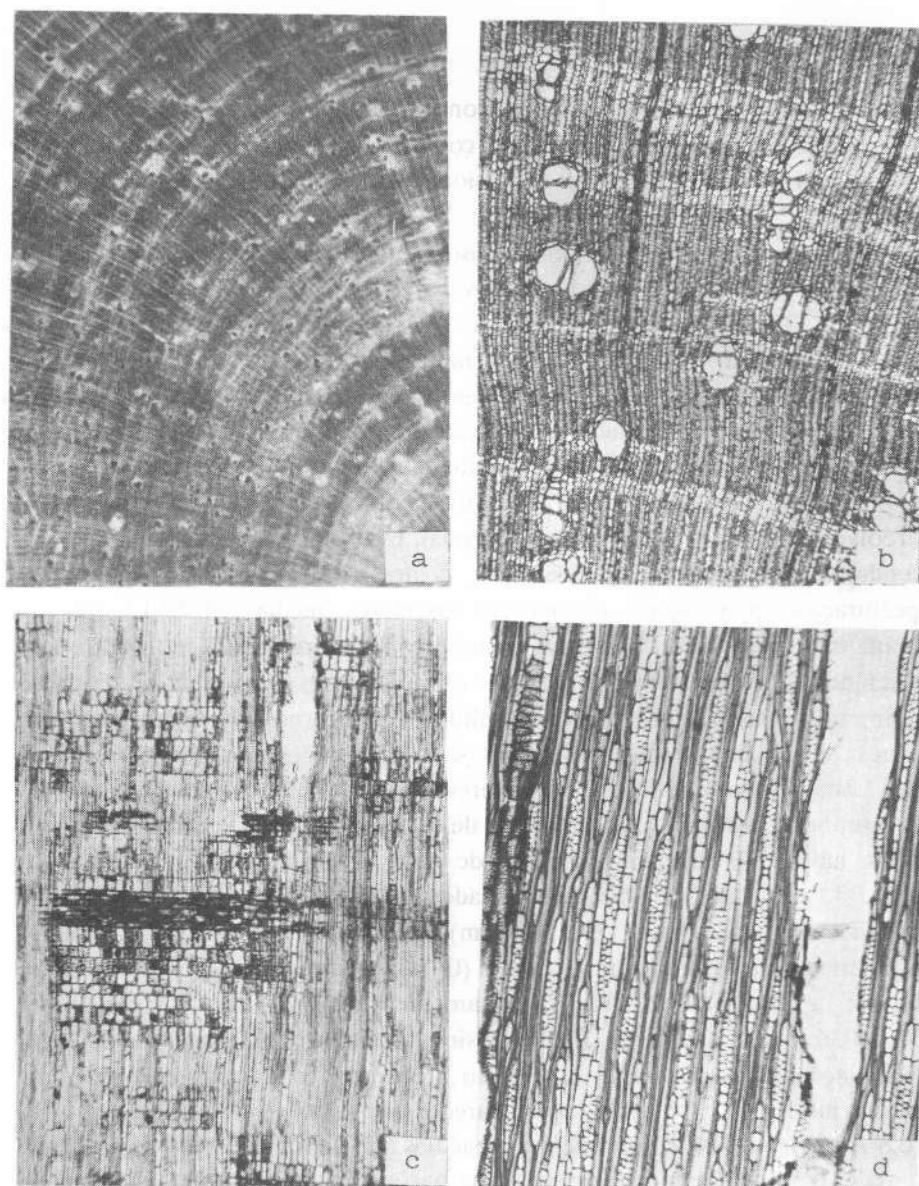


Figura 5 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. camponum*  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).



*Hevea guianensis* Aubl.

*Parênquima*, em linhas finas, concêntricas, de 1-3 células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas e às vezes interrompidas; parênquima paratraqueal escasso ocasionalmente presente; série com 5-8,8-15 células (742-912-1274  $\mu\text{m}$ ) de altura e 21-28-34  $\mu\text{m}$  de largura; cristais muito freqüentes na amostra 1620; vasos difusos; solitários (57,3%), múltiplos de 2-3 (29%), múltiplos radiais de até 11 vasos e ocasionalmente racemiformes; poucos (0-3,9-23 poros/ $\text{mm}^2$ ); médios (53-133-214  $\mu\text{m}$  de diâmetro), seção oval nos vasos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (294-753-1140  $\mu\text{m}$  de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-6-8  $\mu\text{m}$  de largura; tilos freqüentemente presentes, contendo cristais romboidais; pontoações intervasculares médias (8-10-14  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas, alternas, de contorno poligonal, oval e arredondado, abertura em fenda horizontal, inclusa e exclusiva, coalescentes próximo às placas de perfuração; pontoações parênquima-vasculares médias (8-10-12  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados e alternos; contorno oval, alongado, com tendência a escalariforme; pontoações raio-vasculares grandes (8-12-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados e alternos; contorno oval e arredondado. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas e os multisseriados apresentam até três faixas de células procumbentes, intercaladas por faixas de células eretas e quadradas; em alguns raios há tendência para formação de células latericuliformes; numerosos (6-9,5-13 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (14-20-33  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (17-32-46  $\mu\text{m}$ ), com 2-2,6-3 células de largura; os unisseriados são extremamente baixos (0,1-0,3-0,8  $\text{mm}$ ), com 2-5-14 células de altura; os multisseriados são extremamente baixos (0,2-0,48-1,3  $\text{mm}$ ), com 7-17,3-36 células de altura; cristais ocasionalmente presentes na amostra 1620; granulações de cor alaranjada muito freqüentes na amostra 752. *Fibras* libriiformes, não septadas, com paredes delgadas e gelatinosas; curtas (0,8-1,2-1,8  $\text{mm}$  de comprimento e médias (13,9-26,8-40,3  $\mu\text{m}$  de largura); paredes com 2-4-7  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em forma de fenda oblíqua, inclusa e exclusiva, contorno circular e no cruzamento com os raios e células do parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* bem distintos e demarcados por camadas de fibras achatadas tangencialmente (Figura 6).

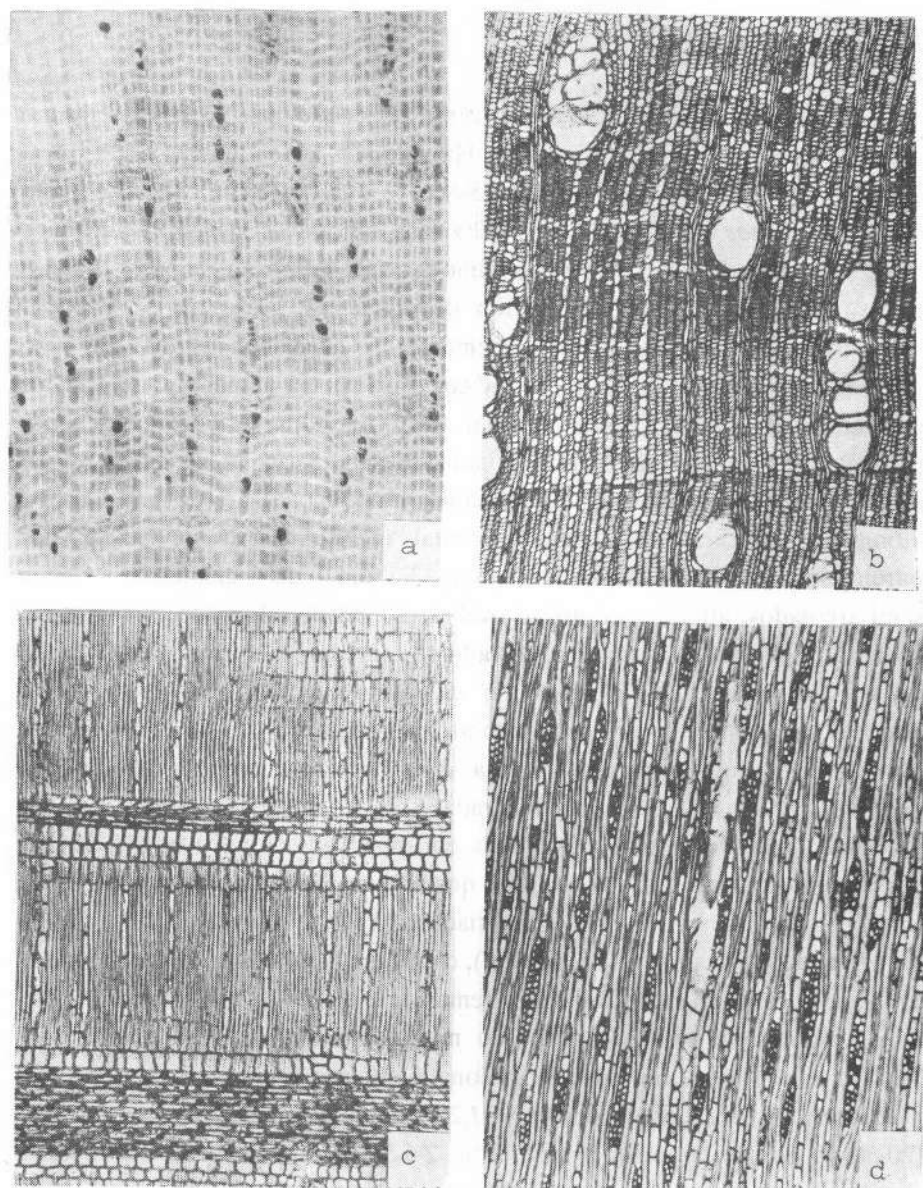


Figura 6 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. guianensis*.  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea microphylla* Ule

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, de até duas células de largura, regularmente espaçadas e sinuosas. Há também parênquima paratraqueal escasso; série com 4-7,3-22 células (475-866-1233  $\mu\text{m}$ ) de altura e 24-32-40  $\mu\text{m}$  de largura. *Vasos* difusos, solitários (50%), múltiplos de 2-3 (31,7%), múltiplos radiais de até 7 vasos e ocasionalmente racemiformes; poucos (0-2,5-8 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (52-120-196  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos poros solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares longos (200-630-1020  $\mu\text{m}$  de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; espessura da parede com 4-7-10  $\mu\text{m}$  de largura, tilos raramente presentes, com pontoações simples; pontoações intervasculares médias (8-9-16  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas, alternas, contorno poligonal, arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal inclusa e exclusiva; pontoações parênquimo-vasculares médias (8-10-13  $\mu\text{m}$  de diâmetro); pares semi-areolados, alternos; contorno oval, arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda horizontal e oblíqua, inclusa e exclusiva; pontoações raio-vasculares médias (6-10-14  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos; contorno oval, arredondado e triangular; abertura em fenda horizontal, oblíqua, inclusa e exclusiva. *Raios* heterogêneos; os unisseriados possuem células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam predominância das células horizontais em relação às eretas e quadradas; há ocasionalmente uma fileira de células quadradas no meio do raio; numerosos (5-8,7-12 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (16-20-36  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (20-33-52  $\mu\text{m}$ ), com 2-2,8-4 células de largura; quanto à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,2-0,26-0,9 mm) com 2-6-15 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-0,48-0,9 mm) com 7-17-30 células de altura; cristais ocasionalmente presentes. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas; curtas (0,6-1,27-1,6 mm de comprimento) e médias (20-31-40  $\mu\text{m}$  de largura); paredes com 2-5-7  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusiva; nos cruzamentos com os raios e células do parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas achatadas tangencialmente (Figura 7).



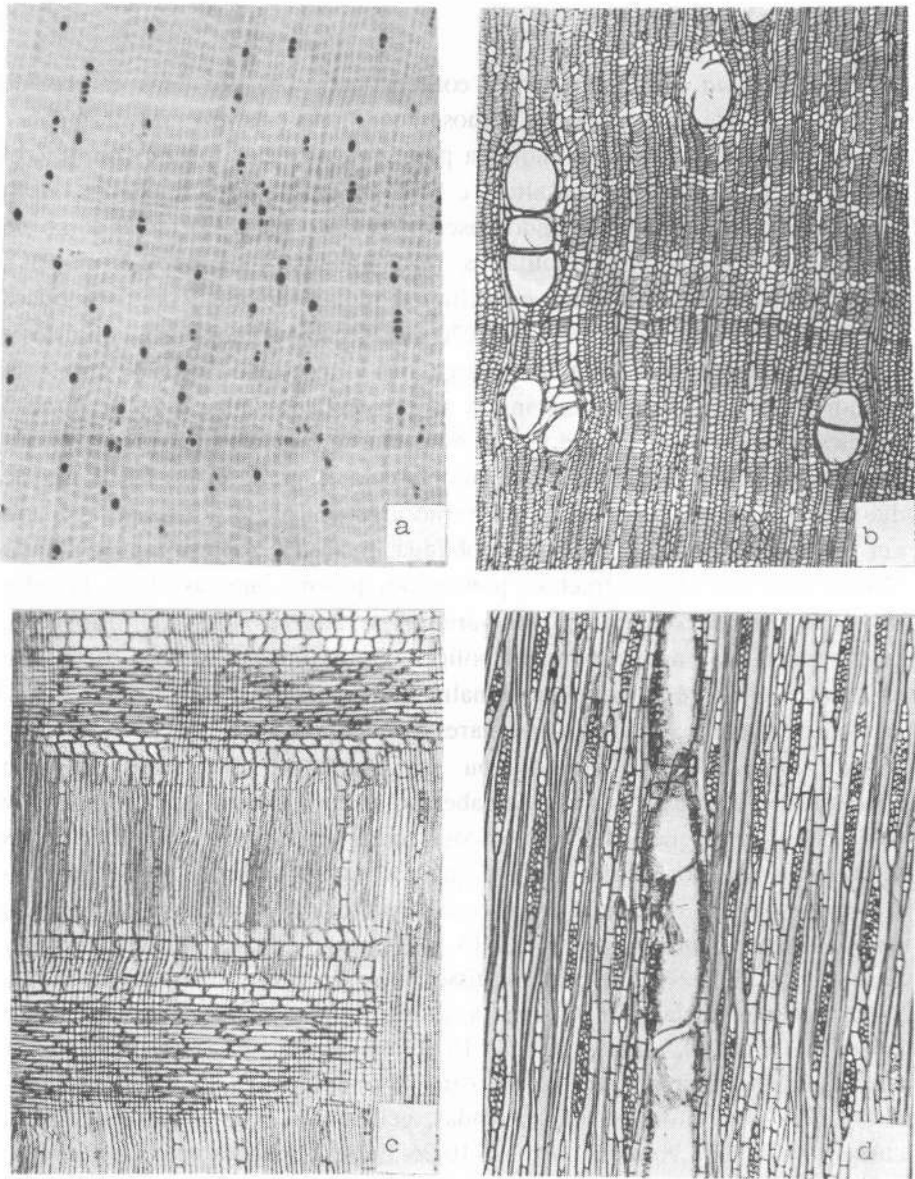


Figura 7 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. microphylla*.  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea nitida* Mart ex Muell. Arg.

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas e às vezes interrompidas. Há também presença de parênquima paratraqueal escasso; série com 4-7-13 células (579-932-1204  $\mu\text{m}$ ) de altura e 14-26-36  $\mu\text{m}$  de largura; cristais muito freqüentes na amostra 264, sendo observados tanto no plano radial como no tangencial. *Vasos* difusos, solitários (52,3%), múltiplos de 2-3 (36,7%), ocasionalmente racemiformes e múltiplos radiais de até 7 vasos; poucos (0-5-14 poros/ $\text{mm}^2$ ); médios (57-140-270  $\mu\text{m}$ ), seção oval nos poros solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares longos (320-739-1200  $\mu\text{m}$ ), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-6-10  $\mu\text{m}$  de largura; tilos presentes nas amostras 264 e 1837; pontoações intervasculares grandes (10-12-17  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas e alternas, contorno arredondado e poligonal, abertura em fenda horizontal, ligeiramente oblíqua, inclusa e excluída, apresentando coalescência em alguns trechos; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-12-18  $\mu\text{m}$  de diâmetro); semi-areoladas, alternas, de contorno oval, arredondado e alongado, às vezes poligonal; abertura em fenda horizontal e oblíqua, inclusa, excluída e ocasionalmente coalescidas, envolvendo até 2 pontoações; pontoações raio-vasculares grandes (8-12-18  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos ou irregularmente dispostos; contorno arredondado, alongado e triangular; abertura inclusa, excluída e ocasionalmente coalescidas envolvendo até 3 pontoações. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam até quatro faixas de células horizontais intercaladas por faixas de células latericuliformes; numerosos (6-9,7-13 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (17-19-28  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (21-33-48  $\mu\text{m}$ ), com 2-2,8-5 células de largura. Quanto à altura os raios unisseriados são muito baixos (0,08-0,29-0,7 mm), com 2-6-15 células; cristais e granulações de cor alaranjada muito freqüentes na amostra 264, sendo mais evidentes no corte radial. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas e de paredes delgadas; curtas (0,60-1,27-1,90 mm), médias (16-26-39  $\mu\text{m}$ ); paredes com 2-4-6  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e de contorno circular; nas interseções com os raios e células do parênquima axial são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por camadas de fibras achatadas tangencialmente (Figura 8).

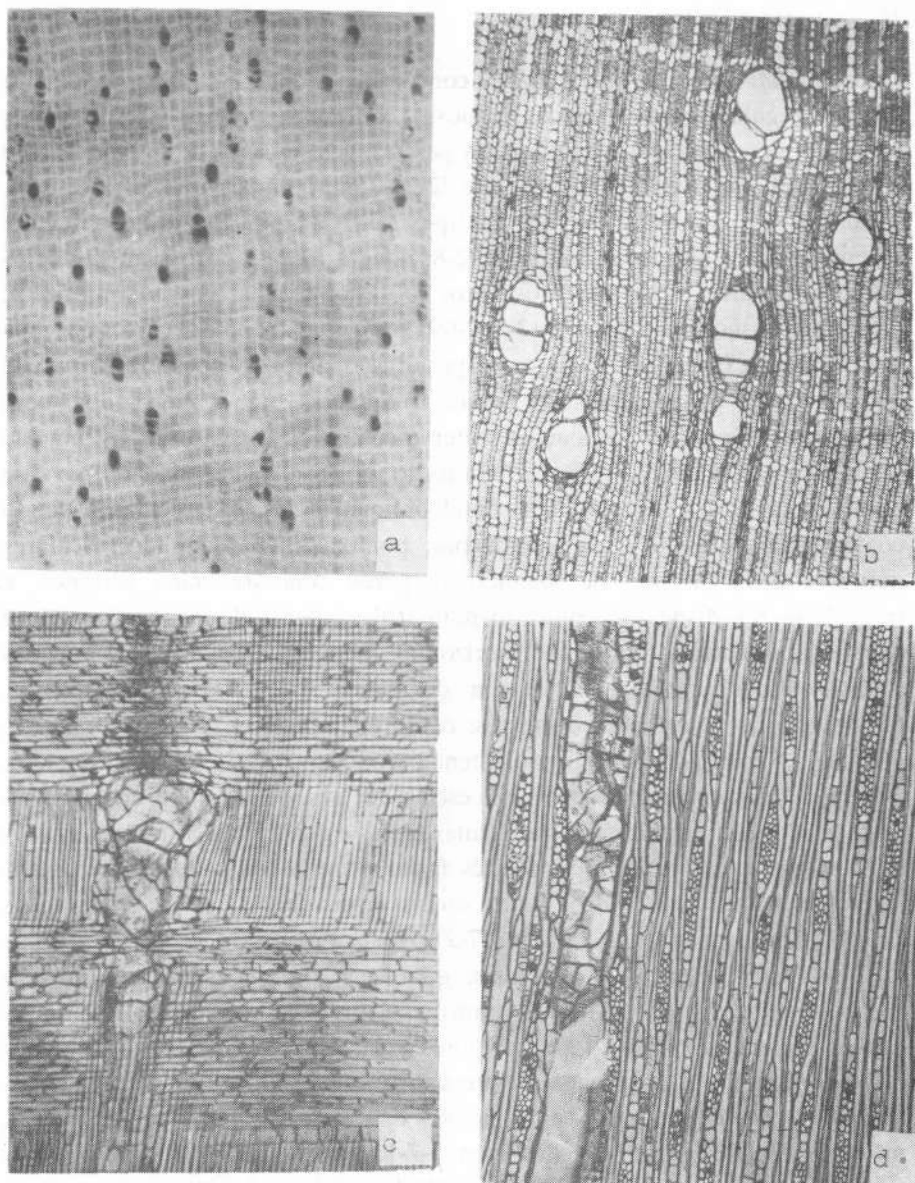


Figura 8 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. nitida*.  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea paludosa* Ule

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas, contínuas, às vezes interrompidas; ocasionalmente ocorre o parênquima paratraqueal escasso; série com 4-5,6-8 células (480-790-1050  $\mu\text{m}$ ) de altura e 22-28-35  $\mu\text{m}$  de largura. *Vasos* difusos, solitários em maioria (66%), múltiplos de 2-3 (23%), ocasionalmente racemiformes e múltiplos radiais de 2-8; poucos (0-3-15 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (66-105-161  $\mu\text{m}$ ); seção oval nos poros solitários e achatadas nos múltiplos; elementos vasculares longos (313-682-696  $\mu\text{m}$ ), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede de 4-5-8  $\mu\text{m}$  de largura; tilos muito freqüentes, não esclerosados, com pontoações simples; pontoações intervasculares médias (8-10-13  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas e alternas; contorno poligonal, arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal, oblíqua, inclusa e lenticular, havendo coalescência com até duas pontoações; pontoações parênquimo-vasculares grandes (9-12-16  $\mu\text{m}$  de diâmetro); pares semi-areolados alternos e irregularmente dispostos, contorno poligonal, oval, arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda horizontal, oblíqua e inclusa; pontoações raio-vasculares médias (8-9-13  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, e irregularmente dispostos; contorno poligonal, oval arredondado, alongado e triangular; abertura em fenda lenticular, oval inclinada e inclusa, com tendência a formar arranjos escalariformes. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos por células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam, ocasionalmente, até três faixas estreitas de células horizontais, intercaladas por faixas de células eretas e quadradas; pouco numerosos (4-7,4-12 raios/ $\text{mm}$ ); muito finos (17-25-34  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (24-40-72  $\mu\text{m}$ ) com 2-2,4-3 células; quanto à altura os unisseriados são extremamente baixos (0,06-0,3-0,4  $\text{mm}$ ), com 2-4-6 células; os multisseriados são extremamente baixos (0,3-0,54-0,8  $\text{mm}$ ), com 6-12,3-18 células; granulações de cor vermelha e arredondadas presentes. *Fibras* libiformes não septadas, abundantemente gelatinosas e de paredes delgadas; curtas (0,8-1,22-1,8  $\text{mm}$ ), médias (17-30-39  $\mu\text{m}$ ); paredes com 5-7-11  $\mu\text{m}$  de diâmetro; pontoações simples, abertura em fenda linear, vertical e exclusiva; na interseção com as células do raio e parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* bem distintos e demarcados por camadas de fibras achatadas tangencialmente (Figura 9).

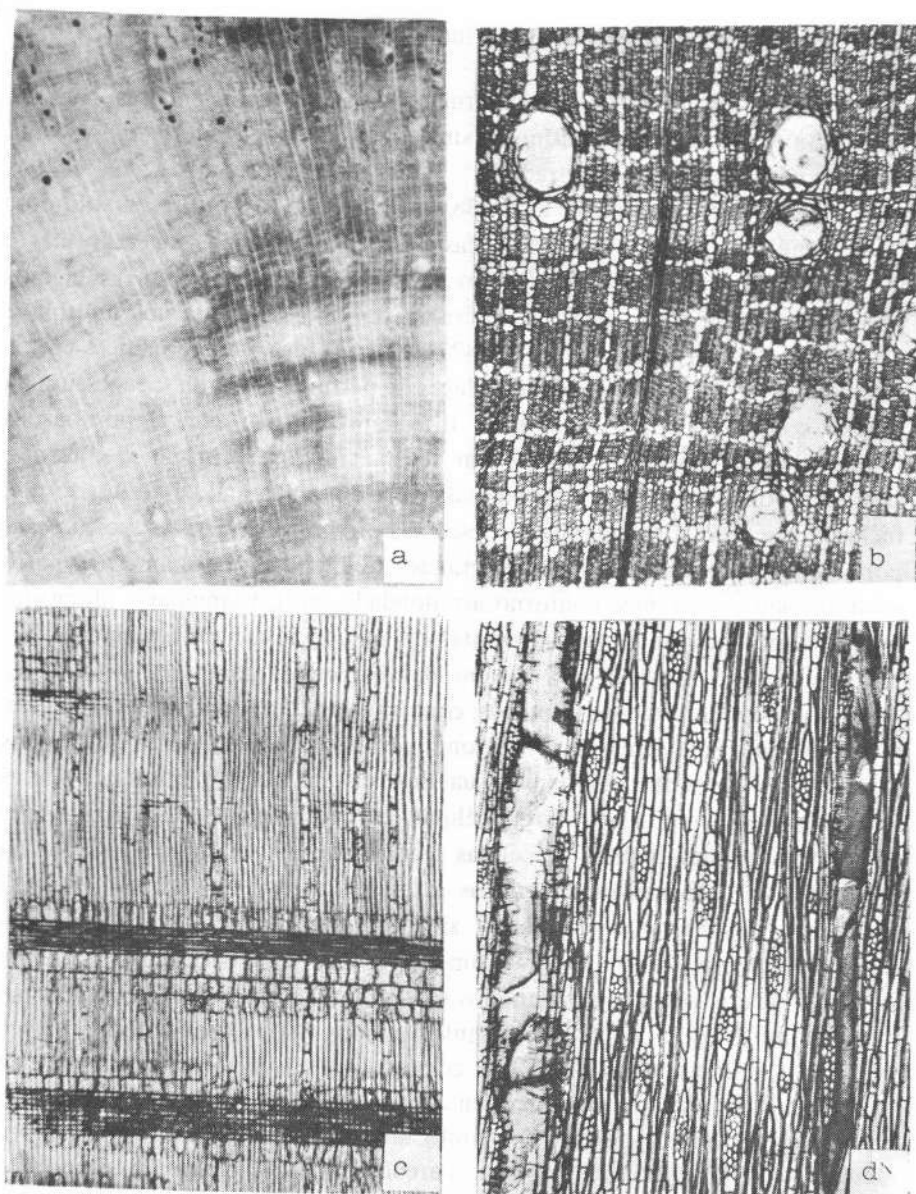


Figura 9 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. paludosa*.  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).



*Hevea pauciflora* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.

*Parênquima* linhas finas, regularmente espaçadas, concêntricas, com até duas células de largura, contínuas, sinuosas e às vezes interligando-se; há também parênquima paratraqueal escasso, série com 3-5-7 células (574-888-1260  $\mu\text{m}$ ) de altura e 21-28-38  $\mu\text{m}$  de largura. *Vasos* difusos, solitários (59%), múltiplos de 2-3 (33,7%), ocasionalmente múltiplos racemiformes e múltiplos radiais de até 6 vasos; muito poucos (0-2,3-10 poros/ $\text{mm}^2$ ) e médios (40-164-250  $\mu\text{m}$ ); seção oval nos poros solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares muito longos (427-762-1470  $\mu\text{m}$ ), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-7-12  $\mu\text{m}$  de largura; tilos raramente presentes; pontoações intervaskulares grandes (8-14-19  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas e alternas; contorno poligonal, oval e alongado; abertura em fenda lenticular, horizontal, inclusa e exclusiva, apresentando coalescência próximo às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-11-13  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, contorno arredondado, oval, triangular e alongado; abertura em fenda lenticular, horizontal, oblíqua, inclusa e exclusiva; pontoações raio-vasculares grandes (8-12-16  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos ou irregularmente dispostos; contorno oval, arredondado e triangular; abertura em fenda lenticular, horizontal e oblíqua. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos em sua maioria até quatro faixas de células procumbentes, intercaladas por células eretas e quadradas; geralmente apresentam predominância de células procumbentes e em alguns trechos há tendência para formação de células latericuliformes; numerosos (6-9,4-13 raios/ $\text{mm}$ ); os raios unisseriados são muito finos (11-18-25  $\mu\text{m}$ ), os multisseriados são finos (13-28-42  $\mu\text{m}$ ), com 2-2,6-4 células, de largura; com relação à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,07-0,24-0,6 mm), com 2-4,8-11 células; os multisseriados são extremamente baixos (0,2-0,44-1,1 mm), com 7-9,2-50 células; granulações arredondadas de coloração alaranjada muito freqüentes nos raios. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, delgadas a muito delgadas; curtas (0,8-1,38-1,9 mm), médias (20-28-39  $\mu\text{m}$  de largura); paredes com 2-4-7  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples, abertura em fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusiva. Na interseção das células dos raios e parênquima são conspicuamente areoladas. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas achatadas tangencialmente (Figura 10).

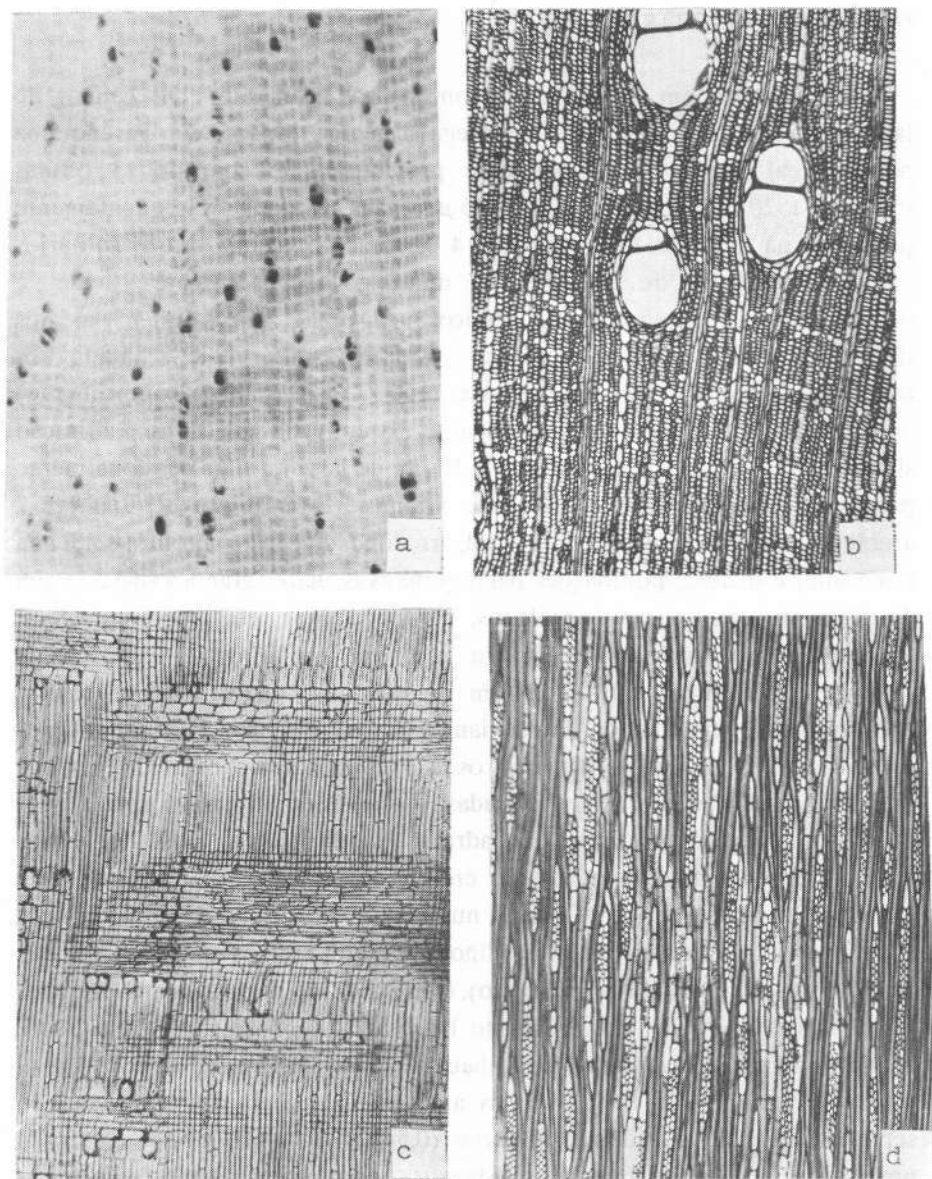


Figura 10 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. pauciflora*.

- a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
- b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
- c. Corte longitudinal radial (50X).
- d. Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea rigidifolia* Spruce ex Benth.

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, sinuosas, contínuas e regularmente espaçadas. Parênquima paratraqueal escasso ocasionalmente presente; série com 4-7-13 células (570-968-1520  $\mu\text{m}$ ) de altura e 20-28-45  $\mu\text{m}$  de largura; cristais freqüentemente presentes na amostra 1832, com até 4 câmaras por célula. *Vasos* solitários (43,8%), múltiplos de 2-3 (40,8%), múltiplos radiais de até 9 vasos e ocasionalmente racemiformes; poucos (0-4,9-20 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (81-159-294  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos solitários e achatada nos múltiplos; elementos vasculares longos (150-735-1206  $\mu\text{m}$  de comprimento) com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; espessura da parede com 4-6-10  $\mu\text{m}$  de largura; tilos ocasionalmente presentes; pontoações intervasculares grandes (8-12-18  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas, alternas; contorno poligonal, arredondado e oval; abertura em fenda horizontal e inclusa; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-12-18  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, contorno oval, elíptico, alongado e triangular com tendência a formar arranjos escalariformes; pontuações raio-vasculares grandes (8-12-19  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, contorno oval, elíptico, alongado e triangular, com tendência a formar arranjos escalariformes. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são constituídos em sua maioria por células erectas e quadradas; os multisseriados são formados por células procumbentes, eretas e quadradas, havendo três faixas de células horizontais intercaladas por células eretas e quadradas. Há tendência para formação de células latericuliformes; numerosos (4-10,3-15 raios/ $\text{mm}$ ); quanto à largura, os unisseriados são muito finos (12-20-32  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são muito finos (15-29-49  $\mu\text{m}$  de diâmetro), com 2-2,4-3 células; quanto à altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,0-0,36-0,7 mm) com 2-6-12 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-0,62-1,55 mm); com 7-19,6-49 células; cristais muito freqüentes na amostra 1832. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas e delgadas; curtas (0,5-1,2-1,82 mm), médias (11-26-40  $\mu\text{m}$ ); paredes com 3-5-12  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples com fenda linear, oblíqua, inclusa e conspicuamente areoladas nas interseções das células do raio e parênquima. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas de paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 11).



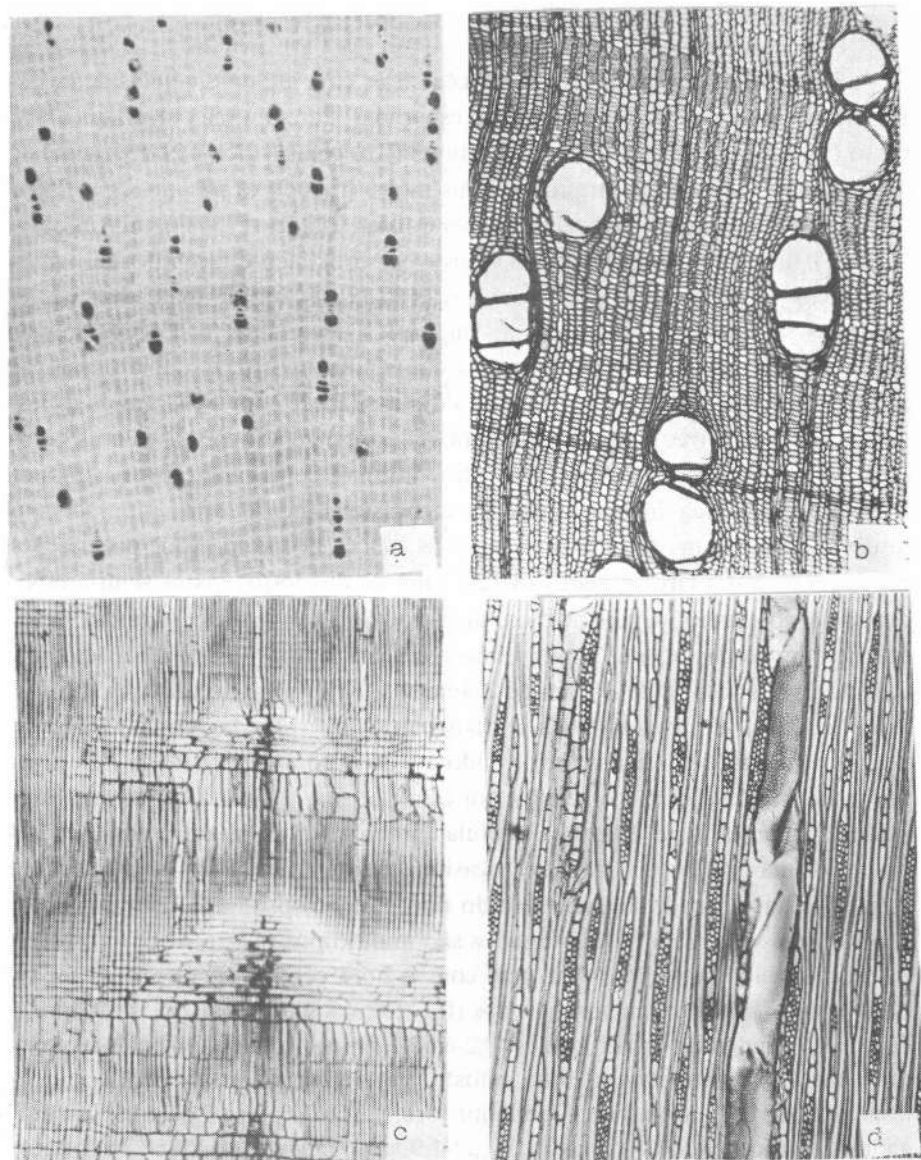


Figura 11 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. rigidifolia*

- Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.
- Aspecto microscópico (50X) corte transversal.
- Corte longitudinal radial (50X).
- Corte longitudinal tangencial (50X).

*Hevea spruceana* (Benth.) Muell. Arg.

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, com até duas células de largura, contínuas, sinuosas e regularmente espaçadas. *Parênquima* paratraqueal escasso ocasionalmente presente; série com 3-7-10 células (450-891-1350  $\mu\text{m}$ ) de altura e 18-29-40  $\mu\text{m}$  de largura; cristais muito freqüentes nas amostras 757 e 758, com até 6 câmaras por célula. *Vasos* difusos solitários (56%), múltiplos de 2 (31%), múltiplos radiais de até 8 vasos e ocasionalmente racemiformes; muito poucos (0-2,3-9 poros/ $\text{mm}^2$ ), médios (44-133-204  $\mu\text{m}$  de diâmetro); seção oval nos solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares longos (377-748-1100  $\mu\text{m}$  de comprimento), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades; placas de perfuração simples; parede com 4-6-8  $\mu\text{m}$  de espessura; tilos muito freqüentes na amostra 758; pontoações intervasculares grandes (8-11-15  $\mu\text{m}$  de diâmetro), areoladas, alternas; contorno arredondado, poligonal, oval, fenda inclusa e exclusiva e, ocasionalmente, apresentando coalescência em alguns trechos próximos às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares grandes (8-12-17  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, ovais, arredondados, alongados e triangulares. Algumas vezes apresentam-se coalescidas, envolvendo até duas pontoações; pontoações raio-vasculares grandes (8-13-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro), pares semi-areolados, alternos, arredondados, alongados, ovais e triangulares; abertura inclusa e exclusiva e, ocasionalmente, coalescidas envolvendo até duas pontoações. *Raios* heterogêneos; os unisseriados são formados por células eretas e quadradas; os multisseriados apresentam até 4 faixas de células procumbentes, intercaladas com faixas de células eretas e quadradas; ocasionalmente apresentam uma fileira de células eretas e quadradas no meio do raio; numerosos (7-10,4-14 raios/ $\text{mm}$ ); quanto à largura os raios unisseriados são muito finos (17-26-44  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são finos (19-34-52  $\mu\text{m}$ ) com 2-2,6-4 células; quanto à altura os unisseriados são extremamente baixos (0,1-0,37-0,7 mm), com 2-6,5-20 células; os multisseriados são muito baixos (0,2-0,62-1,5 mm), com 6-19-42 células; cristais ocasionalmente presentes na amostra 758; presença de granulações arredondadas de cor alaranjada. *Fibras* libriformes, não septadas, gelatinosas, delgadas a muito delgadas, curtas (0,8-1,24-1,9 mm), médias (17-34-57  $\mu\text{m}$ ); paredes com 2-3-7  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples com fenda linear, oblíqua, inclusa e exclusiva, porém distintamente areoladas no cruzamento com as células dos raios e parênquima axial. *Anéis de crescimento* demarcados por zonas fibrosas de paredes mais espessas e achatadas tangencialmente (Figura 12).

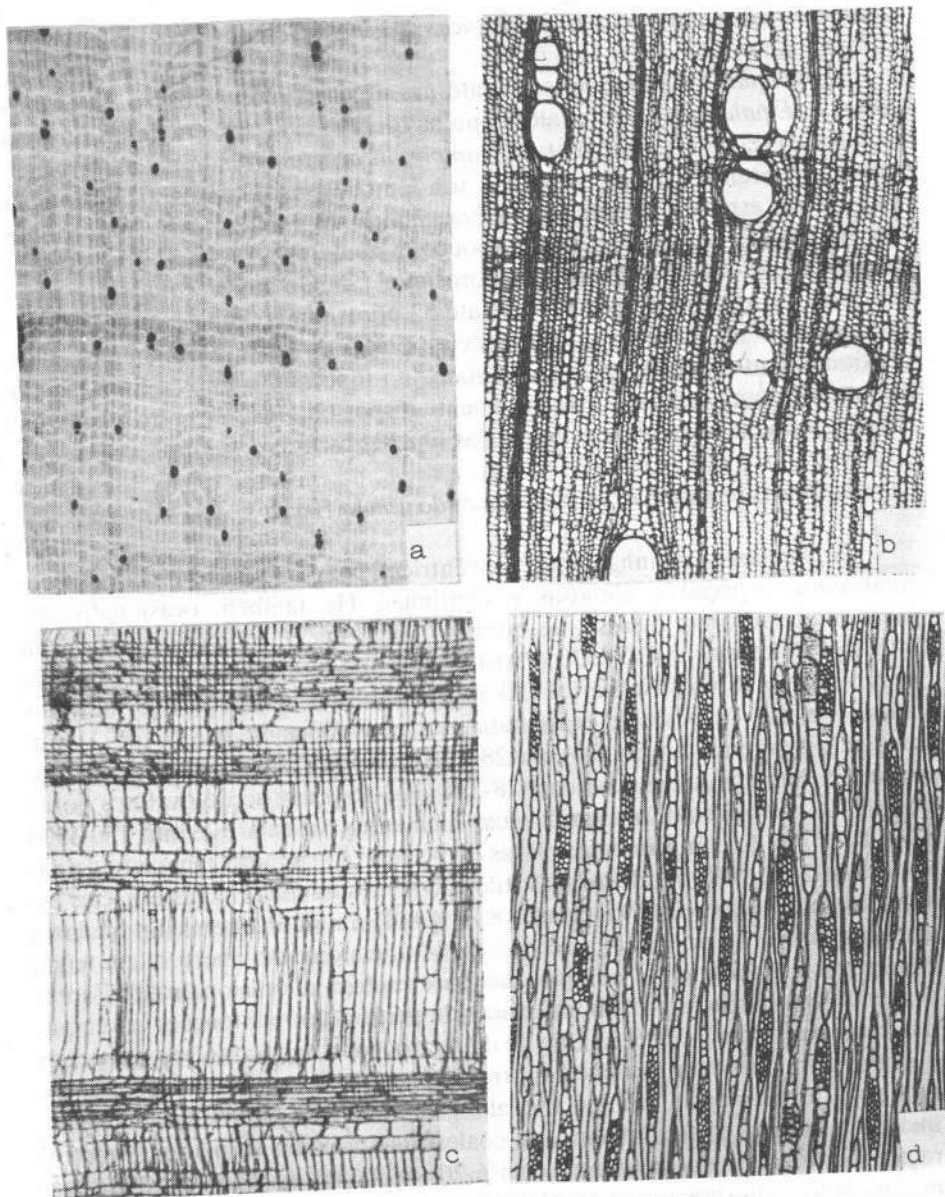


Figura 12 - Aspectos anatômicos do xilema secundário de *H. spruceana*  
a. Aspecto macroscópico (10X) corte transversal.  
b. Aspecto microscópico (50X) corte transversal.  
c. Corte longitudinal radial (50X).  
d. Corte longitudinal tangencial (50X).

### Características anatômicas macroscópicas do gênero *Hevea*

*Parênquima* distinto só sob lente nas espécies *H. camporum*, *H. camargoana* e *H. paludosa* e visível a olho nu nas demais espécies; em linhas finas na maioria das espécies, porém em *H. camporum* ocorre parênquima aliforme escasso, de extensão linear, visível só sob lente. *Poros* distintos a olho nu na maioria das espécies, à exceção de *H. camporum*. *H. paludosa* e *H. camargoana* que são visíveis só sob lente; muito poucos a numerosos (1,4 a 32 poros/mm<sup>2</sup>), em média poucos a médios (2,3-11 poros/mm<sup>2</sup>), sendo que *H. camporum* apresenta maior número de poros/mm<sup>2</sup> (até 32 poros/mm<sup>2</sup>); linhas vasculares distintas a olho nu na maioria das espécies; placas de perfuração simples; tilos ocasionalmente a muito frequentes. *Raios* no topo muito finos a finos, sendo que na face tangencial são irregularmente dispostos. *Anéis de crescimento* distintos a olho nu e demarcados por zonas fibrosas escuras.

### Características anatômicas microscópicas do gênero *Hevea*

*Parênquima* em linhas finas, concêntricas, com 1-3 células de largura, regularmente espaçadas, sinuosas e contínuas. Há também ocasionalmente parênquima aliforme escasso, de extensão linear em *H. camporum*; série com 3-18 (5-8,8) células e 410-1530 (790-1000 µm) de altura; 8-61 (26-37 µm) de largura. *Vasos* difusos, solitários (30-54%), múltiplos de 2-3 (34%), múltiplos radiais de até 12 vasos e ocasionalmente racemiformes; 0-32 (2,3-11) poros/mm<sup>2</sup>; diâmetro tangencial com 28-294 (103-164) µm; seção oval nos poros/mm<sup>2</sup>; diâmetro tangencial com 28-294 (103-164) µm; seção oval nos poros solitários e poligonal nos múltiplos; elementos vasculares com 150-1500 (618-820) µm de comprimento; placas de perfuração simples; espessura da parede com 2-16 (5-8) µm de largura; tilos presentes na maioria das espécies estudadas; pontoações intervasculares 8-34 (9-14) µm de diâmetro, areoladas a alternas; contorno poligonal arredondado, oval e alongado; abertura em fenda horizontal a ligeiramente oblíqua, inclusa e excusa e, ocasionalmente, apresentando coalescência próximo às placas de perfuração; pontoações parênquimo-vasculares com 7-30 (9-13) µm de diâmetro, pares semi-areolados, alternos e ocasionalmente com tendência a arranjos escalariformes; contornos poligonal, oval, arredondado, triangular e alongado; abertura em fenda horizontal, inclusa e excusa e, ocasionalmente, coalescidas próximo às placas de perfuração; pontoações raiovasculares com 6-26 (9-14) µm de diâmetro; pares semi-areolados, alternos e, ocasionalmente, com tendência a escalariforme; contornos poligonal, oval, arredondado, triangular e alongado; abertura em fenda horizontal; inclusa a excusa e, ocasionalmente, apresentando coalescência próximo às placas de perfuração. *Raios* heterogêneos, sendo os unisseriados

constituídos por células eretas e quadradas e os multisseriados apresentam na maioria das espécies até quatro faixas de células; 3-16 (7,4-10,4) raios/mm; os raios unisseriados são muito finos (18-28  $\mu\text{m}$ ); os multisseriados são muito finos a finos (28-45  $\mu\text{m}$ ) com 2 a 3,5 células de largura; quanto a altura, os raios unisseriados são extremamente baixos (0,24-0,42 mm) com 4-6,6 células; os multisseriados são extremamente baixos a baixos (0,41-0,67 mm), com 12-23 células; cristais ocasionalmente presentes e granulações de cor alaranjada e avermelhada muito freqüentes em *H. benthamiana* e *H. brasiliensis* respectivamente; grãos de sílica presentes em *H. benthamiana* (Figura 13); Fibras libri-formes, não septadas, gelatinosas e delgadas; presença de espessamento espiralado na parede das fibras de alguns espécimes de *H. camargoana*; curtas (1,1-1,4 mm), médias (25-34  $\mu\text{m}$ ); parede com 3-7  $\mu\text{m}$  de espessura; pontoações simples e abertura em fenda linear e oblíqua; na intersecção com as células do raio e parênquima, são conspicuamente areoladas. Anéis de crescimento demarcados por zonas fibrosas com a parede das células mais espessas e achatadas tangencialmente.

**Chave dicotômica para separação das espécies de *Hevea* com base nos caracteres anatômicos quantitativos da madeira.**

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1.a - Diâmetro médio dos vasos até 109 $\mu\text{m}$                                     | 2                      |
| 1.b - Diâmetro médio dos vasos de 120-164 $\mu\text{m}$                                  | 4                      |
| 2.a - Até 32 poros/mm <sup>2</sup> (em média 11 poros/mm <sup>2</sup> )                  | <i>H. camporum</i>     |
| 2.b - Até 15 poros/mm <sup>2</sup> (em média 2,4-3 poros/mm <sup>2</sup> )               | 3                      |
| 3.a - Fibras com espessura das paredes de 2-8 $\mu\text{m}$ (em média 5 $\mu\text{m}$ )  | <i>H. camargoana</i>   |
| 3.b - Fibras com espessura das paredes de 5-11 $\mu\text{m}$ (em média 7 $\mu\text{m}$ ) | <i>H. paludosa</i>     |
| 4.a - Raios multisseriados com até 69 células de altura<br>(em média 23 células)         | <i>H. brasiliensis</i> |
| 4.b - Raios multisseriados com até 52 células de altura (em média 12-20)                 | 5                      |
| 5.a - Diâmetro médio dos vasos 120-140 $\mu\text{m}$                                     | 6                      |
| 5.b - Diâmetro médio dos vasos 157-164 $\mu\text{m}$                                     | 9                      |
| 6.a - Raios multisseriados com 42-52 células de altura                                   | 7                      |
| 6.b - Raios multisseriados com até 36 células de altura                                  | 8                      |
| 7.a - Raios unisseriados com largura até 44 $\mu\text{m}$                                | <i>H. spruceana</i>    |
| 7.b - Raios unisseriados com largura até 28 $\mu\text{m}$                                | <i>H. nitida</i>       |
| 8.a - Raios multisseriados freqüentemente com 2-3 células de largura                     | <i>H. guianensis</i>   |
| 8.b - Raios multisseriados freqüentemente com 3 células de largura                       | <i>H. microphylla</i>  |
| 9.a - Raios multisseriados com largura média de 42 $\mu\text{m}$                         | <i>H. benthamiana</i>  |
| 9.b - Raios multisseriados com largura média de 28-29 $\mu\text{m}$                      | 10                     |
| 10.a - Raios multisseriados com altura média de 0,62 mm                                  | <i>H. rigidifolia</i>  |
| 10.b - Raios multisseriados com altura média de 0,44 mm                                  | <i>H. pauciflora</i>   |

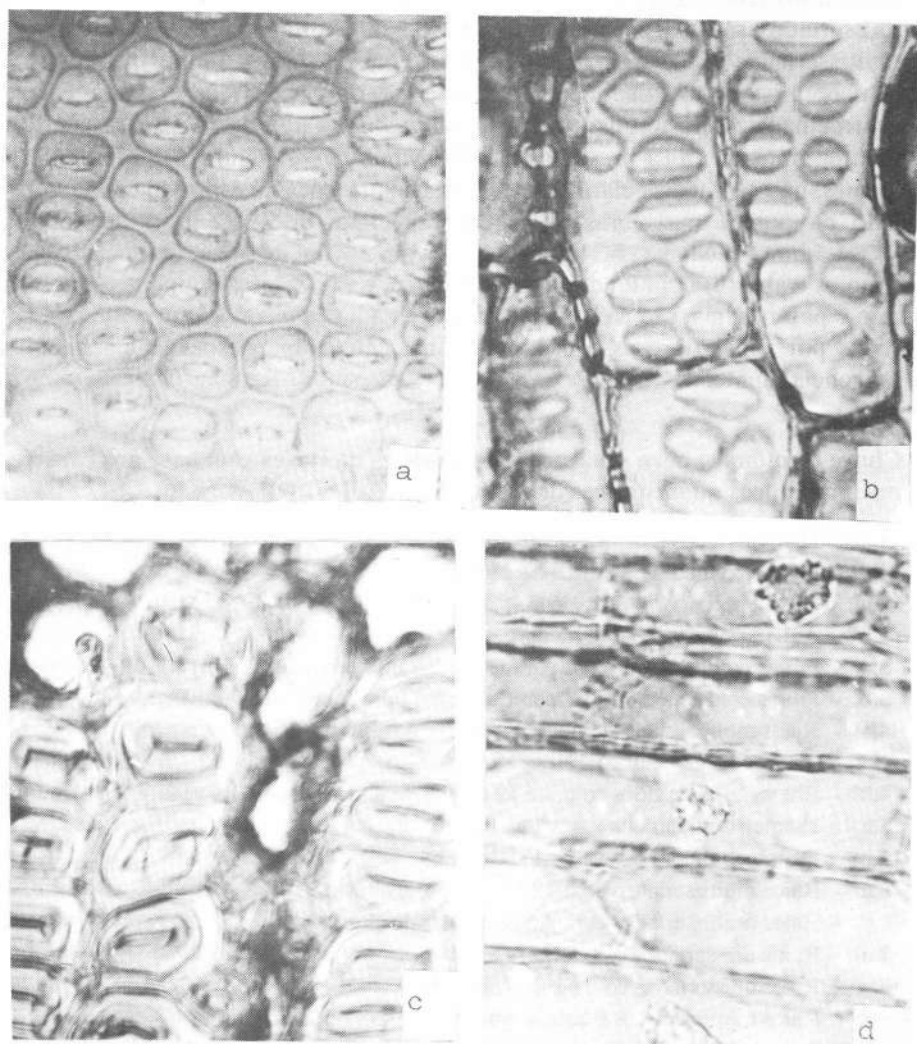


Figura 13 - Detalhe do xilema secundário do gênero *Hevea*: mostrando as pontoações intervasculares (a), parênquimo-vasculares, (b), fibras gelatinosas, (c) e grãos de sílica nos raios (d).



*Análise estatística (Teste SNK)*

No Teste SNK (Student Newman and Keuls) as espécies estudadas foram consideradas como tratamentos e, para facilitar a sua conclusão, as espécies foram colocadas em ordem alfabética e enumeradas da seguinte maneira:

T<sub>1</sub> - *H. benthamiana*

T<sub>2</sub> - *H. brasiliensis*

T<sub>3</sub> - *H. camargoana*

T<sub>4</sub> - *H. camporum*

T<sub>5</sub> - *H. guianensis*

T<sub>6</sub> - *H. microphylla*

T<sub>7</sub> - *H. nitida*

T<sub>8</sub> - *H. paludosa*

T<sub>9</sub> - *H. pauciflora*

T<sub>10</sub> - *H. rigidifolia*

T<sub>11</sub> - *H. spruceana*

Os resultados são demonstrados na Tabela 1 e as espécies ou tratamentos que estão unidos pelas barras horizontais não apresentam diferenças significativas entre si.

Verificou-se que na maioria das espécies estudadas a espessura das paredes dos vasos é um elemento fraco para separá-las. No caso das fibras, as diferenças entre espécies também são pequenas, à exceção de *H. paludosa* com fibras de paredes mais espessas e *H. spruceana* com paredes mais finas.

Tabela 1 - Resultado da análise estatística comparando as médias das espécies estudadas utilizando o Teste SNK (nível de significância 0,05).

Número de poros/mm <sup>2</sup>										
T <sub>4</sub>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>11</sub></u>
Diâmetro tangencial dos vasos em µm										
<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>
Espessura da parede dos vaos (em µm)										
<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>
Número de raios por mm										
<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>
Largura dos raios multisseriados em células										
<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>
Comprimento das fibras em mm										
<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>
Diâmetro total das fibras (em µm)										
<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>
Diâmetro do lúmen (em µm) das fibras										
<u>T<sub>11</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>
Espessura da parede das fibras (em µm)										
<u>T<sub>8</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>4</sub></u>	<u>T<sub>6</sub></u>	<u>T<sub>10</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>5</sub></u>	<u>T<sub>7</sub></u>	<u>T<sub>9</sub></u>	<u>T<sub>11</sub></u>



Tabela 2 - Ficha biométrica dos vasos das 11 espécies de *Hevea* estudadas.

Espécies	Nº Poros/mm <sup>2</sup>					Ø tangencial				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
<i>H. benthamiana</i>	13	4,2	0	2,7	64,3	248	157	54	35,9	22,8
<i>H. brasiliensis</i>	12	2,4	0	2,2	91,7	290	161	54	34,9	18,6
<i>H. camargoana</i>	15	2,4	0	1,8	74,6	200	103	56	29,0	28,3
<i>H. camporum</i>	32	11,0	1	4,7	41,8	190	109	28	22,4	21,9
<i>H. guianensis</i>	21	3,9	0	3,2	66,7	214	133	53	30,8	23,2
<i>H. microphylla</i>	8	2,5	0	1,4	56,0	196	120	52	31,9	24,7
<i>H. nitida</i>	14	5,0	0	2,9	58,0	270	140	57	29,0	20,7
<i>H. paludosa</i>	15	3,0	0	3,0	58,2	161	105	66	22,9	21,8
<i>H. pauciflora</i>	10	2,3	0	1,9	82,6	250	164	40	30,3	18,5
<i>H. rigidifolia</i>	20	4,9	0	3,2	65,3	294	159	81	31,7	20,0
<i>H. spruceana</i>	9	2,3	0	1,8	78,3	204	133	44	26,4	19,9

Ø = diâmetro  
 Máx. = valor máximo  
 Méd. = valor médio

Mín. = valor mínimo  
 DP = desvio padrão  
 CV = coeficiente de variação

**VASOS**

Comp. elem. vascul. ( $\mu\text{m}$ )					Espess. da parede ( $\mu\text{m}$ )					$\emptyset$ pont. interv. ( $\mu\text{m}$ )					$\emptyset$ pont. parenq. vascul. ( $\mu\text{m}$ )					$\emptyset$ pont. raio-vascul. ( $\mu\text{m}$ )				
Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
1360	820	380	177,2	21,5	12	8	4	2,2	28,6	16	11	8	1,3	11,5	24	14	8	2,3	11,6	21	13	8	2,1	19,8
1500	803	332	178,1	20,5	16	7	4	2,5	36,8	22	12	8	1,8	14,6	30	14	7	3,2	22,7	22	12	7	2,1	17,3
1100	618	150	138,5	22,4	8	5	2	1,5	29,4	34	12	9	1,0	8,4	18	11	8	1,9	17,5	19	14	8	1,9	14,3
950	640	418	124,9	19,5	8	6	4	1,7	30,3	14	11	8	1,0	9,4	20	12	7	2,0	16,5	26	12	8	2,7	23,0
1140	753	294	161,5	21,4	8	6	4	1,6	27,6	14	10	8	1,4	13,3	12	10	8	1,4	13,6	15	12	8	1,5	12,8
1020	631	200	161,3	26,4	10	7	4	1,6	21,9	16	9	8	0,9	8,2	13	10	8	1,1	10,9	14	10	6	1,6	14,8
1200	739	320	166,8	22,6	10	6	4	1,7	25,7	17	12	10	1,5	9,4	18	12	8	2,1	17,1	19	12	8	1,2	10,3
969	682	313	138,8	20,3	8	5	4	1,5	28,3	13	10	8	1,5	12,5	16	12	9	1,9	20,2	13	9	8	1,5	28,3
1470	762	427	198,6	22,5	12	7	4	2,1	30,0	19	14	8	1,8	13,2	13	11	8	1,5	13,6	16	12	8	1,9	16,4
1206	735	150	162,6	22,2	10	6	4	2,0	30,3	18	12	8	1,3	10,9	20	12	8	2,1	16,8	19	12	8	2,5	20,5
1100	748	377	156,4	20,9	8	6	4	1,6	26,7	15	11	8	1,3	11,4	17	12	8	1,9	16,4	20	13	8	2,2	16,9

Tabela 3 - Ficha biométrica do parênquima axial das 11 espécie de *Hevea* estudadas.

Espécies	Altura da série ( $\mu\text{m}$ )					Altura da série (células)					Diâmetro das células ( $\mu\text{m}$ )				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
<i>H. benthamiana</i>	1530	934	410	161,5	17,3	18	6,8	3	1,8	26,5	61	32	8	6,2	19,5
<i>H. brasiliensis</i>	1500	972	500	164,9	16,9	12	7,3	3	1,5	20,5	48	28	10	5,4	19,5
<i>H. camargoana</i>	1382	892	640	124,6	13,9	11	6,0	3	1,1	18,3	44	37	24	4,7	12,5
<i>H. camporum</i>	1330	1000	461	174,9	17,5	11	5,8	4	1,5	25,8	44	31	22	4,6	14,7
<i>H. guianensis</i>	1274	912	742	160,2	17,6	15	8,8	5	2,1	23,8	34	28	21	3,7	13,3
<i>H. microphylla</i>	1233	866	475	138,2	15,5	11	7,3	4	1,6	21,0	40	32	24	4,4	13,4
<i>H. nitida</i>	1204	932	579	145,6	15,6	13	7,0	4	1,8	25,7	36	26	14	4,0	15,6
<i>H. paludosa</i>	1050	790	480	121,5	15,4	8	5,6	4	1,5	26,8	35	28	22	4,4	15,8
<i>H. pauciflora</i>	1260	888	574	207,2	23,3	7	5,1	3	1,3	25,5	38	28	21	5,9	20,9
<i>H. rigidifolia</i>	1520	968	570	156,8	16,2	13	7,0	4	1,4	20,0	45	28	20	3,7	13,0
<i>H. spruceana</i>	1350	871	450	158,0	17,7	10	7,1	3	1,6	22,5	40	29	18	3,7	12,8

Tabela 4 - Ficha biométrica dos raios das 11 espécies de *Hevea* estudadas.

Espécies	Raios/mm					Alt. raios multiss. (mm)					Alt. raios mul. células				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
<i>H. benthamiana</i>	12	8	3	1,3	16,2	1,0	0,55	0,2	0,18	32,4	40	18,5	7	6,2	33,5
<i>H. brasiliensis</i>	15	9	6	1,2	13,3	1,7	0,67	0,2	0,22	32,0	69	23,2	6	6,6	28,9
<i>H. camargoana</i>	16	8	5	1,6	20,1	1,4	0,54	0,2	0,20	35,2	34	13,4	4	5,1	38,0
<i>H. canporum</i>	15	10,2	5	1,8	18,0	0,9	0,41	0,2	0,14	32,4	29	13,0	4	4,1	31,5
<i>H. guianensis</i>	13	9,5	6	1,4	14,7	1,3	0,48	0,2	0,10	26,2	36	19,3	7	4,9	28,8
<i>H. microphylla</i>	12	8,7	5	1,2	14,6	0,9	0,48	0,2	0,10	20,0	30	17,0	7	4,8	27,9
<i>H. nitida</i>	13	9,7	6	1,3	13,4	1,4	0,63	0,2	0,10	15,9	52	20,0	5	6,9	34,3
<i>H. paludosa</i>	12	7,4	4	1,4	16,1	0,8	0,54	0,3	0,11	19,8	18	12,3	6	3,1	25,4
<i>H. pauciflora</i>	13	9,4	6	1,4	14,9	1,1	0,44	0,2	0,18	41,0	50	19,2	7	5,4	28,4
<i>H. rigidifolia</i>	15	10,3	4	1,5	14,7	1,5	0,62	0,2	0,20	32,1	49	19,6	7	6,2	31,6
<i>H. spruceana</i>	14	10,4	7	1,3	25,2	1,5	0,62	0,2	0,21	33,0	42	18,9	6	6,1	32,4

VALORES DETERMINADOS

Alt. raios uniss. (mm)					Alt. raios uniss (células)					Larg. raios multiss (µm)					Larg. raios multiss (células)					Larg. raios uniss (µm)				
Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
0,7	0,33	0,1	0,10	30,0	14	6,6	2	2,1	31,8	76	42	18	7,3	17,4	4	3,0	2	0,5	16,7	46	28	8	5,7	20,4
0,9	0,42	0,1	0,10	23,8	13	5,0	1	2,0	40,0	73	45	22	7,2	24,5	6	3,5	2	0,5	14,3	40	24	15	4,2	17,5
1,1	0,40	0,2	0,10	31,7	14	6,0	2	2,1	35,3	60	38	20	7,7	20,3	4	2,6	2	1,9	23,5	44	25	8	5,4	21,1
0,7	0,39	0,1	0,09	22,6	20	5,2	2	2,1	36,2	53	29	20	4,5	15,4	4	2,1	2	0,3	15,0	32	21	14	4,0	18,6
0,8	0,30	0,1	0,10	38,9	14	5,0	2	1,8	35,3	46	32	17	5,3	16,7	3	2,6	2	0,5	19,2	33	20	14	3,2	16,2
0,8	0,26	0,1	0,10	33,3	15	6,0	2	1,9	29,2	52	33	20	5,8	16,4	4	2,8	2	0,5	35,7	36	20	16	5,4	24,3
0,7	0,29	0,08	0,08	30,2	15	6,0	2	1,9	32,2	48	33	21	5,9	17,7	5	2,8	2	0,6	21,4	28	19	12	2,9	14,8
0,4	0,31	0,06	0,07	23,9	6	4,0	2	1,1	26,8	72	40	24	10,4	26,3	3	2,4	2	0,5	20,8	34	25	17	4,3	16,9
0,6	0,24	0,07	0,08	33,5	11	4,8	2	1,6	33,3	42	28	13	5,2	18,8	4	2,6	2	0,4	15,4	25	18	11	3,0	12,8
0,7	0,36	0,07	0,10	27,8	12	6,0	2	1,8	30,5	49	29	15	5,2	17,7	3	2,4	2	0,4	16,7	32	20	12	3,2	15,7
0,7	0,37	0,1	0,10	25,3	20	6,5	2	2,1	32,3	52	34	19	5,1	15,1	4	2,6	2	0,4	15,4	44	26	17	4,4	13,0

Tabela 5 - Ficha biométrica das fibras das 11 espécies de *Hevea* estudadas.

Espécies	VALORES DETERMINADOS																			
	Comprimento (mm)					Diâmetro tangencial ( $\mu\text{m}$ )					Diâmetro do lúmen ( $\mu\text{m}$ )					Espessura da parede ( $\mu\text{m}$ )				
	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV	Máx.	Méd.	Mín.	DP	CV
<i>H. benthamiana</i>	1,9	1,32	0,8	0,2	15,1	42	28	15 <sup>2</sup>	5,1	17,8	36	21	8	4,7	22,5	7	4	1	0,6	15,4
<i>H. brasiliensis</i>	1,9	1,41	0,8	0,2	14,3	48	25	14	5,8	22,8	39	19	8	4,7	24,9	11	4	1	0,8	18,6
<i>H. camargoana</i>	2,1	1,29	0,8	0,1	10,8	48	33	20	5,2	15,5	36	23	8	3,9	17,1	8	5	2	1,4	25,9
<i>H. camporum</i>	1,6	1,10	0,5	0,2	16,2	37	24	11	4,2	17,6	25	14	4,6	3,5	24,1	9	5	1	2,4	51,1
<i>H. guianensis</i>	1,8	1,28	0,8	0,2	16,7	40	27	13,9	5,2	19,4	29	18	6	4,6	25,8	7	4	2	1,4	31,8
<i>H. microphylla</i>	1,6	1,27	0,6	0,2	16,7	40	31	20	4,7	29,2	28	19	11	2,5	12,5	7	5	2	0,9	18,4
<i>H. nitida</i>	1,9	1,27	0,6	0,4	31,5	39	26	16	3,9	15,1	29	18	9	3,7	20,4	6	4	2	0,8	21,0
<i>H. paludosa</i>	1,8	1,22	0,8	0,2	16,4	39	30	17	5,1	17,2	22	15	8	4,1	27,3	11	7	5	1,5	20,5
<i>H. pauciflora</i>	1,9	1,38	0,8	0,4	28,1	39	28	20	4,2	15,0	29	20	12	4,0	20,5	7	4	2	1,0	25,0
<i>H. rigidifolia</i>	1,8	1,20	0,5	0,2	16,7	40	26	11	3,8	14,4	26	16	8	3,5	42,9	12	5	3	1,0	20,4
<i>H. spruceana</i>	1,9	1,24	0,8	0,2	16,1	57	34	17	7,8	22,9	54	27	12	6,0	21,9	7	3	2	0,9	25,7

## DISCUSSÃO

A família Euphorbiaceae possui 250 gêneros e mais de 500 espécies de árvores e arbustos. A madeira desta família apresenta uma grande variação na estrutura e em suas propriedades. Em geral os poros não são muito numerosos e freqüentemente tendem a formar linhas radiais. O parênquima é pouco desenvolvido, muito fino, irregular, apresentando comumente linhas concêntricas ou espaçadas tangencialmente. Os raios são muito finos, inconspícuos e não estratificados (Record & Mell 1924).

Record (1938), estudando a estrutura do xilema secundário dos gêneros de Euphorbiaceae, concluiu que estes gêneros apresentam poros muito grandes, com perfuração exclusivamente simples, pontoações distintamente areoladas e grandes. As características mencionadas pelo referido autor, concordam em parte com as encontradas nas espécies estudadas, pois a maioria apresenta poros médios, segundo a classificação da norma COPANT (1973), porém é importante salientar que Record (1938) estudou apenas *H. brasiliensis* e *H. nitida*. Loureiro & Silva (1968) descreveram macroscopicamente a madeira de *H. guianensis* e constataram que esta espécie apresenta até 3 poros/mm<sup>2</sup> e diâmetro dos poros compreendido entre 100-300  $\mu$ m. Os dados neste trabalho para esta espécie (Tabela 2) diferem principalmente quanto ao diâmetro tangencial médio (133  $\mu$ m), por se tratar de medições microscópicas.

A distribuição dos vasos mostra que na seção transversal, podem apresentar-se solitários ou agregados de distintos tamanhos ou formas. Os vasos solitários são de contorno oval ou circular e os múltiplos achatados nas zonas de mútuo contato (Esau 1959). Estas características são muito freqüentes na madeira das espécies de *Hevea* em que os vasos são solitários, múltiplos radiais e, ocasionalmente, racemiformes.

Os tilos são muito freqüentes nos vasos de *Hevea*, ocorrendo no cerne e às vezes no alburno. A presença desses tilos é muito importante, pois, segundo Eames & Macdaniels (1953), reduzem o ataque de fungos e a entrada de água e oxigênio, sendo mais freqüente no cerne, porém podem ser encontrados também no alburno.

Metcalf & Chalk (1950) constataram que *H. brasiliensis* e *H. spruceana* apresentam parênquima muito distinto, tipicamente apotraqueal em faixas contínuas uni e bisseriadas, freqüentemente contendo cristais em câmara com oito células e algumas vezes com quatro. Record (1944) estudou *H. brasiliensis* e *H. nitida* constatando a presença de parênquima abundante, reticulado e irregular. O parênquima observado em *Hevea* e muito especialmente, nas espécies *H. brasiliensis*, *H. nitida* e *H. spruceana* concorda parcialmente com os dados da literatura, uma vez que em *Hevea*, além do parênquima apotraqueal em linhas finas, possui parênquima paratraqueal aliforme de extensão linear. A altura da série e a largura das células do parênquima axial de *Hevea* pouco contribuem para separação das espécies, embora *H. guianensis* apresenta séries em maior

número de células e *H. paludosa* e *H. pauciflora* em menor número (Tabela 3). A presença de cristais em câmara foi observada no parênquima das espécies de *Hevea*, porém não é uma característica positiva para separação das espécies, considerando que nem todas as amostras (árvores) de uma determinada espécie apresentam cristais com regularidade.

Milanez (1932), estudando a ação modificadora do cálcio sobre as estruturas celulares, observou que os elementos do lenho secundário que mais comumente encerram cristais pertencem ao parênquima. O autor também verificou cristais nas células dos raios, embora com menos freqüência. Na estrutura do xilema secundário de *Hevea* é mais freqüente a presença de cristais no parênquima do que nos raios.

Os raios de *H. brasiliensis* e *H. spruceana*, descritos por Metcalfe & Chalk (1950), apresentam quase as mesmas características relatadas neste trabalho, ressaltando apenas que os raios de *Hevea* são finos. Record (1938), estudando *H. brasiliensis*, constatou que esta espécie apresenta raios com até seis células de largura e até 30 células de altura. A espécie estudada (Tabela 4) apresenta raios com até seis células de largura (em média 3,5 células) e até 69 células de altura (em média 23 células). Em geral os raios de *Hevea* são heterogêneos o que concorda com as descrições anatômicas de Metcalfe & Chalk (1950), Record (1944) e Hess (1948). Os raios das espécies de *Hevea* estudadas são em sua maioria heterogêneos tipo II, segundo a antiga classificação de Kribs (1959), hoje não mais usada, conforme IAWA (1989) isto é, raios unisseriados compostos de células eretas e quadradas ou somente de células eretas. Os raios multisseriados apresentam as extremidades mais curtas que a parte multisseriada (seção tangencial) e constituídos de células eretas e quadradas (seção radial). Nas espécies *H. camargoana*, *H. camporum* e *H. paludosa* não há predominância das células horizontais sobre as quadradas ou eretas, portanto, estas espécies se aproximam da classificação de raios tipo I de Kribs (1959).

É importante salientar que muitas espécies de *Hevea* apresentam raios mistos, ou seja, camadas de células procumbentes (horizontais) intercaladas por faixas de células eretas e quadradas ou somente de células eretas.

De acordo com Core et al. (1979), no crescimento normal, algumas árvores depositam nas células compostos orgânicos como sílica, que freqüentemente se encontram na forma de areia. Segundo Espinosa de Pernia & Peres Mogollon (1985), a sílica comumente ocorre nas células radiais e às vezes no parênquima axial e fibras, sendo que as formas mais comuns são ovóides, globular, oblonga irregular e em agregados.

Segundo ter Welle (1976), o gênero *Hevea* não possui sílica na estrutura do xilema secundário. Entretanto, em uma das amostras de *H. benthamiana*



observou-se grânulos arredondados de sílica nos raios, vistos na seção radial (Figura 13).

Segundo as normas COPANT (1973), todas as espécies apresentam, em média, fibras curtas e delgadas, à exceção de *H. mycrophylla* que são muito curtas e em *H. spruceana* muito delgadas. É muito freqüente a presença de fibras gelatinosas no gênero *Hevea*, concordando com a descrição de Metcalfe & Chalk (1950) para o grupo Crotonoidae, no qual está incluído o gênero *Hevea*. As fibras gelatinosas podem ser reconhecidas na seção transversal pelo fato da camada interna da parede ser altamente refratária, tendo uma aparência de gelatina ou mucilagem. Estas fibras têm sido encontradas em muitos gêneros de folhosas tornando-se um elemento importante na separação de famílias. Outras pesquisas revelam que as fibras gelatinosas tendem a ocorrer num lado do caule e estudos posteriores mostram que essa característica do tecido é, em geral, conhecida como lenho de tensão (Rendle 1937).

Segundo Reinders (1955), os fibrotraqueóides apresentam um comprimento moderadamente alongado e comumente possuem paredes espessas e pontoações areoladas um tanto grandes. Estas pontoações são muito numerosas no plano longitudinal tangencial, enquanto nas fibras libriformes são pequenas, simples e muito freqüentes no plano longitudinal radial. As fibras de *Hevea* apresentam pontoações simples e são mais freqüentes no plano longitudinal radial.

Em algumas amostras de *H. camargoana* foi constatada a presença de espessamento espiralado nas fibras. Vale ressaltar que esta característica não foi citada na bibliografia consultada.

Observa-se na Tabela 5 que os valores obtidos inerentes ao comprimento, diâmetro e espessura das paredes das fibras, são parâmetros pouco indicados para separação das espécies de *Hevea* estudadas.

Dentro de uma árvore há uma variação horizontal na estrutura da madeira, da medula à casca e uma variação vertical da base ao topo (Tsoumis 1968). A variabilidade também pode existir de árvore para árvore da mesma espécie, de local para local, ou mesmo no interior da própria árvore, sendo que as influências que afetam essas mudanças são clima, solo, umidade, espaçamento, idade e, sem dúvida, fatores genéticos (Jane 1970 e Panshin 1970). O número de vasos existentes em determinada área possui um interesse relativo e é um caráter muito variável entre as diferentes espécies, podendo essa variação também ser notada entre indivíduos botanicamente idênticos. Apesar dessas variações, a sua freqüência média é um índice que não deve ser desprezado por estar relacionado com algumas propriedades físicas (Pereira 1933).

A variação intraespecífica que ocorre nas espécies de *Hevea*, é mais freqüente nos vasos, especialmente quanto à disposição, número por  $\text{mm}^2$  e diâmetro tangencial. A variação que se verifica no parênquima axial é pouco evidenciada. Entretanto, a largura dos raios (multisseriados e unisseriados) apresenta pequenas variações nas espécies estudadas.

Essas variações em *Hevea* estão de acordo com Metcalfe & Chalk (1950) no que concerne ao número de poros/ $\text{mm}^2$ , diâmetro tangencial, comprimento dos elementos vasculares e quantidade de parênquima que, segundo esses autores, são características que podem ser influenciadas pelo meio ambiente, sendo então pouco importantes para os propósitos taxonômicos.

Sob o aspecto macroscópico torna-se muito difícil a identificação das espécies de *Hevea* com base no diâmetro dos poros, número de poros/ $\text{mm}^2$  e sua disposição, isto é, maior ou menor percentagem de poros solitários ou múltiplos. Há algumas exceções como os casos de *H. camargoana*, *H. camporum* e *H. paludosa*, que possuem o diâmetro muito pequeno tornando-se muito difícil seu reconhecimento a olho nu, porém, sob lente verifica-se que *H. camporum* apresenta maior número de poros por  $\text{mm}^2$  em relação *H. camargoana* e *H. paludosa*.

Solereider (1908) constatou a presença de placas de perfuração escalariformes nos vasos de alguns gêneros da família Euphorbiaceae, incluindo *Hevea*.

Metcalfe & Chalk (1950) citam a ocorrência de espessamento espiralado nos vasos de alguns gêneros da referida família, como *Alchornea*, *Cleidion*, *Elaeteriosperum*, *Mallotus*, *Pogonophora* e *Trewia*. No caso de *Hevea* foi constatada a presença de estriações semelhantes e espessamento espiralado, pouco evidente nos vasos de *H. benthamiana*. É importante esclarecer que, dentre as cinco amostras examinadas, essas características foram observadas nas amostras nºs 1621, 1836 e 1838, ocorrendo próximo às placas de perfuração.

## CONCLUSÕES

Com base nas características anatômicas macroscópicas e microscópicas da madeira, concluiu-se o seguinte:

- o gênero *Hevea*, quanto à estrutura macroscópica da madeira, é muito uniforme, tornando-se muito difícil a identificação das espécies sob esse aspecto.
- As características anatômicas microscópicas da madeira são mais indicadas para identificação das espécies de *Hevea*, principalmente os raios.

- Sob o ponto de vista qualitativo, poucas espécies como *H. brasiliensis* e *H. camporum* são facilmente reconhecidas pelos raios, uma vez que a primeira espécie apresenta raios com 1-6 células de largura e a segunda, por apresentar raios predominantemente uni e bisseriados.
- Foi constatada a presença de espessamento espiralado nas fibras de *H. camargoana* de alguns espécimes.
- A espécie *H. benthamiana* apresentou algumas placas de perfuração do tipo escalariforme e grânulos de sílica nas células dos raios, porém estas características anatômicas ocorreram apenas em uma das amostras examinadas.
- Em cerca de 50% das espécies de *Hevea* estudadas ocorrem cristais rombóides em câmara ou isolados no parênquima e, ocasionalmente, nos raios.
- A presença de fibras gelatinosas é uma característica muito freqüente no xilema secundário (madeira) das espécies de *Hevea*.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORE, H.A.; COTE, W.A. & DAY, A.C. 1979. *Structure and identification*. Syracuse, University Press, 182p. (Syracuse wood science Series, 6).
- DESCRIPCION de características generales macroscópicas e microscópicas de las maderas Angiospermas Dicotiledoneas. 1937. COPANT, 19p. mimeografado.
- DUCKE, A. & BLACK, G.A. 1954. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira. *Bol. Téc. Inst. Agron. Norte*, (29): 1-62.
- EAMES, A.J. & MACDANIELS, L.H. 1953. *An introduction to plant anatomy* Combay, McGraw-Hill, 427p.
- ESAU, K. 1959. *Anatomia vegetal*. Barcelona, Omega, 729.
- ESPIÑOZA DE PERNIA, N. & PERES MOGOLLON, A. 1985. *Cristales y sílice en maderas dicotiledoneas de latinoamerica*. Merida, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios de Postgrado, 50p.
- HESS, R.W. 1948. Parênquima in numerous concentric bands. *Trop. Woods*, (94): 29-52.
- HEYWOOD, V.H. 1970. *Taxonomia vegetal*. São Paulo, USP, 108p. (USP. Estudos de Biologia, 5)
- IAWA Committee. Iawa list of microscopic features for hardwood identification. *Iawa Bull. n.s.* 10: 219-232.
- JANE, F.W. 1970. *The structure of wood*. London, Adms et Charles Black, 478p.
- KRIBS, D.A. 1959. *Comercial foreign woods on the american market*. Pennsylvania State University.

- LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. 1968. *Catálogo das madeiras da Amazônia*. Belém, SUDAM, 2v.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, 2v.
- MILANEZ, F.R. 1932. Ação modificadora do oxalato de cálcio sobre as estruturas celulares. *Rev. Florest.*, Rio de Janeiro, 2(3): 51-11.
- PANSCHIN, A.J. 1970. *Textbook of wood technology*. 3. ed. New York, McGraw Hill, 2v.
- PEREIRA, J.A. 1933. *Contribuição para a identificação micrográfica de nossas madeiras*. São Paulo, Escola Politécnica de São Paulo, 165p. (Escola Politécnica de São Paulo, 9).
- PIRES, J.M. 1973. Revisão do gênero *Hevea*, descrição das espécies e distribuição geográfica. In: PROJETO: *Botânica, Subprojeto: Revisão do gênero Hevea*; Convênio SUDHEVEA/DNPEA-IPEAN. Relatório anual julho 1972/julho 1973. Belém, IPEAN, p.6-77.
- RECORD, S.J. 1938. The American woods of the family euphobiaceae. *Trop. Woods*, (54): 7-40.
- RECORD, S.J. 1944. Dicotyledons woods with parenchyma reticulate. *Trop. Woods*, (77): 27-36.
- RECORD, S.J. & MELL, C.D. 1924. *Timbers of tropical America*. New Haven, Yale University, 610p.
- REINDERS, E. 1955. Fiber-tracheids, libriform wood fibers, and systematics in wood anatomy. *Trop. Woods*, (44): 30-5.
- RENDLE, B.J. 1937. Gelatinous wood fibers. *Trop. Woods*, (52): 11-9.
- RICHTER, H.G. & GOMES, A.V. *Programa de curso de microtécnica*, s.n.t. mimeografado.
- SHIMOYA, C. 1966. *Noções de técnica citológica*. Viçosa, UREMG, 69p.
- SOLEREDER, H. 1908. *Systematic anatomy of the dicotyledons; a handbook for laboratories of pure and applied botany*. Oxford, Clarendon, 2v.
- TITMUS, F.H.A. 1948. *Concise encyclopedia of world timbers*. London, Technical Press, 156p.
- TSOUMIS, F. 1968. *Wood as raw material*. Oxford, Pergamon Press, 276p.
- WELLE, B.J.H. Ter. 1976. Sílica grains in woody plants on the neotropics, especially surinam. *Leiden Bot. Ser.* (3): 107-42.

Recebido em 21.05.90  
Aprovado em 27.03.91