

## AVALIAÇÕES ANATÔMICAS DAS FIBRAS DA MADEIRA DE *Parkia gigantocarpa* DUCKE

Mariele Cunha de Miranda<sup>1</sup>, Patrícia Aparecida Rigatto Castelo<sup>2</sup>

**Resumo:** Esse estudo teve como objetivo determinar as dimensões das fibras da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke e suas relações para produção de polpa celulósica. Para a determinação das dimensões das fibras foram amostradas três árvores de um plantio experimental com 14 anos de idade e coletados discos, sem casca, na base da árvore, a 25, 50, 75 e 100% da altura comercial das árvores. Dos discos foram extraídos os corpos de prova. Procedeu-se o preparo de lâminas com o material macerado, coloridas com solução aquosa de safranina a 1%. Em cada amostra, foram tomadas 30 medidas de comprimento, largura e diâmetro do lume. As fibras apresentaram, em média, comprimento de 1,63 mm; largura de 48,40  $\mu$ m; diâmetro do lume de 37,52  $\mu$ m; espessura da parede de 5,44  $\mu$ m. Os índices obtidos foram os de Runkel de 0,29; fração parede de 22,47%; coeficiente de flexibilidade 77,53%; e índice de enfeltramento de 33,67. De acordo com as propriedades anatômicas avaliadas, a madeira da espécie apresentou potencial para ser utilizada na produção de polpa celulósica. No entanto, fazem-se necessários estudos adicionais para sua completa caracterização.

**Palavras-chave:** Estrutura anatômica; fibras; dimensões.

### ANATOMICAL EVALUATION OF WOOD FIBRES *Parkia gigantocarpa* DUCKE

**Abstract:** This study aimed to determine the dimensions of the wood fibers of *Parkia gigantocarpa* Ducke and their relations to pulp production. For determining the dimensions of the fibers were sampled three experimental planting trees 14 years of age and collected discs, without bark of the tree on the basis of 25, 50, 75 and 100% of the height of commercial trees. The samples were extracted from the discs. The macerated material slides were stained with safranin aqueous solution of 1%. For each sample were taken 30 measures in length, width and lumen diameter. The fibers had an average length of 1,63 mm, width of 48,40  $\mu$ m; lumen diameter of 37,52  $\mu$ m; wall thickness of 5,44  $\mu$ m. The indices were obtained from Runkel 0,29; wall fraction of 22,47%; flexibility coefficient of 77,53% and felting index of 33,67.

---

<sup>1</sup>Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso ó UFMT, <marielecm@gmail.com>.

<sup>2</sup>Professora do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso ó UFMT, Campus Sinop, <patyrigatto@gmail.com>.

According to the anatomical properties evaluated, the specie in question has the potential to be used in pulp production. However, some additional studies are necessary for its complete characterization.

**Keywords:** Anatomical structure; fibre; dimensions.

## 1 INTRODUÇÃO

A estrutura anatômica da madeira influencia suas propriedades e para se obter conhecimento destas propriedades e do seu comportamento, é necessário o estudo da anatomia da madeira e de suas variações. As fibras constituem o tecido básico de sustentação mecânica da madeira de folhosas, sendo dos tipos fibras libriformes e fibrotraqueóides.

As madeiras de folhosas, comparadas às de coníferas, apresentam uma estrutura anatômica mais complexa, com maior número de elementos celulares, de tipos e formas variadas e em diferentes arranjos. Sua composição celular, muito variável e heterogênea, constitui-se de 7 a 55% de vasos; 26 a 56%; de fibras (libriformes - fibrotraqueóides); 5 a 25% de parênquima radial e de 0 a 23% de parênquima axial (KLOCK et al., 2005).

O principal objetivo da investigação anatômica é verificar a relação entre as características estruturais da madeira e seu uso, citando o exemplo das dimensões das fibras como importantes indicadores das propriedades de uma determinada espécie e sua adequação para a fabricação de um tipo específico de papel (HUGHES, 1973).

Os parâmetros considerados nos estudos de fibras compreendem o comprimento, a largura, a espessura da parede e o diâmetro do lume (CASTELO, 2007). Sabe-se que em folhosas as dimensões das fibras variam, em média, de 0,8 a 1,5 mm no comprimento, de 20 a 50  $\mu$ m no diâmetro do lume e de 3 a 5  $\mu$ m na espessura da parede.

As dimensões das fibras sofrem variações no sentido longitudinal (base-topo) e radial (medula-casca) do tronco da árvore. De acordo com o observado por Rocha (2004), em *Eucalyptus saligna*, no sentido medula-casca, as dimensões das fibras apresentam valores crescentes. Já no sentido base-topo, as dimensões são maiores entre 0 e 25% da altura comercial, e menores entre 75 e 100% da altura comercial.

As relações entre as dimensões das fibras são mais importantes do que os valores de suas dimensões isoladas, resultando em índices que ajudam na classificação da qualidade da madeira para celulose e papel. Dentre os principais índices estão os de enfiamento, coeficiente de flexibilidade, fração parede e de Runkel.

O índice de Runkel e a fração parede são índices relacionados à rigidez da fibra (CASTELO, 2007) e se relacionam diretamente com as propriedades da celulose e do papel, pois o grau de rigidez das fibras influencia nas propriedades mecânicas do papel (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). O coeficiente de flexibilidade e o índice de enfiletramento medem o quão flexíveis são as fibras e sua capacidade de entrelaçamento, sendo também importantes para fabricação de celulose e papel (CASTELO, 2007).

*Parkia gigantocarpa*, pertencente à família Mimosoideae, vulgarmente conhecida como fava-barriguda, é uma espécie nativa da floresta de terra firme da Amazônia, com ampla ocorrência na região de Paragominas, Estado do Pará (PINHEIRO et al., 2007; GOMES et al., 2010). O indivíduo adulto de fava-barriguda pode chegar a até 60 metros de altura e 1,5 metros de diâmetro e apresenta madeira leve (massa específica anidra de 0,55 g/cm<sup>3</sup>) sendo boa para a produção de lâminas para compensados (PAULA; ALVES, 1997).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo determinar as dimensões das fibras da *Parkia gigantocarpa* Ducke e suas relações para produção de polpa celulósica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizadas três árvores de um plantio de *Parkia gigantocarpa* Ducke com 14 anos de idade na área experimental da Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural - EMPAER, localizada no município de Sinop, norte do Estado de Mato Grosso. Sinop encontra-se no Bioma Amazônico, com temperaturas médias anuais variando entre 24 e 34 °C, e precipitação média anual de 1.922 mm. O clima, na classificação de Köppen, é do tipo Aw. Os solos são geralmente ácidos com moderada concentração de alumínio trocável, apresentando baixa capacidade de troca catiônica, deficientes em cálcio e fósforo, havendo predominância de latossolos profundos bem drenados e planos (RONDON, 2006).

Para a determinação das propriedades anatômicas da madeira, foram obtidos discos nas alturas de 0 (base da árvore), 25, 50, 75 e 100% da altura comercial das árvores.

O acondicionamento e preparo das amostras para a determinação das propriedades anatômicas foram realizados no Laboratório de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* de Sinop (UFMT ó Sinop) e a determinação das dimensões das fibras foi realizada na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

De cada disco, sem casca, foram retiradas duas cunhas estreitas, diametralmente opostas. A fim de verificar a variação existente nas dimensões das fibras na direção medula-

casca, cada cunha foi dividida em três partes (medula, intermediária e casca) as quais foram transformadas em palitos.

Os palitos foram dispostos em tubos de ensaios e submetidos à maceração em uma mistura de ácido nítrico e ácido acético (1:3), conforme procedimentos descritos por Barrichello; Foelkel (1983) para a individualização dos elementos anatômicos da madeira.

O preparo de lâminas para a determinação das dimensões das fibras foi colorido com solução aquosa de safranina a 1%. Na montagem das lâminas, foi efetuada a agitação do material macerado para manter as fibras em suspensão, evitando a aglomeração das mesmas.

Em cada amostra, foram tomadas 30 medidas de comprimento, largura e diâmetro do lume. A espessura da parede foi determinada pela diferença entre a largura e o diâmetro do lume dividido por dois.

Com os valores obtidos para as dimensões de fibras calculou-se a média para as árvores e as relações entre as dimensões das fibras por meio do índice de Runkel (Equação 1), fração parede (Equação 2), coeficiente de flexibilidade (Equação 3) e índice de enfiamento (Equação 4).

$$IR = \frac{(2 \times EP)}{DL} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$FP = \frac{(2 \times EP)}{L} \times 100 \quad \text{(Equação 2)}$$

$$CF = \frac{DL}{L} \times 100 \quad \text{(Equação 3)}$$

$$IE = \frac{C}{L \times 1000} \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que: EP = espessura da parede das fibras ( m); DL = diâmetro do lume das fibras ( m); L = largura das fibras ( m); C = comprimento das fibras (mm); IR = índice de Runkel; FP = fração parede (%); CF = coeficiente de flexibilidade (%); IE = índice de enfiamento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dimensões médias das fibras da madeira de *Parkia gigantocarpa* estão apresentadas na Tabela 1. Observa-se que o diâmetro do lume foi a dimensão que apresentou maior variação, tendo o comprimento menor variação entre os parâmetros avaliados.

**Tabela 1.** Medidas descritivas das dimensões das fibras de *Parkia gigantocarpa*.**Table 1.** Descriptive measures of the dimensions of the fibers *Parkia gigantocarpa*.

	C (mm)	L ( m)	DL ( m)	EP ( m)
Média	1,63	48,40	37,52	5,44
DP	0,01	2,69	2,89	0,48
CV (%)	0,36	5,56	7,70	8,85

C - comprimento das fibras; L - largura das fibras; DL - diâmetro do lume das fibras; EP - espessura da parede das fibras. DP - desvio padrão; CV ó coeficiente de variação.

Na Tabela 2, encontram-se os valores obtidos destas dimensões nos sentidos base-topo e medula-casca. No sentido medula-casca, em relação à largura e ao diâmetro do lume, as fibras apresentaram valores maiores na posição intermediária. O inverso ocorreu para espessura da parede. Quanto ao comprimento, as fibras apresentaram valores crescentes no sentido medula-casca.

**Tabela 2.** Valores médios das variações das dimensões das fibras de *Parkia gigantocarpa* nos sentidos base-topo e medula casca.**Table 2.** Mean values of the changes in fiber dimensions of the senses *Parkia gigantocarpa* base-top and marrow-bark.

Dimensão	C (mm)			L ( m)			DL ( m)			EP ( m)			
	Posição	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0%		1,47	1,63	1,79	49,98	49,80	46,74	40,49	40,83	37,16	4,74	4,49	4,79
25%		1,49	1,60	1,80	49,51	51,36	52,02	37,41	39,92	41,19	6,05	5,72	5,42
50%		1,47	1,63	1,79	50,09	49,93	49,32	36,99	39,61	37,69	6,55	5,16	5,81
75%		1,49	1,64	1,79	47,13	50,74	47,68	36,43	40,49	37,09	5,35	5,12	5,30
100%		1,47	1,62	1,78	42,39	45,36	43,93	31,47	34,22	31,87	5,46	5,57	6,03

C - comprimento das fibras; L - largura das fibras; DL - diâmetro do lume das fibras; EP - espessura da parede das fibras; 1 ó medula; 2 ó intermediária; 3 ó casca.

No sentido longitudinal do fuste, as dimensões largura e diâmetro do lume apresentaram valores decrescentes com o aumento da altura. Quanto à espessura da parede e ao comprimento, as fibras apresentaram um padrão desuniforme de variação nessas dimensões.

As relações entre estas dimensões são apresentadas na Tabela 3, juntamente com dados de outras espécies florestais estudadas e utilizadas para produção de celulose e papel.

**Tabela 3.** Dimensões das fibras de *Parkia gigantocarpa* comparadas com outras espécies florestais.**Table 3.** Dimensions of fibers *Parkia gigantocarpa* compared with other forest species.

Espécie	C (mm)	L ( m)	DL ( m)	EP ( m)	IR	FP (%)	CF (%)	IE
<i>Parkia gigantocarpa</i>	1,63	48,40	37,52	5,44	0,29	22,47	77,53	33,67
<i>Acacia mearsii</i> <sup>2</sup>	0,98	18,83	9,17	4,53	0,99	49,70	50,30	53,90
<i>Mimosa bracinga</i> <sup>1</sup>	1,17	25,80	14,30	5,70	0,80	44,19	55,43	45,35
<i>Eucalyptus saligna</i> <sup>1</sup>	1,00	19,20	13,00	3,10	0,48	32,29	67,71	52,08
<i>Eucalyptus grandis</i> <sup>3</sup>	1,11	20,55	13,67	3,78	0,55	36,79	66,52	54,01

C - comprimento das fibras; L - largura das fibras; DL - diâmetro do lume das fibras; EP - espessura da parede das fibras; IR - índice de Runkel; FP - fração parede; CF - coeficiente de flexibilidade; IE - índice de enfiamento. Fonte: <sup>1</sup>Foelkel; Barrichelo (1975); <sup>2</sup>Martins (1983); <sup>3</sup>Silva (2002).

O comprimento médio das fibras da *Parkia gigantocarpa* apresentou valor acima da média para fibras de folhosas, como *Eucalyptus saligna* (1,00 mm) (FOELKEL; BARRICHELO, 1975) e *Eucalyptus grandis* (1,11mm) (SILVA, 2002). O comprimento da fibra influencia na resistência do papel a tração e ao arrebatamento e, segundo Foelkel (1977), para fibras mais longas há menor possibilidade de separar a estrutura do papel quando submetido ao mesmo esforço que uma fibra curta.

Outro resultado interessante é a espessura da parede da fibra, pois este é um dos fatores que mais se relaciona com a resistência da celulose, e conforme Foelkel (1977), fibras com paredes mais espessas possuem maior teor relativo de celulose do que paredes mais delgadas. Nesse estudo, a madeira da *Parkia gigantocarpa* apresentou fibras com paredes de dimensões inferiores apenas às fibras da madeira de *Mimosa bracinga* (5,70 m) (FOELKEL; BARRICHELO, 1975).

Em contrapartida, o valor obtido para largura das fibras demonstra que a *Parkia gigantocarpa* apresenta fibras mais largas do que as espécies listadas na Tabela 3, o que pode ser uma desvantagem, pois o aumento desta dimensão resulta na redução da resistência do papel ao arrebatamento (FOELKEL, 1977).

Considerando-se o valor do Índice de Runkel, esse pode ser classificado como muito bom, uma vez que Runkel *apud* Paula (1999) propôs que a fibra com índice até 0,25 é considerada excelente para papel; de 0,25 a 0,50 é muito boa; de 0,50 a 1,00 é boa; de 1,00 a 2,00 regular, e acima de 2,0 não deve ser usada para papel, tendo em vista se tratar de fibras com paredes espessas ou muito espessas.

Em relação à fração parede, a *Parkia gigantocarpa* apresentou um bom índice entre as folhosas. De acordo com Foelkel; Barrichelo (1975), fração parede é um índice que influencia a qualidade da celulose e valores superiores a 40% não produzem celulose de boa qualidade porque as fibras são extremamente rígidas, pouco flexíveis e com dificuldades nas interligações das mesmas. Esse dado possibilita a inferência de que a celulose produzida com a madeira da *Parkia gigantocarpa* poderá ter boa qualidade, pois obteve valor de fração parede inferior a 40%.

O coeficiente de flexibilidade da *Parkia gigantocarpa* foi superior ao obtido para as demais espécies listadas na Tabela 3. Segundo Foelkel; Barrichelo (1975), os maiores valores desse coeficiente caracterizam as fibras mais flexíveis, facilitando as ligações entre as mesmas, acrescentando resistência ao papel.

O índice de enfiamento também está relacionado à flexibilidade da fibra, e maiores valores desse índice caracterizam fibras mais flexíveis e melhores propriedades ao papel. Ele representa a relação entre o comprimento e a largura da fibra, e apesar da *Parkia gigantocarpa* apresentar fibras longas em relação à média para folhosas, suas fibras são largas, o que se reflete em um índice de enfiamento (IE) baixo se comparado à *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearsii*, com IE de aproximadamente 54%.

Além da morfologia das fibras, outros fatores devem ser analisados para selecionar uma espécie para produção de celulose e papel, tais como a composição química e a variabilidade da madeira. Mas, numa visão geral, os resultados apresentados pelas dimensões e relações das fibras da *Parkia gigantocarpa* mostram que esta espécie tem potencial para produção de polpa celulósica e papel.

#### **4 CONCLUSÕES**

A espécie apresentou ótimos resultados para as propriedades anatômicas avaliadas, apresentando potencial para ser utilizada na produção de polpa celulósica. Porém, para uma recomendação segura da espécie para esse fim, é importante que seja realizada uma análise química da sua madeira.

#### **5 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Universidade Federal de Mato Grosso, à Universidade Federal do Paraná e à EMPAER ó Sinop pelo apoio e incentivo.

## 6 REFERÊNCIAS

- BARRICHELO, L. E. G. **Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. e Golf. para produção de celulose kraft.** 1979. 173f. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.
- BARRICHELO, L. E.G.; FOELKEL, C. E. F. Processo nítrico-acético para maceração de madeira. **Silvicultura**, v.8, n.28, p. 732-733, 1983.
- CASTELO, P. A. R. **Avaliação da qualidade da madeira de *Pinus taeda* em diferentes sítios e espaçamentos através do método não destrutivo de ondas de tensão.** 2007, 151f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- FOELKEL, C. E. B. **Estrutura da madeira.** 1977. 85p. Disponível em: <<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos>>. Acesso em: 23 set. 2010.
- FOELKEL, C. E.; BARRICHELO, L. E. G. Utilização de madeiras de essências florestais nativas na obtenção de celulose: bracatinga (*Mimosa bracatinga*), embaúba (*Cecropiasp.*), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e boleira (*Joannesia princeps*). **IPEF**, n.10, p. 43-56, 1975.
- GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, M. G.; NOBRE, D. N. V.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R.; SANTOS, R. N. J. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Revista Acta Amazônica**, v.40, n.1, p. 171-178, 2010.
- HUGHES, J. F. The wood structure of *Pinus caribea* Morelet in relation to use characteristics, growth conditions and tree improvement. In: BURLEY, J.; NIKKLES, D. G. (Ed.). **Selection and breeding to improve some tropical conifers.** Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1973. p. 13-22.
- KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira.** Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- MARTINS, M. A. L. **Estudo tecnológico da polpação Kraft de *Acacia mearnsii* De Wild.** 1983. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) ó Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.
- PAULA, J. E. Caracterização anatômica de madeiras nativas do cerrado com vistas à produção de energia. **Cerne**, v.5, n.2, p. 26-40, 1999.
- PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso.** Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997. 543p.
- PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicadores de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, v.37, n.2, p. 175-187, 2007.

ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, v.16, n.1, p. 43-55, 2004.

RONDON, E. V. Estudo de biomassa de *Tectona grandis* L.F. sob diferentes espaçamentos no estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p. 337-341, 2006.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002. 181f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) ó Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.