

Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo

“Esses trabalhos poderão ser republicados desde que citada a fonte”. Informação obtida da folha de rosto da revista impressa.

"These works may be reprinted provided that the source". Information obtained from the cover of the print journal.

#### **REFERÊNCIA**

PAULA, José Elias de. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. **Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo**, Rio de Janeiro, ano 12, n. 72, p. 31-45, jun./jul./ago. 1980.

# Madeiras que produzem álcool, coque e carvão

José Elias de Paula  
Universidade de Brasília

Estudo das estruturas internas das madeiras de quinze espécies brasileiras, com vistas à qualificação para produção de álcool, coque e carvão.\*

## SINOPSE

As espécies aqui consideradas foram coletadas por nós, no Centro-Oeste, na Amazônia e no Nordeste. Com base na frequência de vasos, de fibras, de parênquima axial e radial, no diâmetro e fração parede das fibras, no teor de lignina, bem como na avaliação do "volume" da biomassa de cada madeira apresenta-se, aqui, uma pré-qualificação das madeiras em questão, com vistas à produção de álcool, coque e carvão. Nosso objetivo é fornecer subsídios para uma melhor adequação de biomassa destinada à obtenção dos produtos mencionados, com os processos de produção, visando uma perfeita integração do trinômio, ecossistema-floresta-indústria.

## INTRODUÇÃO

A crise energética que atualmente o Brasil atravessa vem afetando todos os setores da atividade nacional. Os recursos financeiros e naturais não renováveis se encurtam, o petróleo se esgota como prenúncio do fim de uma era. Tal circunstância requer novas estratégias que tentem atacar o problema de frente a frente a fim de atenuar os seus efeitos.

Diante do limiar da exaustão das reservas petrolíferas mundiais, os vegetais surgem como sucedâneos naturais, quer como produtor de energia, quer como produtor de borracha natural. E o Brasil, detentor da maior flora heterogênea do mundo, poderá ser no futuro próximo o mais forte produtor de energia derivada de biomassa vegetal. Dentre as várias opções que a biomassa nos oferece, a madeira, ao lado da "cana-de-açúcar" e da "mandioca" é uma das alternativas mais imediatas. Entretanto, é preciso ter em mente que não devemos nos apoiar somente em madeiras de *Eucalyptus* ou de *Pinus* para produção de álcool, coque, carvão e papel, mesmo porque as nossas regiões naturais, do ponto de vista ecológico não suportarão tantas florestas homogêneas, com efeito, no futuro próximo seremos forçados a limitar a fabricação de veículos movidos a álcool. Toda madeira produz álcool, coque, carvão e papel. Contudo, os dogmas econômicos exigem que se estabeleçam parâmetros favoráveis, tais como, tecnológicos, biológicos, silviculturais e dendrológicos. Hoje, a celulose e a lignina constituem a maior fonte energética derivada de biomassa vegetal, daí, a necessidade premente de pesquisá-las a fim de se saber com segurança quais as espécies que mais produzem celulose e lignina. É portanto, dentro deste contexto que situamos o nosso trabalho.

## MATERIAL E MÉTODO

As amostras do material que utilizamos nas nossas pesquisas encontram-se registradas nos herbários e xilotecas do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), da Universidade de Brasília (UB) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sob as informações que se seguem.

**Guttiferae** — *Caraipa richardiana* (= *C. psidifolia* Ducke), "camaçari", Belém, Pará (UB 112). **Caraipa valioi** Paula, Manaus, Amazonas, Paula 475 (INPA).

**Burseraceae** — *Protium brasiliense* Mart., "breu" ou "Almêtega" (UB), das matas ciliares (riparias) do Distrito Federal.

**Bombacaceae** — *Scleronema micranthum* Ducke, "cardeiro", Paula 507 (UB) e INPA (3963); Manaus, Reserva Florestal, Ducke.

**Araliaceae** — *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Dcne. & P1. (= *Schefflera morototoni*) Frodin. "morototó" (IBGE 1406) da mata ciliar do Distrito Federal.

**Leguminosaeae** — *Schizolobium parahybum* (Vog) Blake (UB 211) "guapuruvu". **Schizolobium amazonicum** Huber Ducke "guapuruvu da amazônia" (UB 164) e 214 de um belo espécime cultivado no cerrado da Estação Biológica Experimental da Universidade de Brasília. **Sclerolobium paniculatum** Vog. "carvoeiro" (IBGE), da mata ciliar do Distrito Federal, preferindo áreas de transição entre o cerrado e a mata.

**Dinizia excelsa** Ducke, "angelim-pedra" (UB 15), Reserva Florestal Ducke, Manaus.

**Caesalpinia leiostachya** Ducke "pau-ferro" (UNB 210), mata atlântica pluvial, Pacatuba, Estado do Ceará.

**Mimosa Caesalpinifolia** Benth., "sabiá" (UB 206) da caatinga do Nordeste.

**Cassia Grandis** L. (UB 163); Reserva do Guamá, Belém, Pará.

**Hymenaea courbaril** L. "jatobá" (UB 73), da Amazônia, cercania de Belém.

**Caryocaraceae** — *Caryocar glabrum* (Aubl.) Per "piquiarana" (UB 16), Amazônia, Reserva Florestal Ducke.

**Lauraceae** — *Nectandra myriantha* Meissm. (IBGE 1485), da mata ciliar (riparia), Distrito Federal.

Os corpos de provas foram submetidos ao autoclave para amolecimento. Os cortes histológicos foram feitos no micrótomo Jung para madeira. A frequência dos poros e dos raios foi determinada com o auxílio da câmara clara acoplada no microscópio. A sílica foi detectada pela soiubilidade no ácido fluorídrico, na proporção de 2:1 e o oxalato de cálcio

com o ácido sulfúrico a 50%, dissolvendo as concreções e formando, em seguida, agulhas de sulfato de cálcio. O coeficiente de flexibilidade das fibras pode ser determinado pela relação do comprimento (L) sobre o diâmetro (D) ou sobre a largura (W), ou ainda sobre duas vezes a espessura da parede ( $e$  = espessura da parede). A relação de  $L/D$  é considerada por alguns autores como sendo índice de filtragem ou infiltração. O coeficiente de rigidez foi determinado pela fórmula  $100.d/D$ , valor expresso em percentagem. A fração parede, pela razão percentual de  $100.2e/D$ . A fração percentual do diâmetro do lume foi determinada pela diferença de  $D - 2e$ . As fotomicrografias que documentam as estruturas internas da madeira foram obtidas no fotomicroscópio Zeiss—II. O teor de lignina foi avaliado pela coloração vermelho-cereja na presença da solução de floroglucina e ácido sulfúrico a 50% e quanto mais alto for o teor de lignina, mais acentuado será o vermelho. Para a determinação da frequência dos vasos por  $mm^2$ , consideramos os geminados e os múltiplos como unidades.

## RESULTADOS

**Caryocar glabrum** (Aublet) Per. Madeira dura, de cor amarelo-clara, pesada, peso específico entre 0,77 e 0,79  $g/cm^3$ . **Poros**, grandes, 204 micrômetros de diâmetro radial, em média, variando entre 99 e 256; muito poucos, 1—3 por  $mm^2$ . **Raios**, 1—2 seriados, 10 por  $mm$ , em média, variando entre 7 e 12; muito baixos, 0,568 mm de altura, em média, variando entre 0,468 e 0,781; muito finos, cerca de 33 micrômetros de largura. **Fibras**, abundantes, com paredes muito espessas e bastante lignificadas, cujo diâmetro é de 18 micrômetros; espessura da parede, 7,5 micrômetros; diâmetro do lume 3 micrômetros; fração parede, 83%; fração do diâmetro do lume, 17%. **Parênquima axial**, escasso, representado por células parênquimatosas isoladas, difusas. Foto 1.

**Caraipa richardiana** Camb. (= *C. psidifolia* Ducke), madeira dura, de cor bege-escuro, pesada, peso específico entre 0,79 e 0,82  $g/cm^3$ . **Poros**, pequenos, 96 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 67 e 142, sendo mais freqüentes entre 104 e 116 (médios); poucos, 10 por  $mm^3$  em média, variando entre 5 e 18 sendo mais freqüentes entre 8 e 12. **Raios**, 1 — seriados, extremamente baixos 0,57 mm de altura em média, variando entre 0,24 e 0,85, extremamente finos entre 13 e 19 micrômetros de largura. **Fibras**, abundantes, com paredes bastante lignificadas e espessas; diâmetro 16 micrômetros; espessura da parede 5,5 micrômetros, diâmetro do lume 5 micrômetros, fração parede 68%, fração lume 32%. **Parênquima axial** pouco. Foto 2.

**Caraipa valioi** Paula. Madeira muito dura de cor amarelada, bastante pesada, peso específico entre 0,85 e 0,87  $g/cm^3$ . **Poros**, médios, 152 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 100 e 199, poucos, 9 por  $mm^2$  em média, variando entre 4 e 12. **Raios**, 1 — seriados, extremamente baixos, 0,45 mm de altura em média, variando entre 0,15 e 0,71, extremamente finos a finos, entre 13 e 23 micrômetros de largura. **Fibras**, abundantes, com paredes bastante lignificadas e espessas, diâmetro 17 micrômetros, espessura 6,5 micrômetros, diâmetro do lume 5 micrômetros; fração parede 75%, fração lume 25%. **Parênquima axial**, pouco. Foto 3.

**Dinizia excelsa** Ducke, madeira de cor castanho, muito dura e pesada, peso específico entre 0,97 e 0,99. **Poros**, muito poucos, entre 1 e 2 poros por  $mm^2$ ; médios, 123 micrômetros no diâmetro tangencial em média, variando entre 113 e 156. **Raios**, bisseriados, muito finos, entre 23 e 26 micrômetros de largura; extremamente baixos, 0,45 mm de altura, em média,

variando entre 0,28 e 0,46; poucos entre 7 e 8 por  $mm$ . **Fibras**, abundantes, com paredes altamente lignificadas e extremamente espessas, 14 micrômetros de diâmetro, espessura da parede 5,6 micrômetros, diâmetro do lume 2,26; fração parede 80% e fração lume 20%. **Parênquima axial**, pouco. Foto 4.

**Mimosa caesalpinifolia** Benth., madeira de cor castanho-claro, muito dura, extremamente pesada, peso específico entre 1,00 a 1,10  $g/cm^3$ . **Poros**, pequenos, 97 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 53 e 106, sendo mais freqüentes entre 76 e 92; pouco numerosos, 7 poros por  $mm^2$ , em média, variando entre 4 e 10. **Raios**, 1—3 seriados, predominando os de 2—3; extremamente baixos, 0,150 mm de altura, em média variando entre 0,096 e 0,25, sendo mais freqüentes entre 0,13 e 0,16, muito finos, 20 micrômetros de largura, em média, variando entre 13 e 30, poucos, 5 por  $mm$ , em média, variando entre 4 e 7. **Fibras**, abundantes, com paredes extremamente espessas, com muita lignina, 11,55 micrômetros de diâmetro, diâmetro do lume 1,95 micrômetros, fração parede 83%, fração lume 17%. **Parênquima axial**, pouco, em faixa, com células de paredes moderadamente espessas. Foto 5.

**Schizolobium amazonicum** Huber ex Ducke. Madeira clara, moderadamente pesada, peso específico entre 0,59 e 0,62  $g/cm^3$ , moderadamente mole. **Poros**, muito poucos, entre 0 e 3 por  $mm^2$ ; médios, 167 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, no espécime da Amazônia, variando entre 142 e 192, e grandes, 215 no espécime cultivado no cerrado da Estação Biológica Experimental da Universidade de Brasília, em média, variando entre 148 e 277. **Raios**, 2—3 seriados, poucos, 7 por  $mm$  linear, no espécime da Amazônia, em média, variando entre 5e 9 e entre 4 e 6 no espécime cultivado; extremamente baixos, 0,317 mm de altura, no espécime da Amazônia, variando entre 0,302 e 0,340 e 0,269 no espécime cultivado, variando entre 0,198 e 0,304; finos, 38 micrômetros de largura, no espécime da Amazônia e 32 no espécime cultivado. **Fibras**, abundantes e mais abundantes ainda no espécime cultivado, com paredes moderadamente espessas, pouco lignificadas, 7 micrômetros de espessura, 23 micrômetros de diâmetro, (no espécime cultivado 33), 9 micrômetros do diâmetro do lume, fração parede 60,6%, fração lume 39,4%, enquanto que no espécime cultivado a fração parede é 20% e a fração lume 38,3%. **Parênquima axial**, muito pouco e de muito pouco a escasso no espécime cultivado. Comprimento da fibra 1350 micrômetros, variando entre 894 e 1832, largura da fibra, 25 micrômetros coeficiente de  $(L/D)$ , 58, de  $(L/2e)$  96, coeficiente de rigidez 39,4. Foto 6.

**Schizolobium parahybum** (Vog) Blake. Madeira alva, mole, peso específico (PE) entre 54 e 58  $g/cm^3$ . **Poros**, muito poucos, 0—2 por  $mm^2$ , grandes, 212 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 162 e 371. **Raios**, homogêneos, células decumbentes longo-retangulares, 2—4 seriados, muito poucos, 2—4, extremamente baixos, 0,204 mm de altura, em média, variando entre 198 e 340; finos, 31 micrômetros de largura, em média, variando entre 20 e 56. **Parênquima axial**, escasso, vasicêntrico. Lenho tardio, freqüente. **Fibras**, abundantes, com paredes bastante finas, pouco lignificadas, cujo diâmetro é de 21,45 micrômetros; espessura da parede 2 micrômetros; diâmetro do lume 17,45 micrômetros; fração parede 18,6%; fração lume 81,4%; coeficiente de rigidez 81,4, índice de **Runkel** 0,23 (grupo I de Runkel); comprimento da fibra 1.129 micrômetros, variando entre 1.121 e 1.590; largura da fibra 33 micrômetros;

coeficiente de flexibilidade de (L/D) 54, de (L/2e) 282, de (L/W) 34. Fotos 18 e 19.

*Caesalpinia leiostachya* Ducke. Madeira de cerne escuro, muito dura e pesada, peso específico entre 0,99 e 103. Poros, muito poucos, 0-2 por mm<sup>2</sup>; pequenos, 67 micrômetros, em média, variando entre 49 e 86. Raios, homogêneos, escalariformes, oblongos, 2-3 seriados, numerosos, 9 por mm, variando entre 8 e 11; extremamente baixos, 0,128 mm de altura, em média, variando entre 0,099 e 0,138; muito finos, 26 micrômetros de largura, em média, variando entre 20 e 36. Parênquima axial, pouco, em faixas curtas, células com cristais rômnicos de oxalato de cálcio. Fibras, abundantes, moderadamente abundantes, e com paredes extremamente espessas e fortemente lignificadas, muito estreitas, 11,55 de diâmetro, espessura da parede 5,3 micrômetros, diâmetro do lume 0,95 micrômetros; fração parede 92%; fração lume 8%. Foto 7 e Fig. 1 e 2.

*Cassia grandis* L. Madeira moderadamente dura, alvacenta, pesada, peso específico entre 0,76 e 0,77 g/cm<sup>3</sup>. Poros, muito poucos, 2-3 por mm<sup>2</sup>; médios, 114 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 102 e 126. Raios, homogêneos, 2-3 seriados; extremamente baixos, 0,200 mm de altura, em média, variando entre 0,130 e 0,310; finos, 31 micrômetros de largura, em média, variando entre 23 e 46. Parênquima axial, moderadamente abundante. Fibras, abundantes, habitualmente gelatinosa, com paredes moderadamente espessas, apresentando 16,5 micrômetros de diâmetro, espessura da parede, 5 micrômetros, diâmetro do lume 6,5, fração parede 60%, fração lume 40%. Foto 8.

*Hymenaea courbari!* L. Madeira dura pesada, peso específico entre 0,77 e 0,78 g/crrA Poros, médios, 120 micrômetros de diâmetro tangencial; muito poucos, entre 2 e 4 poros por mm<sup>2</sup>. Parênquima axial, escasso. Raios, homogêneos, poucos, 4 por mm linear, estreitos, 91 micrômetros de largura média, variando entre 68 e 100; muito baixos, 0,55 mm de altura, em média, variando entre 0,40 e 0,60. Fibras, abundantes, gelatinosas, com paredes moderadamente espessas, apresentando 16 micrômetros de diâmetro, espessura da parede 4,95, diâmetro do lume 6,1 micrômetros; fração parede 61,8; fração lume 38,2. Foto 20.

*Sclerolobium paniculatum* Vog. Madeira dura, peso específico entre 0,79 e 0,81, cerne escuro, bem distinto do albarno. Poros, de secção elíptica, com maior diâmetro radial; médios, 174 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 122 e 214, sendo mais frequentes entre 148 e 187; muito poucos, entre 1,5 e 3 poros por mm<sup>2</sup>. Raios, predominantemente unisseriados, homogêneos, com células retangulares decumbentes, em geral com concreções silicosas; pouco numerosos, 10,7 raios por mm linear, em média, variando entre 8 e 12; extremamente baixo, 0,218 mm de altura média, variando entre 0,138 e 0,284; extremamente finos, entre 12 micrômetros de largura. Parênquima axial, escasso, paratraqueal vasocêntrico. Fibras, abundantes, com paredes espessas, bastante lignificadas, apresentando 11,55 micrômetros de diâmetro, espessura da parede 3,96 micrômetros, diâmetro do lume 3,63 micrômetros; fração parede 68,5%; fração lume 31,5%. Fotos 9 e 10.

*Didymopanax morototoni* (Aublet) Dcne. (= *Schefflera morototoni*). Madeira alvacenta, muito mole e leve, peso específico entre 0,55 e 0,57 g/cm<sup>3</sup>. Poros, médios, 102 micrômetros de diâmetro em média, variando entre 82 e 132; pouco numerosos, 7 poros por mm<sup>2</sup>, em média, variando entre 5 e 9. Raios, homogêneos, multisseriados, muito baixos 0,583 mm de

altura, em média, variando entre 0,426 e 0,681; largos 115 micrômetros de largura em média, variando entre 66 e 138; muito poucos, 1,8 raios por mm linear. Parênquima axial, ausente. Fibras, abundantes, com paredes muito finas, pouco lignificadas, 1.300 micrômetros de comprimento, em média, variando entre 1.051 e 1.590, largura da fibra dissociada 28; diâmetro da fibra em secção transversal 24,75 micrômetros, espessura da parede 3,3 micrômetros, diâmetro do lume 18,15; fração parede 26,6%; fração lume 73,4%; coeficiente de rigidez 73,4; coeficiente de flexibilidade de (L/D) 52, de (L/2e) 18, de (L/W) 46, índice de Runkel 0,40 (grupo II de Runkel). Fotos 11 e 12 e Fig. 9 a 11.

*Nectandra myriantha* Meissn. Madeira mole, moderadamente leve, peso específico entre 0,57 e 0,59 g/cm<sup>3</sup> amarelada. Poros, médios, 114 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 82 e 155; pouco numerosos, 9,8 por mm<sup>2</sup> em média, variando entre 5 e 12. Raios homogêneos, com células decumbentes, poucos, entre 4 e 6 raios por mm linear; muito baixos, 0,556 mm de altura, em média, variando entre 0,383 e 0,738; finos 37 micrômetros de largura, em média, variando entre 33 e 49. Parênquima axial, pouco; lenho tardio escasso. Fibras abundantes, com paredes pouco espessadas, moderadamente lignificadas, 6,6 micrômetros de espessura, 1.396 micrômetros de comprimento médio, variando entre 1,22 e 1,562; diâmetro de lume 12,8 micrômetros; diâmetro da fibra 26 micrômetros; largura da fibra 27,4 micrômetros; fração parede 50,7%, coeficiente de rigidez 49,3, coeficiente de flexibilidade de (L/D) 54, de (L/2e) 10 e de (L/W) 51, índice de Runkel 1,0 (grupo III de Runkel). Foto 13 e Fig. 6 a 8.

*Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke. Madeira moderadamente mole, moderadamente pesada, peso específico entre 0,64 e 0,66 g/cm<sup>3</sup>. Poros, poucos, 4 por mm<sup>2</sup>, médios, 169 micrômetros de diâmetro tangencial, em média, variando entre 86 e 272, sendo mais frequentes entre 138 e 215. Parênquima axial, moderadamente abundante. Raios, com até 10 células de largura, baixos, 1 mm de altura, em média, variando entre 0,26 e 1,50 sendo mais frequentes entre 0,88 e 1,223, poucos, 4 raios por mm linear. Fibras, moderadamente abundantes, com paredes pouco espessas, apresentando 23 micrômetros de diâmetro, espessura da parede 6,5 micrômetros, diâmetro do lume 10 micrômetros; fração parede 56%; fração lume 44%. Foto 14.

*Protium brasiliense* Mart. Madeira moderadamente dura, pouco pesada, peso específico 0,57 a 0,60 g/cm<sup>3</sup>. Poros, pequenos, 75 micrômetros de diâmetro tangencial; numerosos, 15 poros por mm<sup>2</sup>, em média, variando entre 12 e 18. Parênquima axial, de escasso à ausente. Raios, homogêneos, com células envolventes; muito baixos, 0,558 mm de altura, em média, variando entre 0,340 e 1,022, sendo mais frequentes entre 0,467 e 0,686; muito finos, 22 micrômetros de largura média, variando entre 20 e 26. Os raios são predominantemente bisseriados. Fibras, abundantes, com paredes moderadamente finas, gelatinosas, apresentando 13 micrômetros de diâmetro, espessura da parede 3,3 micrômetros, diâmetro do lume 6,4 micrômetros; fração parede 50,7%; fração lume 49,3%; coeficiente de rigidez 49,3; coeficiente de flexibilidade de L/D, 60; de L/W, 42; de L/2e, 135; índice de Runkel 1,00 (grupo III de Runkel); largura da fibra 20 micrômetros; comprimento 884 micrômetros, em média, variando entre 639 e 1.036. Fotos 15 a 17.

## DISCUSSÃO

Para situarmos melhor a colocação do trabalho,

antes de entrarmos no mérito da discussão dos nossos resultados faremos algumas considerações acerca de outras fontes alternativas com grandes possibilidades energéticas. Como enfatizamos na parte introdutória, o Brasil, detentor da maior flora heterogênea do mundo, poderá ser no futuro próximo o mais forte produtor de energia a partir da biomassa vegetal, igualmente de borracha vegetal, como veremos a seguir.

a) **As espécies vegetais produtoras de óleos**, das quais poderão ser obtidos óleo combustíveis e lubrificantes. Dependendo da espécie o óleo pode ser extraído, da madeira ou das folhas, dos frutos (pericarpos) ou das sementes. No Brasil existem milhares de espécies nativas produtoras de óleos graxos e essenciais. Entretanto, para não exagerar, cerca de 90% dessas espécies estão no seio das florestas e dos vários tipos de vegetação a espera de estudos. Pouco ou quase nada se conhece acerca dos óleos por elas produzidos. Há no nosso país, laboratórios e pesquisadores excelentes, capazes de realizarem estudos a fim de se saber com segurança o verdadeiro poder energético e lubrificante desses óleos nativos. Os frutos, incluindo as sementes de um grande número de espécies de palmeiras (Palmae) por exemplo, são altamente produtores de óleos. Dentre as Dicotiledôneas, citamos as Euphorbiaceae, cujas sementes são altamente produtoras de óleos graxos. Acreditamos que seremos bem sucedidos se começarmos a pesquisar os óleos das nossas essências nativas. Reconhecemos entretanto que se trata de uma tarefa bastante difícil. Para tanto há de ter alguém, em equipe para coletar em todas as partes do território nacional, por dentro das florestas o material botânico em quantidade suficiente para as análises **Piloto**. Uma iniciativa válida seria a criação de um "Banco de Biomassa" para pesquisas energéticas ou seja de coleções vivas constituídas por espécies nativas produtoras de óleos e de látex, cuja finalidade seria fornecer sem interrupção a matéria-prima necessária às pesquisas. Hoje, já se usa como combustíveis e lubrificantes, óleos de "amendoim", "soja", "mamona", "seringueira", "marmeleiro", "milho", "algodão", "babaçu", "cutieira", "pinhão-branco", "dendê", "girassol", "faveleira", e do pericarpo da castanha do "caju".

b) **Biomassa de Gramíneas**. Várias espécies de gramíneas (capim) da nossa flora poderão ser usadas com sucesso como fonte direta de energia, pelas panificadoras, pequenas e médias indústrias que utilizam fornos ou caldeiras. As gramíneas de um modo geral são excelentes produtoras de biomassa, dada a sua grande eficiência fotossintética e rusticidade, no que concerne a produção em escala econômica.

No Brasil, até o momento não se cogitou de usar a biomassa produzida pelo "capim" devidamente manejada para uso direto em fornos e caldeiras de pequenas e médias indústrias. Países industrializados como os Estados Unidos, Dinamarca e Japão já fazem uso rotineiro desses vegetais para tal fim. Para que se tenha uma idéia, no ano de 1974 o Estado de Oregon (Estados Unidos) produziu 668 mil toneladas de "capim"; das quais, parte foi utilizada internamente para produção direta de energia e a outra, exportada para o Japão com a mesma finalidade (Sprague 1974). O uso da biomassa de gramíneas como fonte alternativa de energia se viabiliza ainda mais, quando já se sabe que 1 (uma) tonelada de "capim" equivale a dois barris de petróleo no sistema BTU (British Thermal Unit). As gramíneas não cultivadas clássica e rotineiramente, além de serem pouco exigentes com relação ao solo e clima, produzem biomassa em escala econômica em curto espaço de tempo — 6 a 8 meses. No caso brasileiro, notada mente para as regiões semi-

áridas do Nordeste, o plantio de "capim" com fini energético representa uma grande opção, absorveria grande parte da mão-de-obra disponível, pois os corte; sucessivos coincidirão também com o período prolongado de estiagem naquela região e assim o governo estaria livre de abrir frentes de "trabalho" para socorrer as populações atingidas pela seca castigante. Então, nosso ponto de vista é de que já deveríamos começar a estudar as nossas gramíneas nativas em todos os seus aspectos com esse objetivo, para depois se plantar em escala econômica, as espécies comprovadamente viáveis. Além dos aspectos questionados a **palha das gramíneas cultivadas**, como a da "cana-de-açúcar", do "trigo", do "arroz" e do "milho" poderá ser usada também como fonte direta de energia, invés de queimá-la no próprio local de plantio e produção, desperdiçando assim uma preciosidade de energia de que tanto carecemos. O bagaço da "cana-de-açúcar" tanto pode ser usado como fonte direta de energia, como para produção de papel e lignina/coque, pois as células (esclerócitos) da "casca" dura são ricas em lignina, isto é suas paredes espessas são fortemente lignificadas.

c) **Espécies produtoras de látex**. O látex é um conjunto complexo de substâncias, dentre elas, borracha e proteínas participam de sua composição. Composto a flora brasileira existem mais de mil espécies produtoras de látex. Hoje fazemos borracha do petróleo, amanhã, quando não existir mais petróleo, faremos o inverso — transformaremos a borracha vegetal em combustível. Além da "Seringueira" (Hevea brasiliensis), cuja produção de borracha do Brasil ainda é precaríssima por incrível que pareça. O futuro próximo recomenda que as outras centenas de espécies nativas sejam estudadas com prioridade a fim de se saber quais a mais promissoras para produção de borracha destinada não somente à obtenção de energia e fabricação de pneus, como também para diversos setores industriais.

Hoje, os grandes países produtores de borracha **Havea brasiliensis**, liderados pela Malásia se unem no sentido de criar uma Organização à **la OPEP**. No Brasil, as famílias vegetais com maior número de espécies produtoras de látex são **Asclepiadaceae, Apocynaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae e Sapotaceae**. Dentre as espécies promissoras produtoras de borracha que merecem estudos imediatos, citamos **Manihot glaziovii, Manihot cerulensis** (= M. Piauhyensis) ambas conhecidas por "maniçoba", e **Hancornia speciosa** (mangabeira). Estas três espécies ocorrem no Nordeste brasileiro formando grandes populações. Vale salientar o "Avelós" (**Euphorbia tirucalli L.**), aclimatada no Nordeste brasileiro, é igualmente produtora de muita borracha e ocorre naquela região formando grandes maciços verdes.

d) **Madeiras**. Dentre as milhares de espécies madeiráveis de nossa flora, centenas delas poderão ser usadas para produção de álcool combustível, coque e carvão para siderurgia e até mesmo para indústrias de cimento (carvão inteiro ou moído). Não devemos nos apoiar somente nas madeiras de **Eucalyptus**, gênero adventício. A mono-opção madeireira nos levará a assistir no futuro próximo, uma grande catástrofe ecológica, se em tempo hábil não partirmos também para o plantio de florestas heterogêneas. Não obstante, a produção de álcool da "cana-de-açúcar e da mandioca" seremos forçados a curto prazo limitar a produção de veículos.

O estudo das estruturas internas que realizamos nas madeiras das espécies aqui consideradas indica com segurança quais as madeiras que devem ser usadas ou não para produção de álcool, carvão e

coque. Baseado na composição da madeira e nos tipos dos seus elementos, avaliamos o "volume" da biomassa de cada uma. Tal composição ou constituição da madeira diz respeito a presença ou ausência, abundância ou escassez de parênquima axial; frequência de vasos e de raios; diâmetro dos vasos (poros); largura e altura dos raios; abundância ou escassez de fibras; espessura das paredes das fibras; fração parede das fibras; e teor de lignina das paredes dos elementos celulares constituintes da madeira. Consideramos também para tal avaliação o peso específico. Tanto o parênquima axial como o parênquima radial são tecidos de enchimento e frouxos, constituídos de células largas e curtas, porém com paredes finas. A presença de muitos vasos de diâmetro grande também ocupa muito espaço no interior da madeira. A ocorrência de muitas fibras de paredes finas diminui consideravelmente o "volume" da biomassa inclusive da lignina. Portanto as paredes quanto mais espessas, mais celulose e lignina se obtém. A lignina é uma substância adcrustante que ocorre no interstício da parede celulósica sem formar camadas. Uma fibra com paredes espessas tem mais lignina do que outra com paredes finas. Os vasos e as células parenquimatosas são de paredes finas, logo tais paredes têm pouca lignina. Por outro lado, um metro cúbico de madeira com muitas fibras de paredes bastante espessas produzirá mais litros de álcool e quilos de coque do que um metro cúbico de madeira com muitas fibras de paredes finas. E mais ainda uma madeira com muitos vasos e muito parênquima axial ou radial tem menos biomassa do que outra com poucos vasos e parênquima escasso. Portanto, aquela não serve para produção de álcool, coque ou carvão, do ponto de vista da produtividade. Das espécies aqui estudadas, *Didymopanax morototoni*, *ScSeronema micranthum*, *Protium Araguaense*, *Nectandra myriantha*, *Schizolobium amazonicum* e *Schizolobium parahybum*, não são boas para carvão e nem para produção de álcool e coque. Enquanto que *Cassia grandis*, *Cariocar glabrum*, *Caesalpinia leiostachya*, *Caraipa richardiana*, *Caraipa valioi*, *Dirsizia excelsa*, *Hymenaea courbaril*, *Mimosa Caesai piniifolia*, *Protium brasiliense* e *Sclerolobium paniculatum* são boas para produção de carvão, álcool e coque, cuja classificação por grupos de qualidade apresentaremos no capítulo de conclusões e nos quadros I e II.

A espessura da parede pode ser representada em percentagem, conforme ficou consignado no capítulo de material e métodos. A fração parede de uma fibra com 25 micrômetros de diâmetro e 2,5 micrômetros a espessura da parede, é de 20%. Isso significa que do espaço total ocupado pela fibra apenas 20% são biomassa (celulose e lignina) e 80% são espaços vazios. Portanto, uma madeira com este tipo de fibras não serve para produção de álcool ou carvão, pois, a quantidades de álcool que se pode obter será bastante reduzida, inviável do ponto de vista econômico, mas tal madeira poderá ser usada com segurança para fabricação de papel, desde que não tenha muito parênquima axial ou radial. Por outro lado, uma fibra com 25 micrômetros de diâmetro e 10 micrômetros a espessura da parede, apresenta 80% de fração parede. Isso significa que do espaço total ocupado pela fibra, 80% são biomassa. Portanto, madeiras com este tipo de fibras são excelentes para produção de álcool e carvão, desde que não tenha muito parênquima ou muito vasos.

A razão do comprimento da fibra sobre a largura (L/W) ou sobre o diâmetro (L/D) é considerada por alguns autores como sendo índice de feltragem ou de enfeltramento. Esta conceituação nos parece inapropriada para tal razão. Tanto é que Barrichelo &

Brito (1976) partidários deste conceito enfatizam que o "índice de enfeltramento carece, em muitos casos de maiores informações para suas relações com as propriedades do papel, mas parece que o mesmo não possui um amplo aspecto de variação porque na maioria dos casos, fibras mais longas são também mais largas. Paula (1980) chama atenção para o fato de que fibras longas são também bastante estreitas. Estamos de acordo com os conceitos de Moreschi (1975), Paula (1980), Normas COPANT (1974) quando consideram L/D ou L/W como sendo coeficiente de flexibilidade. Entretanto, considerando que a espessura das paredes das fibras varia de espécie para espécie, acreditamos que o coeficiente de flexibilidade verossímil será o determinado pela fórmula  $L/2e$ . Na oportunidade queremos lembrar que o coeficiente de rigidez ( $100.d/D$ ) indica o grau de achatamento que as fibras sofrem durante o processo de fabricação do papel, portanto, quanto mais alto for o coeficiente de rigidez, mais achatamento (colapso) sofrem as fibras por apresentarem flacidez, permitindo assim mais ligaduras entre si, resultando um papel com maior resistência (Foelkel & Barrichelo, 1975 e Paula (1980). O grau de flacidez das fibras também pode ser avaliado pela fração do diâmetro do lume. Com base no fator ou índice e grupo de Runkel, no coeficiente de flexibilidade e de rigidez, frequência de vasos, de fibras e de parênquima, apresentamos no capítulo de conclusões algumas madeiras que podem ser usadas para fabricação de papel.

Analisando a título de comparação as estruturas internas e o peso específico da madeira de *Eucalyptus urophylla* Blake (0,58 a 0,62 g/cm<sup>3</sup>; fração parede 52%) e *Eucalyptus grandis* (0,59 a 0,61 g/cm<sup>3</sup>; fração parede 50%) pudemos verificar que as madeiras dessas duas espécies de *Eucalyptus* são tão boas para produção de carvão, álcool e coque, quanto aquelas acima indicadas para a mesma finalidade. Aliás, algumas delas, tais como, *Dinizia excelsa*, *Mimosa caesia*, *Caesalpinia leiostachya*, *Caraipa richardiana* e *Sclerolobium paniculatum* são bem melhores, pois produzem mais biomassa por volume do que a duas espécies de *Eucalyptus* em questão.

O estudo das nossas madeiras nativas com vistas à pré-qualificação para produção de carvão, álcool, coque e papel é de fundamental importância, não só pelo método aqui utilizado, como também pelo método estereológico (Ifju Sr Chimelo 1978). Depois de qualificada a madeira, cabe aos laboratórios e as usinas Piloto procederem os estudos físico-químicos, até a etapa final.

Andam dizendo por aí que as madeiras brasileiras são de crescimento lento. Essa "estória" foi inventada por pessoas desinformadas e também por empresários imediatistas e apressados que ainda não aprenderam a esperar. Isso não é bem assim, posto que existem espécies nativas que com menos de 13 anos já se pode explorar para produção de álcool, coque, carvão ou papel, ao lado de outras que crescem bem mais rápido do que *Pinus* e *Eucalyptus*. Esperamos não continuar sustentando uma tese sem base científica e pragmática. Se há dez ou quinze anos atrás tivéssemos plantado florestas heterogêneas com nossas essências, hoje, certamente estaríamos colhendo. Madeira muito jovem, com 5 a 8 anos de idade não é tão boa como se pensa, pois possui muito mais água e menos biomassa por volume do que uma madeira com 10 ou 12 anos de idade da mesma espécie. Ainda mais quando se sabe que a madeira só começa a formar sua estrutura definitiva a partir dos quinze anos de idade (Paula 1979).

O corte de *Eucalyptus* ou de *Pinus* com cinco anos de idade, para produção de álcool ou carvão não

é tão vantajoso como se pensa. Esse tipo de prática interrompe a formação de biomassa precisamente no período em que a árvore está com todo vigor de crescimento, formando biomassa e acumulando energia, pois até quinze anos de idade os **Pinus** e **Eucalyptus** apresentam crescimento rápido. O **Eucalyptus** com "seis" anos produz 20 m<sup>3</sup> de madeira por hectare e com os quais se obtém 5,7 t. de metanol ou álcool metílico (Silvicultura, 1979, vol. 12, pág. 12). **Perrone** (1977) registra dados em que se pode verificar que o **Eucalyptus** produz 1.602 litros de álcool por hectare, 2.700 kg de lignina por hectare e 1.350 kg de coque por hectare. Ora, se em seis anos um hectare de **Eucalyptus** produz 20 m<sup>3</sup> de madeira ou 5,7 t de álcool, em 12 anos esse mesmo hectare ou plantio se não for cortado com seis anos, produzirá 11,4 t de álcool. Portanto, sendo cortado com seis anos, serão necessários dois plantios em 12 anos para se obter 11,4 t de álcool, com efeito, a mão-de-obra será dobrada e conseqüentemente o produto final obtido será 100% mais caro. Por outro lado, o corte de **Pinus** ou **Eucalyptus** com cinco ou seis anos de idade requer grandes extensões de terra para produzir uma certa quantidade de toneladas de biomassa, ao passo que se for cortado com o dobro da idade referida, a extensão de terra será reduzida a metade para produzir igual quantidade de biomassa. Com efeito, os ecossistemas e as nossas regiões naturais serão grandemente poupadas. As madeiras para produção de álcool, coque e carvão ou papel, podem ser obtidas de plantios de florestas heterogêneas. No caso do álcool, coque e carvão, resta selecionar espécies através de pesquisas básicas, formando classes com espécies que apresentam alto teor de lignina e celulose, pouco parênquima e fibras abundantes de paredes espessas. Com tais espécies devemos plantar florestas heterogêneas ou semi-heterogêneas produtivas e econômicas, sob plano de manejo sustentado. É evidente que tais plantios devem ser precedidos de estudos sobre a biologia de cada espécie selecionada. O grande obstáculo do momento é não conhecermos com segurança a biologia das nossas principais essências florestais. Este conhecimento diz respeito a germinação, heliofilia, consociação, crescimento em diâmetro e em altura, floração, frutificação, polinização, agentes polinizadores, pragas, doenças, etc.

Citamos como exemplo de viabilidade imediata para o Nordeste, **Mimosa caesalpinifolia**, **Caesalpinia férrea** e **Caesalpinia leiostachya**, como sendo excelentes para produção de carvão para siderurgia. Aquelas da Caatinga nordestina e esta da mata pluvial atlântica. A primeira, partindo de um só indivíduo se obtém 13 por brotamento na base, logo cedo, ao nível do solo, formando uma grande touceira, cujos indivíduos com 8 anos de idade forma cada um 4 m de fuste com cerca de 40 cm de circunferência e as duas últimas são de crescimento relativamente rápido em diâmetro e em altura e se esgalham bastante, produzindo muita madeira em pouco tempo.

As espécies de madeiras duras, com peso específico acima de 0,80 g/cm<sup>3</sup> apresentam crescimento mais lento do que as espécies de madeiras moles ou relativamente mole, como muitas espécies de **Eucalyptus**. Aquelas com crescimento lento, formam tanta biomassa e acumulam energia quanto as de crescimento rápido num mesmo período, pois aquelas apresentam mais biomassa e menos volume, enquanto que estas é exatamente o contrário.

As espécies viáveis para álcool, coque, carvão e papel poderão ser plantadas também nas áreas ribeirinhas desmatadas e castigadas pelas inundações, pois as florestas são grandes obstáculos contra as

inundações; os numerosos troncos das árvores, os estratos "arbusivos" e os depósitos de litter formados pelas folhas, galhos e troncos caídos, impedem que as águas no período intenso de chuvas escoem rapidamente para os rios — elas vazam lentamente e assim os rios vão suportando naturalmente o volume d'água. Caso contrário, nas áreas desmatadas não havendo barreiras naturais, as águas das chuvas descem muito rápido, com efeito, os rios logicamente não suportarão tanta água em pouco tempo, transbordam provocando as grandes inundações catastróficas. Já é tempo de se pensar seriamente no binômio, **utilização** e **conservação**, que consiste em explorar a natureza para conservá-la. Isso é possível através do manejo, o qual permite produzir e explorar sem causar desajuste nos ecossistemas. É preciso ter em mente que as regiões naturais brasileiras não suportarão tantas florestas homogêneas de **Pinus** ou **Eucalyptus**, por outro lado não conseguiremos conservar nossas florestas nativas remanescentes, reflorestando somente com essências adventícias (exóticas); pois a sociedade de consumo necessita de outros tipos de madeiras, notadamente as chamadas "madeiras de lei", bem como daquelas para uso rotineiro e rústico. Se não há plantios de florestas para produção desses tipos de madeiras, os consumidores certamente continuarão explorando as matas remanescentes.

Barrichelo & Brito (1976) apresentam o peso específico por idade anos das madeiras de 14 espécies de **Eucalyptus** e em cujos quadros das pag. 41 e 43 se pode notar o aumento gradativo do peso específico na medida em que a árvore vai se tornando mais velha.

Com relação a casca das toras de madeira, queremos salientar que várias fábricas de celulose e papel, já estão usando as toras com casca, como o objetivo de diminuir o custo de produção, subtraindo a mão-de-obra para removê-la, mesmo sabendo que a casca do fuste diminui consideravelmente a qualidade da polpa e do papel. Somos de opinião que a casca das toras de madeira destinada a produção de papel e álcool, deve ser aproveitada como fonte direta de energia. Este resíduo poderá ser fornecido às indústrias que utilizam fornos ou caldeiras, através da comercialização. Igualmente deve ser também aproveitados como fonte direta de energia, os galhos, as raízes e as folhas das árvores exploradas.

Perrone (1977) diz que no caso das principais colheitas brasileiras (cana-de-açúcar, mandioca, milho e arroz) mais de 50% da matéria verde formada pelas hastes, folhas, cascas, raízes, etc. é deixada a apodrecer nos campos. Isso vem fortalecer ainda mais o nosso ponto de vista de que a biomassa residual ou deixada no próprio local de produção, deve ser aproveitada como fonte direta de energia. Por outro lado, o mesmo autor citando **Stephens j& Heiche** (1975) enfatiza que as madeiras apresentam até 53% de celulose, 15 a 30% de hemicelulose e de 20 a 35% de lignina.

O capim, palha da "cana-de-açúcar", do "arroz", do "milho" e do "trigo", caule e folha da "bananeira" são de baixa produção de celulose e lignina, enquanto que o caule (estipe), as folhas e o mesocarpo do "babaçu" (*Orbignya martiana* Barb. Rodrig.), "cocoda-baía" (*Cocos nucifera* L.), "açai" (*Euterpe oleracea* Mart.), do "paímuito" (*Euterpe edulis* Mart.), "buriti" (*Mauritia vinifera* Mart.), *Mauritia martiana* Spruce, **Mauritia flexuosa** L., "inajá" (*Maximiliana regia* Mart.), "bacaba" (*Oenocarpus bacaba* Mart.), **Oenocarpus multicaulis** Spruce, **Mauritia flexuosa** L., "inajá" (*Maximiliana regia* Mart.), "bacaba" (*Oenocarpus bacaba* Mart.), **Oenocarpus multicaulis** Spruce, **Oenocarpus minor** Mart., **Oenocarpus distichus** Mart., e

**Orbignya speciosa** (Mart.) Barb. Rodrig. são ricos em celulose e lignina (Paula 1975, 1978). Este tipo de biomassa está sendo objeto de estudo em outro trabalho que estamos realizando.

## CONCLUSÕES

Com base nas análises das estruturas internas das madeiras de quinze espécies aqui consideradas e nos parâmetros estabelecidos, consignados e discutidos nos capítulos de resultados e de discussão, respectivamente, apresentamos as conclusões que se seguem.

Madeiras com teor muito alto de lignina: **Dinizia exceba**, **Caesalpinia leiostachya** e **Caraipa valioi**. Com alto teor de lignina: **Caraipa richardiana**, **Caryocar glabrum**, **Mimosa caesalpinifolia** e **Sclerobium paniculatum**. Com teor médio de lignina: **Hymenaea courbaril**, **Scleronema micranthum**, **Protium brasiliense**, **Nectandra myriantha**. **Cassia grandis** e **Schizolobium amazonicum**. Com teor moderadamente baixo de lignina: **Schizolobium parahybum** e **Didymopanax morototoni**.

Madeiras excelente para produção de álcool, coque e carvão: **Dinizia exceba**, **Caesalpinia leiostachya** e **Mimosa caesalpinifolia**. Madeiras muito boas para produção de carvão, álcool e coque; **Caraipa valioi**, **Caraipa richardiana** e **Sclerobium paniculatum**. Madeiras boas para produção de carvão, álcool e coque: **Caryocar glabrum**, **Hymenaea courbaril** e **Cassia grandis**. Madeiras regular para produção de carvão, álcool e coque: **Scleronema micranthum**, **Protium brasiliense**, **Nectandra myriantha** e **Schizolobium amazonicum**.

Espécie excelente para fabricação de papel (Grupo I de Runkel): **Schizolobium parahybum**. Espécie muito boa para fabricação de papel (Grupo II de Runkel): **Didymopanax morototoni**. Espécies boas para fabricação de papel (Grupo III de Runkel): **Schizolobium amazonicum**, **Protium brasiliense**, **Scleronema micranthum** e **Nectandra myriantha**.

## SUMMARY

The objective of this study is furnish basic information for producing alcohol, and coke and coal me-

tallurgical from wood. The information was based in internal structure of wood. The internal structure and gravity of wood of fifteen species were considered. The fraction wall of fibers and tenor of lignin were analysed.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARRICHELO, L. E. G. A; Brito, J. O. A madeira das espécies de Eucalipto como matéria-prima para a indústria de celulose e papel. **Prodepef**, Brasília, 13:9-145. 1976.
- FAO. A wood testing program carried out for undp project 192 survey and development of selected forest areas, Costa Rica, 134p. 1968.
- FOELKEL, C. E. B. & Barrichelo, L. E. G. Relação entre características da madeira e propriedade da celulose e papel. **O Papel**, São Paulo, 36:49-53. 1975.
- IFJU, G. & CHIMELO, J. P. Quantitative wood anatomy based on stereological methods. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia, 27 p., il. 1978.
- MORESCHI, J. C. Levantamento da qualidade da madeira em plantações artificiais de *Pinus elliottii* nos Estados do Sul do Brasil. **Tese de Mestrado**, Curitiba, 148 p. 1975.
- NORMAS COPANT. Assunção, 30:1-19. 1974.
- PAULA, J. E. de Anatomia de *Euterpe oleracea* Mart. (Palmae da Amazônia). *Acta Amazônica*, Manaus, 5(3): 265-278, il. 1975.
- PAULA, J. E. de. Estudo anatômico de *Agrocomia intumescens* Drude (Palmae). **Brasil Florestal**, Brasília, 33:17-23, il. 1978.
- PAULA, J. E. de. Estudo comparativo da estrutura anatômica das madeiras de setenta e duas espécies brasileiras pouco conhecidas. **Brasil Florestal**, Brasília, 40:29-63, il. 1979.
- PAULA, J. E. de. Estudo de madeiras da Amazônia visando o seu aproveitamento para polpa e papel. - **Brasil Florestal**, Brasília, 42 (no prelo), il. 1980.
- PERRONE, J. C. Os processos hidrolíticos no aproveitamento dos recursos renováveis. **Silvicultura**, São Paulo, (Vol. especial): 22-33, 1977.
- SPRAGUE, H. B. Grasslands of the United States. The Iowa State University Press, Ames, U.S.A., 220p., il. 1874,

Seguem ilustrações...



QUADRO II — Parâmetro» para análise de qualidade

ESPÉCIES	N.º poros/mm2	Diâmetros vasos/um	Altura raios/mm	Largura raios/um	Frequência raios/mm	Parênquima axial
CARAIPARICHARDIANA	10, poucos	96, pequenos	0,57, muito baixos	13-19, extremamente finos	16, numerosos	pouco
CARAIPA VALIOI	9, poucos	152, médios	0,45, extremamente baixos	13-23, extremamente finos	13, numerosas	pouco
PROTIUM BRASILIENSE	15, pouco numerosos	75, pequenos	0,558, muito baixos	22, muito finos	7, poucos	escasso ou ausente
SCLERONEMA MICRANTHUM	4, muito poucos	169, médios	1.000, baixos	145, largos	4, poucos	moderadamente abundante
DIDYMOPANAX MOROTOTONII	7, poucos	102, médios	0,583, muito baixos	115, largos	1, 8 muito poucos	ausente
SCHIZOLOBIUM PARAHYBUM	0-2 poucos	212, grandes	0,204, extremamente baixos	31, finos	2-4 muito poucos	escasso
SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM	0-3 muitos poucos	167, médios	0,31, extremamente baixos	28, muito finos	7, poucos	muito pouco
SCLEROLOBIUM PANICULATUM	1,5-3, muito poucos	174, médios	0,218, extremamente baixos	12, extremamente finos	10, 7, poucos numerosos	escasso
DINIZIA EXCELSA	1-2, muito poucos	123, médios	0,45, extremamente baixos	23-26, muito finos	7-8, poucos	pouco
CAESALPINIALEIOTHACHYA	0-2, muito poucos	67, pequenos	0,128, extremamente baixos	26, muito finos	9, pouco numerosos	pouco
MIMOSA CAESALPINIIFOLIA	7, pouco numerosos	97, pequenos	0,15, extremamente baixos	20 muito finos	5, poucos	pouco
CASSIA GRANDIS	3, muito poucos	114, médios	0,20, extremamente baixos	31, finos	7, poucos	moderadamente abundante
HYMENAEA COURBARIL	1-3, muito poucos	120, médio	0,55, muito baixos	91, estreito»	4, poucos	escasso
CARYOCAR GLABRUM	1-3, muito poucos	204, grandes	0,568, muito baixos	33, finos	numerosos	escasso
NECTANDRA MYRIANTHA	9,8 pouco numerosos	114, médios	0,556, muito baixos	37, finos	4-6, poucos	pouco

QUADRO I - PARÂMETROS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE

ESPÉCIES	FRAÇÃO PAREDE %	FRAÇÃO LUME%	e/ $\mu\text{m}$	d/ $\mu\text{m}$	D/ $\mu\text{m}$	TEOR DE LIGNINA	FIBRAS	PE
CARAIPA RICHARDIANA	68	32	5,5	5	18	alto	abundantes	0,79 - 0,82
CARAIPA VALIOI	75	25	6,5	5	17	alto	abundantes	0,85 - 0,87
PROTIUM BRASILIENSE	50,7	49,3	3,3	6,4	13	médio	abundantes	0,57 - 0,60
SCLERONEMA MICRANTHUM	56	44	6,5	10	23	médio	moderadamente abundantes	0,64 - 0,66
DIDYMOPANAX MOROTOTONII	26,6	73,4	3,3	18,15	24,75	moderadamente baixo	abundantes	0,55 - 0,57
SCLEROLOBIUM PANICULATUM	68,5	31,5	3,96	3,63	11,55	sito	abundantes	0,79 - 0,81
SCHIZOLOBIUM PARAHYBUM	18,6	81,4	2	17,45	21,45	moderadamente baixo	abundantes	0,54 - 0,58
SCHIZOLOBIUM AMAZONICUM	60,6	39,4	7	9	23	médio	abundantes	0,59 - 0,62
DINIZIA EXCELSA	80	20	5,6	2,26	14	muito alto	abundantes	0,97 - 0,99
CAESALPINIA LEIOSTACHYA	92	8	5,3	0,95	11,55	muito alto	moderadamente abundantes	0,99 - 1,03
CASSIA GRANDIS	60	40	5	6,5	16,5	médio	abundantes	0,76 - 0,77
HYMENAEA COURBARIL	61,8	38,2	4,95	6,1	16	médio	abundantes	0,77 - 0,78
CARYOCAR GLABRUM	83	17	7,5	3	18	alto	abundantes	0,77 - 0,7G
NECTANDRA MYRIANTHA	50,7	49,3	6,6	12,8	26	médio	abundantes	0,57 - 0,59
MIMOSA CAESALPINIIFOLIA	83	17	4,8	1,95	11,55	alto	abundantes	1,00 - 1,10

## EXPLICAÇÃO DAS FOTOMICROGRAFIAS

Foto 1 — *Caryocar glabrum*: corte transversal da madeira (62x)  
Foto 2 — *Caraipa richardiana*: corte transversal da madeira (67x)  
Foto 3 — *Caraipa valioi*: corte transversal da madeira (67x)  
Foto 4 — *Dinizia excelsa*: corte transversal da madeira (62x)  
Foto 5 — *Mimosa caesalpiniiifolia*: corte transversal da madeira (62x)  
Foto 6 — *Schizolobium amazonicum*: corte transversal da madeira (120x)  
Foto 7 — *Caesalpinia*: leiostachya: corte transversal da madeira (60x)  
Foto 8 — *Cassia grandis*: corte transversal da madeira (57x)  
Foto 9 — *Sclerolobium paniculatum*: corte transversal da madeira (62x)  
Foto 10 — *Sclerolobium paniculatum*: corte tangencial da madeira (62x)

Foto 11 — *Didymopanax morototonii*: corte transversal da madeira (62x)  
Foto 12 — *Didymopanax morototonii*: corte tangencial (62x)  
Foto 13 — *Nectandra myriantha*: corte transversal da madeira (60x)  
Foto 14 — *Scleronema micranthum*: corte transversal da madeira (80x)  
Foto 15 — *Protium brasiliense*: corte transversal da madeira (58x), mácula medular.  
Foto 16 — *Protium brasiliense*: corte tangencial da madeira (58x)  
Foto 17 — *Protium brasiliense*: células gelatinosas em corte transversal (120x)  
Foto 18 — *Schizolobium parahybum*: corte transversal da madeira (68x)  
Foto 19 — *Schizolobium parahybum*: corte tangencial da madeira (68x)  
Foto 20 — *Hymenaea courbaril*: corte tangencial da madeira (58x).

## EXPLICAÇÃO DAS FIGURAS

Fig. 1 — *Caesalpinia leiostachya*: aspecto do parênquima axial envolvendo um vaso (poro)  
Fig. 2 — *Caesalpinia leiostachya*: fibras com paredes muito espessas  
Fig. 3 — *Schizolobium parahybum*: fibra dissociada  
Fig. 4 — *Schizolobium parahybum*: fibra no papel  
Fig. 5 — *Schizolobium parahybum*: fibra na madeira  
Fig. 6 — *Nectandra myriantha*: fibra dissociada

Fig. 7 — *Nectandra myriantha*: fibra no papel  
Fig. 8 — *Nectandra myriantha*: fibra na madeira  
Fig. 9 — *Didymopanax morototonii*: vaso em secção transversal  
Fig. 10 — *Didymopanax morototonii*: fibra de parede bastante fina, em secção transversal.  
Fig. 11 — *Didymopanax morototonii*: aspecto de um raio, cujas células são de paredes bastante finas.











