

# ESTRUTURA ANATÔMICA DE MADEIRAS INDÍGENAS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA E PAPEL<sup>1</sup>

JOSÉ ELIAS DE PAULA<sup>2</sup> e JOSÉ LUIZ DE HAMBURGO ALVES<sup>3</sup>

RESUMO - Foram estudadas 13 espécies de madeiras ocorrentes no Pantanal, Amazônia e Nordeste. A biomassa total por m<sup>3</sup> de madeira foi determinada com base no peso específico, e a estimativa de celulose e lignina por m<sup>3</sup> foi feita com base no peso específico e fator percentual 0,80. A indicação de madeiras para produção de papel foi realizada tomando-se por base os coeficientes de rigidez e flexibilidade e o índice de Runkel. Por outro lado, a qualificação de madeiras destinadas à geração de energia foi feita com base no peso específico, na fração parede das fibras, fator percentual 0,80, frequência de vasos e fibras, e parênquima radial e axial.

Termos para indexação: polpa, biomassa, celulose, lignina, índice de Runkel.

## ANATOMICAL STRUCTURE OF BRAZILIAN WOODS SUITABLE FOR ENERGY AND PAPER PRODUCTION

ABSTRACT - Woods of thirteen species occurring in the Amazon region, Pantanal and northeastern Brazil were studied. The total biomass and cellulose and lignine contents per m<sup>3</sup> were estimated based on the specific gravity. The estimate cellulose and lignine per m<sup>3</sup> was obtained based on the specific gravity and percentual factor 0.80. Woods with possibility to be utilized for pulp were indicated according to their coefficients of flexibility and rigidity and on the Runkel's index of fibres. Woods indicated for energy production were determined with base on their specific weight, wall fraction of fibres, percentual factor 0.80, and on their frequency of vessels and fibres.

Index terms: pulp, biomass, cellulose, lignine, Runkel's index.

## INTRODUÇÃO

Celulose, lignina, óleo vegetal, açúcar, inulina e amido são os melhores recursos renováveis de que o mundo dispõe para produção de energia. A madeira é constituída, basicamente, de celulose e lignina, porém, do ponto de vista econômico, não é viável utilizar qualquer tipo de madeira para produção de álcool, carvão, lenha e coque metalúrgico. Dentre as eulíforas indígenas, certamente estão aquelas com maiores possibilidades energéticas e papeleiras.

Esta comunicação tem por escopo indicar madeiras nativas com perspectivas para geração de energia e produção de papel.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeira foram coletadas de árvores com mais de 15 anos de idade. O material botânico fértil de cada espécie e também amostras de madeiras foram incorporados ao acervo dos Herbários da Universidade de Brasília (UnB),

Museu Goeldi (MG), Instituto de Botânica de São Paulo (SP) e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), conforme discriminação que se segue.

*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau (Bignoniaceae). Col. J. Elias de Paula 1819 (UB), "paratudo"; Miranda, Mato Grosso do Sul.

*Diplokeleba floribunda* N.E. Brow. (Sapindaceae). J. Elias de Paula 1861 (UB); "farinheira"; Corumbá, Mato Grosso do Sul.

*Acacia farnesiana* Willd. (Leguminosae). J. Elias de Paula 1562 (UB), "aromita"; Corumbá, MS.

*Bowdichia nitida* Spreng. ex Benth. (Leguminosae). J. Elias de Paula 1708 (UB e INPA); Manaus, Amazonas (AM).

*Clitoria racemosa* Benth. (Leguminosae). J. Elias de Paula 287 (UB); "paliteira". Recife, PE.

*Peltophorum dubium* Taub. (Leguminosae). J. Elias de Paula 1616 (IBGE & UB); Corumbá, Mato Grosso do Sul; conhecida por "cambuf".

*Parkia igneiflora* Ducke (Leguminosae). J. Elias de Paula 1705 (UB); Manaus, AM.

*Parkia panurensis* H.C. Holvins (Leguminosae). J. Elias de Paula 1704 (UB); Manaus, AM.

*Gutteria scytophylla* Diels (Annonaceae). J. Elias de Paula 1707 (INPA e UB); Manaus, AM.

*Ragala sanguinolenta* Pierre (Sapotaceae). J. Elias de Paula 1706 (INPA e UB); Manaus, AM.

*Myrcia deflexa* (Pierre) DC. (Myrtaceae). J. Elias de Paula 1710 (MG e UB); Boa Vista, Roraima.

*Miconia minutiflora* DC. (Melastomataceae). J. Elias de Paula & J.L. Hamburgo Alves 1807 (SP e UB); Sabiá, PE.

*Ocotea glomerata* Mez. (Lauraceae). J. Elias de Paula 1504 (U); Alhandra, PB.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 22 de fevereiro de 1989. Trabalho realizado com auxílio financeiro do CNPq e VARIG.

<sup>2</sup> Biólogo, Dr. em Ciências, Prof. - Adj., bolsista do CNPq, Univ. de Brasília, IB/VEG, CEP 70910 Brasília, DF.

<sup>3</sup> Biólogo, Dr. em Ciências, Prof. - Adj., UFPE, CEP 50000 Recife, PE.

O peso específico (PE) foi determinado usando-se amostras de madeira seca (peso constante) em estufa, à temperatura de 90 graus centígrados.

Determinou-se o percentual de fibras através de fotografias de cortes transversais da madeira e planímetro. A fração parede das fibras e das células parenquimatosas foi calculada empregando-se a fórmula  $100 \cdot \frac{2e}{D}$  onde  $e$  representa a espessura da parede da fibra, e  $D$ , o diâmetro total da fibra. O coeficiente de rigidez é a razão percentual do diâmetro do lume ( $d$ ) da fibra sobre o diâmetro da fibra, cuja fórmula é:  $100 \cdot \frac{d}{D}$ . O índice de Runkel foi determinado pela fórmula  $\frac{2e}{d}$ . O coeficiente de flexibilidade, conhecido também como índice de feltragem é a razão do comprimento da fibra sobre a largura, cuja fórmula é  $\frac{L}{W}$ , em que  $L$  representa o comprimento da fibra e  $W$  a largura (Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas 1968; Paula 1981 e Moreschi 1975). O diâmetro do lume é a diferença entre o diâmetro total da fibra menos duas vezes a espessura da parede ( $D - 2e$ ).

A biomassa total foi estimada com base no peso específico (PE) e a quantidade de celulose e lignina, com base no PE e fator percentual 0,80, cujos valores são representados em  $\text{kg/m}^3$  de madeira (Paula 1981a).

## RESULTADOS

*Tabebuia caraiba* (Fig. 1). Madeira muito pesada, peso específico  $0,80 \text{ g/cm}^3$ ; vasos predominantemente solitários, pouco numerosos, de diâmetro pequeno; parênquima axial freqüente, aliforme, vasicêntrico, cujas células apresentam fração parede da ordem de 12%; raios predominantemente 2-seriados,

muito baixos, estreitos e numerosos, fração parede das células 18,3%; fibras muito curtas, com paredes espessas (vide também Tabelas 1 a 3).

*Diplokeleba floribunda* (Fig. 2). Madeira muito pesada, peso específico 0,90; vasos de diâmetro pequeno, pouco numerosos, solitários, ocorrendo também geminados e múltiplos de 3; parênquima axial freqüente, em faixas confluentes, fração parede das células 14%, células com cristais rômnicos de oxalato de cálcio; raios predominantemente 2-seriados, extremamente baixos, estreitos, muito numerosos, cujas células apresentam fração parede da ordem de 22%; fibras muito longas, com paredes espessas.

*Acacia farnesiana* (Fig. 3). Madeira muito pesada, peso específico 0,82; vasos solitários, geminados e múltiplos de 3-4, diâmetro tangencial de tamanho médio, pouco numerosos; parênquima axial freqüente, vasicêntrico, às vezes aliforme, fração parede das células 20%; máculas medulares raramente observadas; raios predominantemente 3-6 seriados, extremamente baixos, estreitos, numerosos, fração parede das células 27%; células radiais com cristais rômnicos de oxalato de cálcio; fibras muito curtas, de parede espessa.

*Peltophorum dubium* (Fig. 4). Madeira leve, peso específico 0,58; vasos com diâmetro tangencial pequeno, solitários, geminados e múltiplos de 3, poucos; parênquima axial escasso, vasicêntrico, raramente apotraqueal em faixas, fração parede das células 19%; raios predominantemente 2-3 seriados,

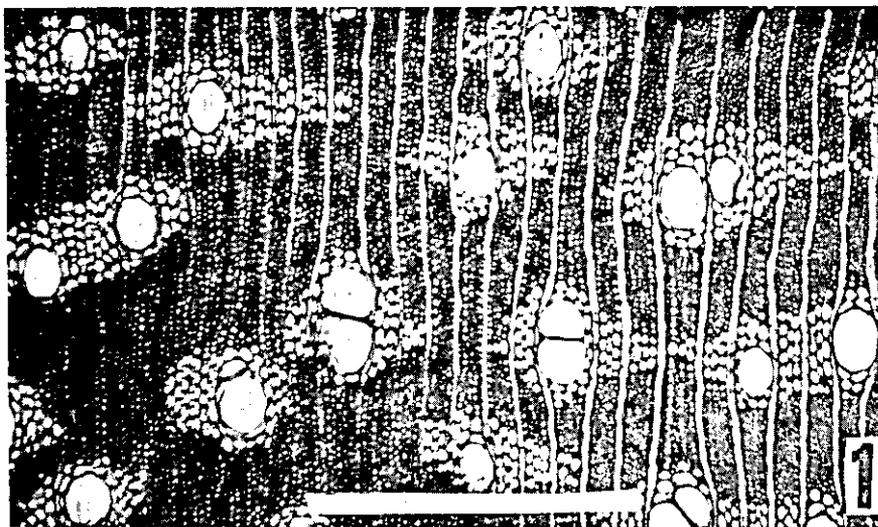


FIG. 1. *Tabebuia caraiba*. Seção transversal da madeira: as partes claras tangenciais indicam o parênquima axial, e as partes escuras são as fibras. Escala de 273 micrômetros.

TABELA 1. Parâmetros para análise de qualidade da madeira.

Espécies	Fibras	Espessura da parede da fibra em $\mu\text{m}$	Diâmetro do lume da fibra(d) em $\mu\text{m}$	Coefficiente de flexibilidade	Coefficiente de rigidez (%)	Fração parede da fibra (%)
<i>A. farnesiana</i>	59	5,00	3,0	74	23,0	77,0
<i>P. dubium</i>	78	3,50	13,0	42	65,0	35,0
<i>P. igneiflora</i>	76	2,64	11,7	53	69,0	31,0
<i>P. panurensis</i>	76	6,60	6,8	51	34,0	66,0
<i>B. nitida</i>	70	9,00	2,0	88	10,0	90,0
<i>C. racemosa</i>	42	4,60	5,8	53	39,0	61,0
<i>G. scytophylla</i>	58	6,60	9,8	63	71,3	28,7
<i>T. caraiba</i>	56	3,30	4,4	73	27,3	72,7
<i>R. sanguinolenta</i>	72	5,75	4,5	67	28,0	72,0
<i>M. deflexa</i>	72	6,00	3,0	57	20,0	80,0
<i>M. minutiflora</i>	64	4,95	5,1	68	24,0	76,0
<i>O. glomerata</i>	64	3,80	11,4	57	60,0	40,0
<i>D. floribunda</i>	66	6,60	3,8	106	23,0	77,0

TABELA 2. Parâmetros para análise de qualidade da madeira.

Espécies	Largura (w) da fibra em $\mu\text{m}$	Diâmetro (D) da fibra em $\mu\text{m}$	Comprimento da fibra em $\mu\text{m}$	Diâmetro do vaso, $\mu\text{m}$	Número de vasos ( $\text{mm}^2$ )	Altura dos raios (mm)	Largura dos raios $\mu\text{m}$	Número de raios, mm linear
<i>A. farnesiana</i>	15	13	1.107	105	6	0,30	50	6
<i>P. dubium</i>	22	20	937	87	3	0,85	29	11
<i>P. igneiflora</i>	24	17	1.276	112	3	0,25	26	5
<i>P. panurensis</i>	21	20	1.069	119	3	0,24	31	6
<i>B. nitida</i>	20	20	1.763	159	3	0,29	34	7
<i>C. racemosa</i>	17	15	910	134	2	0,25	48	7
<i>G. scytophylla</i>	26	23	1.636	184	1	1,92	132	2
<i>T. caraiba</i>	12	11	875	82	6	0,80	18	15
<i>R. sanguinolenta</i>	18	16	1.202	113	7	0,38	30	5
<i>M. deflexa</i>	17	15	967	50	26	0,25	27	4
<i>M. minutiflora</i>	18	15	1.224	82	11	0,56	13	15
<i>O. glomerata</i>	20	19	1.135	100	6	0,38	23	13
<i>D. floribunda</i>	19	17	2.024	49	8	0,18	17	13

poucos, muito baixos, cujas células apresentam fração parede da ordem de 14%; fibras muito curtas de paredes finas.

*Parkia igneiflora* (Fig. 5). Madeira moderadamente pesada, peso específico 0,66; vasos solitários, geminados e múltiplos de 3, poucos, diâmetro médio; parênquima axial de escasso a pouco, vasicêntrico, cujas células apresentam fração parede da ordem de

12%, raios 1-3 seriados, extremamente baixos, muito estreitos e pouco numerosos, fração parede das células 16%; células radiais com cristais rômnicos de oxalato de cálcio; fibras curtas de paredes pouco espessas.

*Parkia panurensis* (Fig. 6). Madeira moderadamente pesada, peso específico 0,65; vasos solitários, geminados e múltiplos de 3, de diâmetro médio, pou-

TABELA 3. Parâmetros para análise de qualidade da madeira.

Espécies	PE	Biomassa total kg/m <sup>3</sup>	Celulose e lignina kg/m <sup>3</sup>	Índice de Runkel	Grupos de Runkel	Parênquima axial
<i>A. farnesiana</i>	0,82	820	656	3,33	V	freqüente
<i>P. dubium</i>	0,58	580	464	0,53	III	pouco
<i>P. igneiflora</i>	0,66	660	528	0,45	II	pouco
<i>P. panurensis</i>	0,65	650	520	1,94	IV	pouco
<i>B. nitida</i>	0,90	900	720	9,00	V	pouco
<i>C. racemosa</i>	0,68	680	524	1,58	IV	abundante
<i>G. scytophylla</i>	0,59	590	472	1,34	IV	pouco
<i>T. caraiba</i>	0,80	800	640	1,50	IV	freqüente
<i>R. sanguinolenta</i>	0,84	840	672	2,55	V	escasso
<i>M. deflexa</i>	0,83	830	664	4,00	V	pouco
<i>M. minutiflora</i>	0,80	800	640	1,94	V	ausente
<i>O. glomerata</i>	0,60	600	480	0,66	III	ausente
<i>D. floribunda</i>	0,90	900	720	3,47	V	freqüente

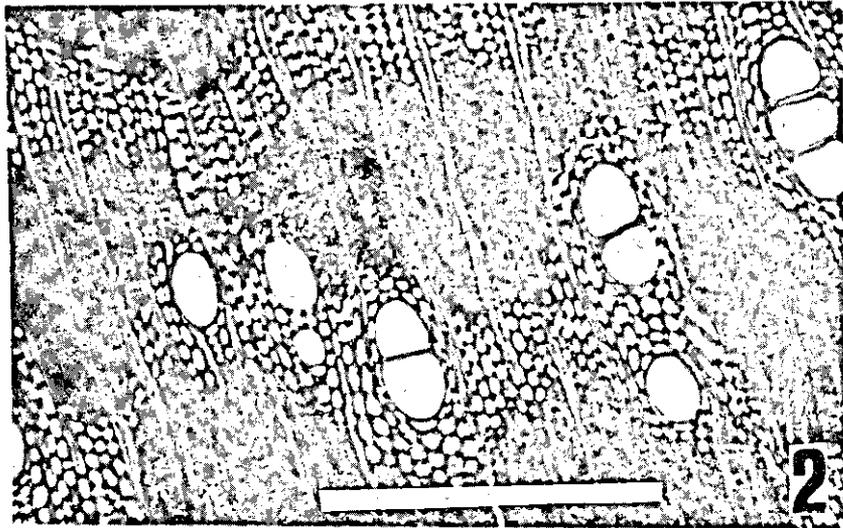


FIG. 2. *Diplokeleba floribunda*. Seção transversal da madeira, onde se observam faixas de parênquima axial e abundância de fibras. Escalas de 275 micrômetros.

cos; parênquima axial aliforme, freqüente, fração parede das células 10%; raios predominantes 2-3 seriados, estreitos, extremamente baixos, pouco numerosos, fração parede das células radiais 16%; fibras curtas, com paredes pouco espessas.

*Bowdichia nitida* (Fig. 7): Madeira muito pesada, peso específico 0,90; vasos solitários, geminados e múltiplos radiais de até quatro elementos, poucos, de

diâmetro médio; parênquima axial pouco, vasicêntrico, aliforme, às vezes confluyente, fração parede das células 22%; raios 2-3 seriados, extremamente baixos, estreitos e pouco numerosos, cujas células apresentam fração parede da ordem de 19%; fibras muito longas, com paredes espessas.

*Clitoria racemosa* (Fig. 8). Madeira moderadamente pesada, com peso específico 0,68; vasos pre-

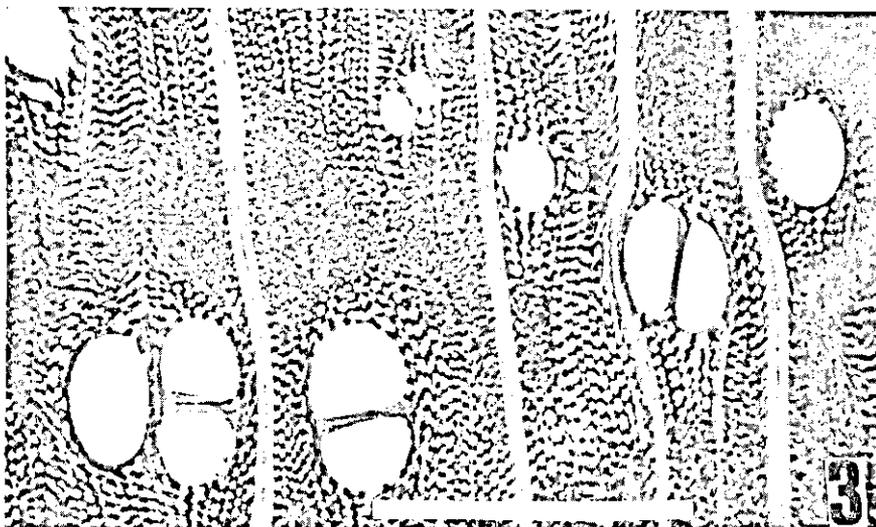


FIG. 3. *Acacia farnesiana*. Secção transversal, mostrando parênquima axial vasicêntrico e fibras abundantes. Escala de 275 micrômetros.

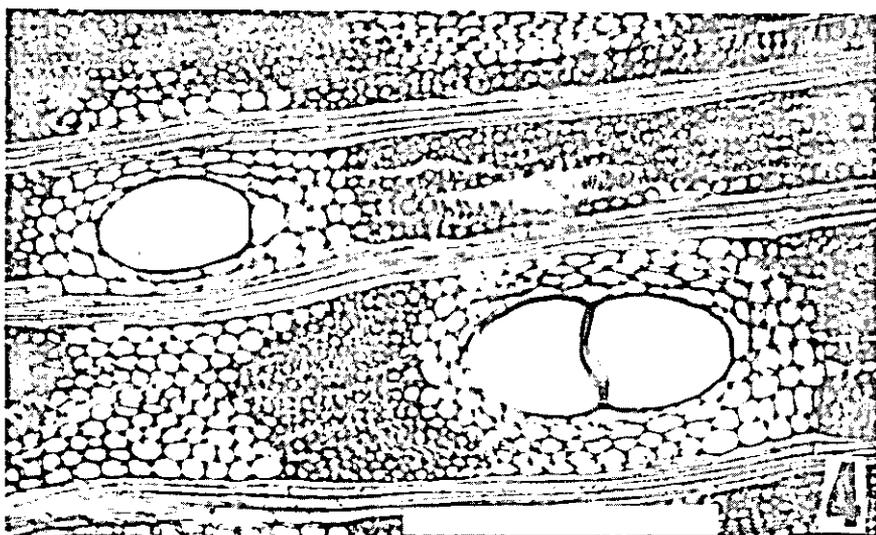


FIG. 4. *Peltophorum dubium*. Secção transversal da madeira onde se observa abundância de fibras. Escala de 275 micrômetros.

dominantemente solitários, muito poucos, de diâmetro tangencial médio; parênquima axial freqüente, vasicêntrico e em faixas, fração parede das células 10,4%; raios 2-4 seriados, extremamente baixos, estreitos, pouco numerosos, fração parede das células radiais 13%; fibras longas, gelatinosas, de paredes pouco espessas.

*Gratteria scytophylla* (Figs. 9 e10). Madeira leve, peso específico 0,59; vasos predominantemente solitários, muito poucos, de diâmetro médio; parênquima axial apotraqueal, terminal, em faixas estreitas, pouco, fração parede das células 15%; fibras longas, com paredes muito finas, raios 3-6 seriados, muito poucos, baixos, largos, fração parede das cé-

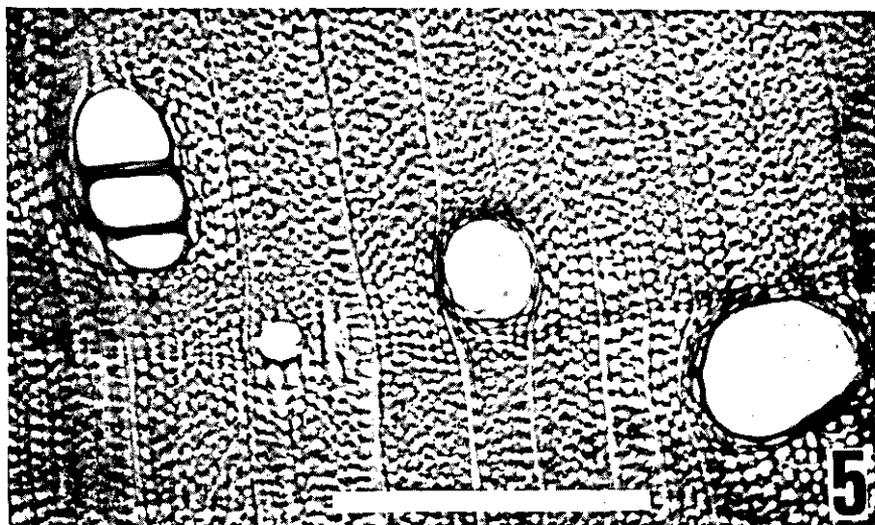


FIG. 5. *Parkia igneiflora*. Secção transversal, onde se notam faixas tangenciais de parênquima axial e as fibras representam as partes escuras. Escala de 275 micrômetros.



FIG. 6. *Parkia panurensis*. Secção transversal: as partes claras são o parênquima axial, e as escuras são as fibras. Escala de 275 micrômetros.

lulas radiais; 15%; fibras longas, com paredes muito finas.

*Regala sanguinolenta* (Fig. 11). Madeira muito pesada, peso específico 0,84; vasos solitários, geminados e múltiplos radiais de até 5 elementos, pouco numerosos, de diâmetro médio; parênquima axial escasso, em faixas estreitas, em geral com uma camada de células de largura, fração parede das células 18%;

raios 1-3 seriados, extremamente baixos, estreitos, pouco numerosos, fração parede das células 16,6%; ocorrem células radiais com concreções silicosas; fibras curtas, de paredes espessas.

*Myrcia deflexa* (Fig. 12). Madeira muito pesada, peso específico 0,83; vasos predominantemente geminados, de diâmetro pequeno, numerosos; parên-

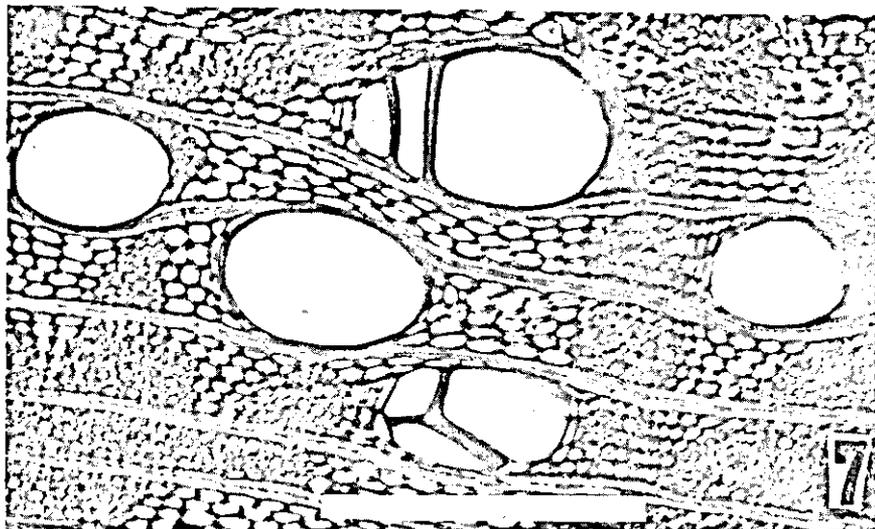


FIG. 7. *Bowdichia nitida*. Secção transversal mostrando faixas de parênquima axial e as partes escuras ocupadas pelas fibras. Escala de 275 micrômetros.

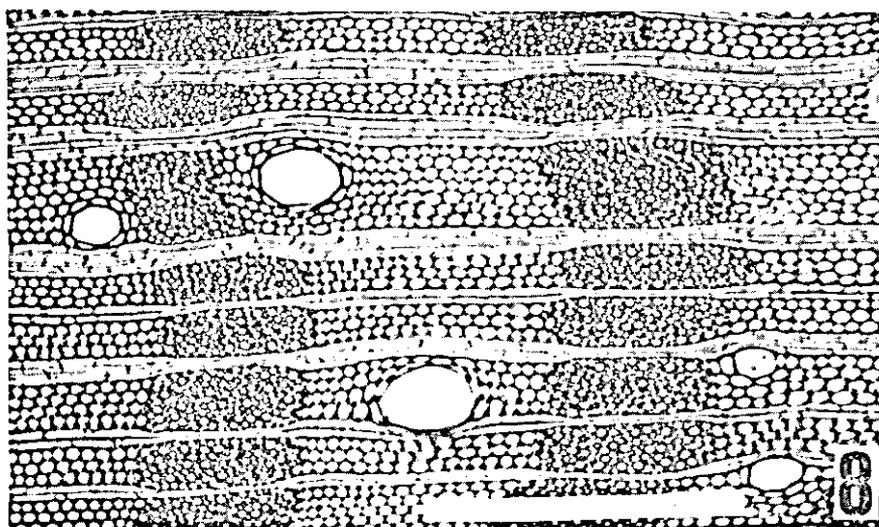


FIG. 8. *Clitoria racemosa*. Secção transversal: as faixas claras são o parênquima axial, e as escuras são as fibras. Escala de 275 micrômetros.

quima axial apotraqueal, em faixas estreitas, fração parede das células 13%, raios predominantemente 1-seriado, muito estreitos, extremamente baixos, poucos, fração parede das células 25,3%; fibras muito curtas, com paredes espessas.

*Ocotea glomerata* (Fig. 13). Madeira leve, peso específico 0,60; vasos solitários, geminados e múlti-

plos de até 4, de diâmetro pequeno, pouco numerosos; parênquima axial ausente; raios 2-3 seriados, extremamente baixos, muito estreitos, muito numerosos, fração parede das células radiais 17%; fibras curtas, de paredes moderadamente finas.

*Miconia minutiflora* (fig. 14). Madeira pesada, peso específico 0,80; vasos predominantemente ge-

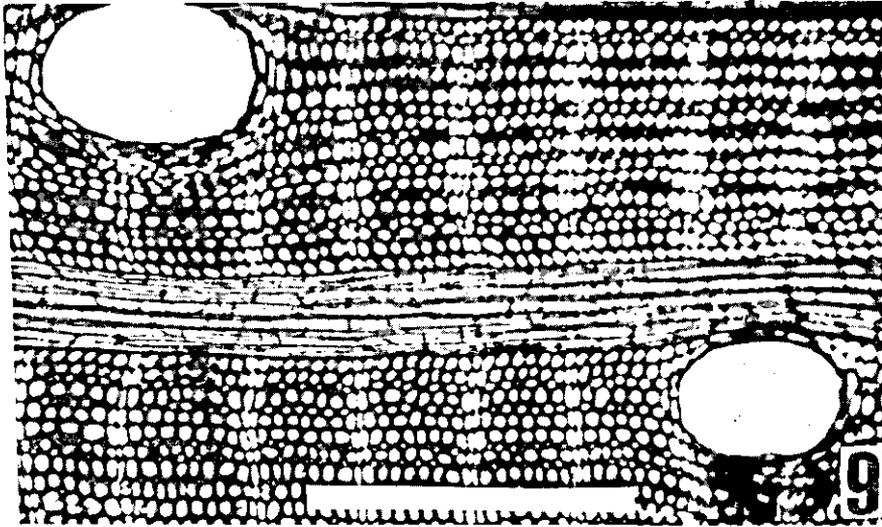


FIG. 9. *Guatteria scytophylla*. Secção transversal mostrando faixas estreitas de parênquima axial terminal; as partes escuras são as fibras. Escala de 275 micrômetros.

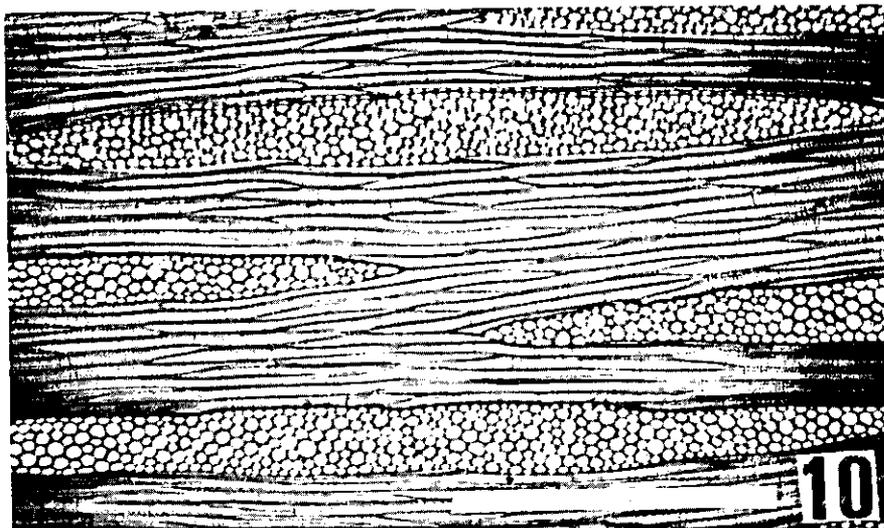


FIG. 10. *Guatteria scytophylla*. Secção tangencial da madeira mostrando raios largos; as fibras são as partes estriadas. Escala de 275 micrômetros.

minados, numerosos, de diâmetro pequeno; parênquima axial ausente; raios I-seriados, muito baixos, extremamente estreitos, numerosos, fração parede das células radiais 10%; fibras curtas, gelatinosas, de paredes espessas (vide Tabelas 1 a 3).

#### DISCUSSÃO

A qualificação de madeira para produção de

energia foi determinada com base nos seguintes parâmetros: frequência de fibras, vasos, parênquima axial e radial, diâmetro dos vasos, altura e largura dos raios, espessura das paredes das fibras, fração parede das fibras e das células parenquimatosas, peso específico e fator percentual 0,80, valor apresentado em kg por m<sup>3</sup> de madeira. Ressalte-se que 80% do peso total de qualquer madeira são constituídos por

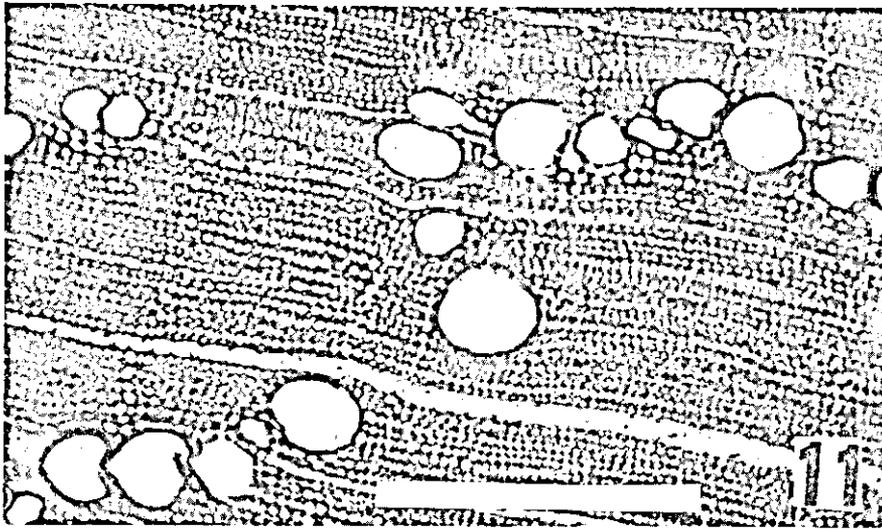


FIG. 11. *Ragala sanguinolenta*. Secção transversal mostrando escassez de parênquima axial e riqueza de fibras. Escala de 275 micrômetros.

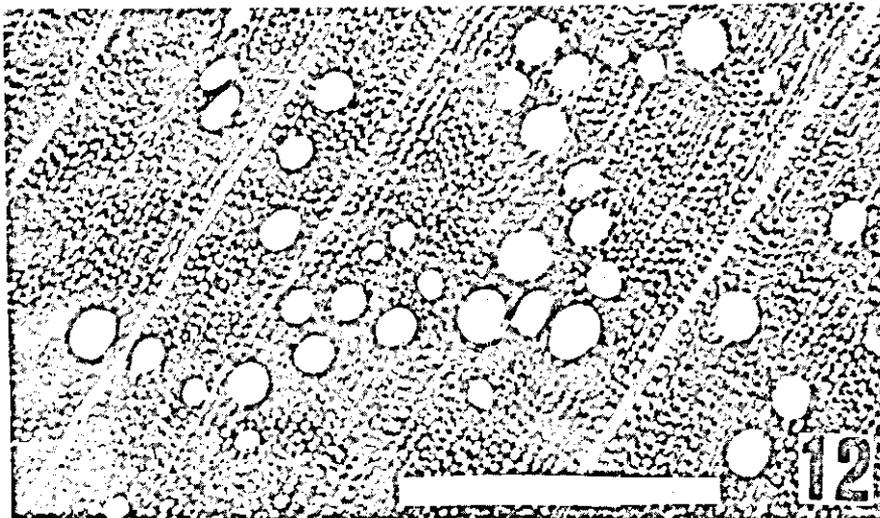


FIG. 12. *Myrcia deflexa*. Secção transversal mostrando faixas de parênquima axial, distribuição dos vasos e fibras representadas pelas partes escuras. Escala de 275 micrômetros.

celulose e lignina (Paula 1985). Já o coeficiente de rigidez, o índice de Runkel e o coeficiente de flexibilidade são três parâmetros que devem ser considerados na qualificação e indicação de madeiras para produção de papel.

Na madeira a parede celular é constituída, basicamente, de celulose e lignina. Com efeito, quanto mais espessa for a parede mais celulose e lignina terá

a fibra. As paredes dos elementos de vasos e das células parenquimatosas, inclusive as dos raios são sempre finas em relação ao espaço ocupado por cada célula. Isso pode ser constatado pela fração parede que é sempre baixa. Conseqüentemente, madeiras ricas em parênquima axial e radial, e em vasos, notadamente de diâmetro grande, possuem baixo teor de celulose e lignina; são, portanto, madeiras leves. A

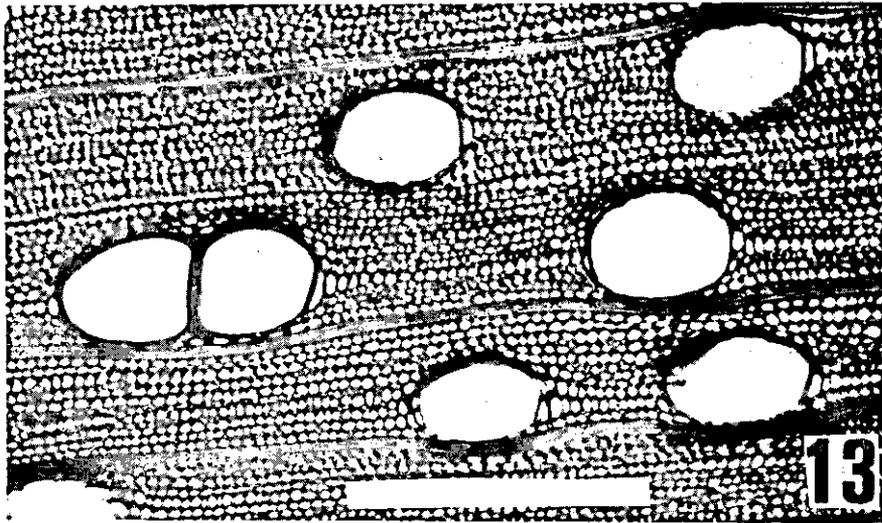


FIG. 13. *Ocotea glomerata*. Secção transversal mostrando ausência de parênquima axial e fibras abundantes.

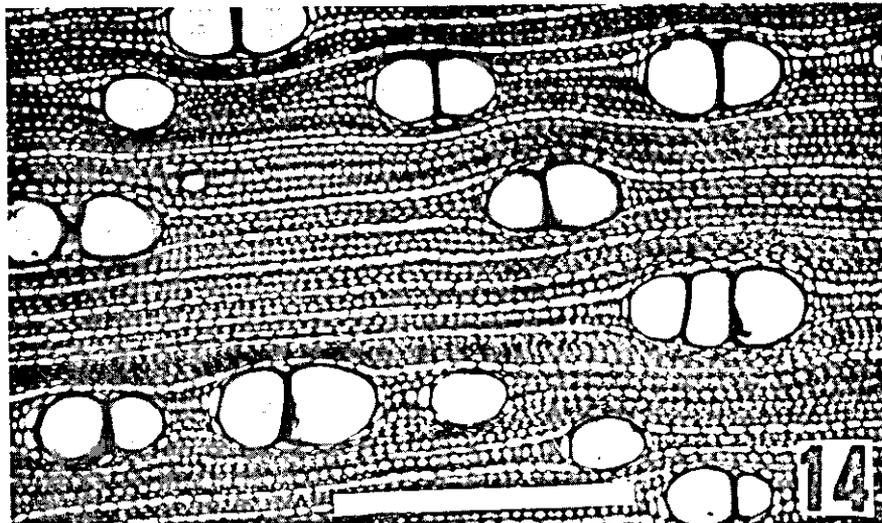


FIG. 14. *Miconia minutiflora*. Secção transversal da madeira mostrando ausência de parênquima axial e fibras abundantes. Escala de 275 micrômetros.

fração parede indica a quantidade de celulose e lignina presente nas fibras, de tal modo que, quanto mais alta for a fração parede, tanto mais celulose e lignina terão as fibras. Por exemplo, quando a fração parede de uma fibra é de 75%, isso indica que 75% do espaço ocupado por essa fibra são praticamente celulose e lignina e os 25% restantes correspondem ao cito-

plasma, e portanto, é carente de celulose e lignina (Paula 1980, 1981a).

As madeiras com alta proporção de parênquima axial, raios e vasos não devem ser usadas para produção de energia, do ponto de vista econômico. As madeiras de boa qualidade para produção de álcool, coque metalúrgico, carvão e lenha são aquelas que

apresentam elevada percentagem de fibras com fração parede alta e peso específico igualmente alto, notadamente a partir de 0,60 g/cm<sup>3</sup>.

As madeiras de boa qualidade para a produção de papel são aquelas que possuem alta frequência de fibras de fração parede baixa, portanto de paredes finas, coeficiente de rigidez a partir de 50%, índice de Runkel baixo (até 2,0) e PE baixo (até 0,60).

O álcool, quando extraído da madeira, é obtido a partir da celulose, através do processo de hidrólise ácida ou de pirólise; o coque metalúrgico, pelo processo de carbonização da lignina; e o carvão, pela queima da madeira. Portanto, do ponto de vista econômico só devem ser usadas para obtenção desses produtos energéticos, madeiras ricas em celulose e lignina.

Em fibras com igual comprimento e com largura diferente, as mais estreitas apresentam coeficientes de flexibilidade mais altos. Fibras com baixo coeficiente de flexibilidade possuem alta resistência ao rasgo e à tração. O papel produzido de madeira com alta proporção de fibras com paredes finas, apresenta alta resistência ao estouro e à tração. Contudo, à medida que essa proporção for diminuída em favor das fibras de paredes espessas, reduzir-se-ão, proporcionalmente, as resistências anteriormente referidas, porém, aumentar-se-á a resistência ao rasgo. Isto se explica pelo aumento do índice de Runkel e pela redução do coeficiente de rigidez, diminuindo a intensidade de colapso das fibras, e, como consequência direta, reduzindo suas áreas de contato. Neste caso, a compensação em favor da resistência ao rasgo é proporcionada unicamente pela resistência da fibra individual. As fibras com coeficiente de flexibilidade mais alto possuem baixa resistência à tração, implicando que em polpa refinada de fibras curtas existem mais cruzamentos de fibras e mais áreas de ligações disponíveis por unidade de peso em relação à polpa de fibras longas. Entretanto, um baixo coeficiente de flexibilidade evidencia alta resistência ao rasgo, unicamente como efeito do comprimento das fibras (Paula 1981a e Moreschi 1975).

O coeficiente de rigidez e o índice de Runkel indicam o grau de colapso que sofrem as fibras durante o processo de fabricação do papel. Quanto mais baixo o índice de Runkel e mais alto o coeficiente de rigidez, maior será o grau de colapso (achatamento) das fibras, produzindo maior ligação entre si, e, conseqüentemente, produzindo papel mais resistente ao rasgo e ao estouro. Fibras com índice

de Runkel abaixo de 1,0 e coeficiente de rigidez acima de 60% são consideradas de boa qualidade para produção de papel. Paredes finas induzem a coeficiente de rigidez altos e índice de Runkel baixo. Portanto, é de fundamental importância o conhecimento dos coeficientes de flexibilidade e de rigidez e do índice de Runkel para qualificação de madeiras destinadas à produção de papel.

Os grupos de Runkel são baseados no índice de Runkel, que indica a qualidade das fibras para produção de polpa, fabricação de papel, e não para qualificar madeiras entre si, pois isso depende também da quantidade de outros constituintes celulares da madeira. As fibras do grupo I de Runkel são excelentes para produção de papel. Porém a madeira só será de excelente qualidade se o percentual de fibras for alto.

### CONCLUSÕES

1. As madeiras de *Acacia farnesiana*, *Bowdichia nitida*, *Myrcia deflexa*, *Tabebuia caraiba*, *Miconia minutiflora*, *Ragala sanguinolenta* e *Diplokeleba floribunda* são de boa qualidade para a produção de álcool, carvão, coque metalúrgico e lenha;
2. *Parkia panurensis*, *Parkia igneiflora*, *Ocotea glomerata*, *Guatteria scytophylla* e *Eltophorum dubium* são viáveis para produção de papel.

### REFERÊNCIAS

- INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIÊNCIAS AGRÍCOLAS, Turrialba, Costa Rica. **Report on a wood testing program carried out for a project 192, survey and development of selected forest areas, Costa Rica**, 1968. 134p.
- MORESCHI, J.C. **Levantamento da qualidade da madeira em plantações artificiais de *Pinus elliotii* nos estados do Sul do Brasil**. Curitiba, PR, Escola de Florestas, 1975. 148p. Tese Mestrado.
- PAULA, J.E. de. Estudo de Madeiras da Amazônia visando seu aproveitamento para produção de polpa e papel. **Brasil flor.**, Brasília, 42:35-52, 1981.
- PAULA, J.E. de. Estudo das estruturas internas das madeiras de 16 espécies da flora brasileira, visando seu aproveitamento na produção de álcool, coque, carvão e papel. **Brasil flor.**, Brasília, 47:23-50, 1981a.
- PAULA, J.E. de. Estudo de madeiras indígenas, visando seu aproveitamento na geração de energia. **CNP - Atualidades**, Brasília, 92:13-23, 1985.
- PAULA, J.E. de. Madeiras que produzem álcool, coque e carvão. **CNP - Atualidades**, Brasília, 72:31-45, 1980.