

Qualidade morfológica das fibras da madeira de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban para produção de celulose e papel

Rafaela Stange ¹; Janaina Gabriela Larsen ¹; Ana Carolina Balestrin ¹; Rodrigo Buss ¹; Natalia Durigon Melo¹; Polliana D'Angelo Rios ¹

¹ Laboratório de Anatomia da Madeira / Universidade do Estado de Santa Catarina;
e-mail do autor correspondente: rafaellastange@hotmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade das fibras de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban para a produção de papel e celulose. Assim, foram selecionadas amostras de três árvores para a caracterização das fibras para o cálculo dos Índices de Runkel e enfiamento e coeficientes de flexibilidade e rigidez. As amostras se enquadraram no grupo II do índice de Runkel, determinando que as fibras são boas para a produção de papel. Os coeficientes de rigidez e flexibilidade demonstraram que as paredes celulares são delgadas e médias, respectivamente. Os parâmetros avaliados apresentaram bons resultados em relação a qualidade das fibras para o processo produtivo de celulose e papel.

Palavras-chave: Pau-de-balsa, fibras, espécie alternativa.

Morphological quality of wood fibers from *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lamb.) Urbana for pulp and paper production

Abstract: The objective of this work was to evaluate the quality of *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lamb.) Urban fibers for the production of paper and cellulose. Thus, samples of three trees were selected for the characterization of the fibers for the calculation of Runkel Indexes and inflection and coefficients of flexibility and stiffness. Samples were included in Runkel index group II, determining that the fibers are good for paper production. The coefficients of stiffness and flexibility demonstrated that the cell walls are thin and medium, respectively. The evaluated parameters presented good results in relation to the quality of the fibers for the pulp and paper production process.

Keywords: Balsa raft, fibers, alternative species

1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão de florestas plantadas de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* se

deu a partir de incentivos fiscais na década de 60, provendo o abastecimento dos segmentos que dependem da cadeia produtiva madeireira (Shimizu, 1998). Atualmente, o Brasil possui reflorestamentos que apresentam uma elevada produtividade e madeira de alta qualidade, fazendo com que o país tenha uma contribuição de destaque na produção de celulose mundial, no entanto, para atender a demanda é indispensável, além do melhoramento contínuo, estabelecer novas espécies não convencionais (Alves et al., 2011).

A *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lamb.), chamada de pau-de-balsa possui características eminentes para plantios florestais (Agrosoft, 2000). Sua principal utilização está relacionada a fabricação de hélices eólicas, além da construção naval, isolamento acústico e térmico (COPROMAB-MT, 2012). Características como rápido crescimento e baixa densidade da madeira potencializam a esfera econômica, determinando o Estados Unidos como maior consumidor no mundo (Roldán, 2009). Apesar de uma cultura nova e pouco conhecida no Brasil, estados ao norte apresentam condições edafo-climáticas favoráveis e interesse no cultivo da espécie (Agrosoft, 2000).

A determinação da qualidade da madeira está relacionada com sua finalidade, assim para a indústria de celulose, determinar características referentes à dimensões de fibras, densidade e parâmetros químicos resumem os atributos da espécie (Punches, 2004). Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a morfologia das fibras da espécie *Ochroma pyramidale* e verificar os parâmetros para a qualidade na produção de celulose e papel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os indivíduos de *Ochroma pyramidale* (pau-de-balsa) foram obtidos de um plantio com idade de dez anos, no Estado de São Paulo.

Para as análises, foram selecionadas três árvores, das quais foram retiradas aleatoriamente nove subamostras para confecção de lâminas semipermanentes.

Para a obtenção das imagens e mensuração das fibras foi utilizado o Microscópio Leica DM500, obtendo-se as imagens pelo software Módulo Leica LAS Interactive Measurements V6.1.

Na sequência os valores foram organizados para os cálculos dos índices e coeficientes a seguir:

a) Índice de Runkel

Indicativo da flexibilidade das fibras (Fórmula 1), fornecendo informações sobre a sua capacidade de união, relacionado com a resistência à tração e ao arrebentamento (Baldi, 2001; Foelkel & Barrichelo, 1975).

Em que: IR = Índice de Runkel; EP = Espessura da parede; DL = Diâmetro do lúmen.

b) Coeficiente de Rigidez

Indica o grau de colapso que as fibras sofrem durante o processo de fabricação de papel, quanto mais alto, maior será o grau de colapso (Fórmula 2). Com base no intervalo desse coeficiente é possível determinar o tipo de parede celular e o grau de rigidez das fibras.

Em que: CR = Coeficiente de rigidez; EP = Espessura da Parede; L = Largura da Fibra.

c) Coeficiente de Flexibilidade

O coeficiente de flexibilidade influencia na resistência à tração e o estouro do papel (Fórmula 3). Seu resultado demonstra o tipo de parede celular e a propriedade que a fibra possui.

Em que: CF = Coeficiente de Flexibilidade; DL = Diâmetro do Lúmen; L = Largura da Fibra.

d) Índice de Enfeltramento

Este índice está relacionado à resistência ao rasgo, uma vez que as fibras formam fitas e apresentam maior número de ligações (Fórmula 4) (Dinwoodie, 1965).

Em que: IE = Índice de Enfeltramento; C = Comprimento da Fibra; L = Largura da Fibra.

3. RESULTADOS

Com base nas 360 medições obtidas, podemos observar na Tabela 1 o valor máximo, mínimo e média dos parâmetros das fibras: comprimento e largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede.

Tabela 1. Valores máximo, mínimo e média das fibras.

Parâmetros das Fibras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média
Comprimento da Fibra (µm)	1142,573	3063,612	1970,025 (17,46)*
Largura da Fibra (µm)	17,321	46,895	33,420 (15,59)
Diâmetro do Lúmen (µm)	5,338	36,592	21,768 (25,27)
Espessura da Parede (µm)	2,138	13,511	5,826 (28,26)

* Entre parêntese está expresso o coeficiente de variação (%);
 Fonte: Elaborados pelos autores (2019).

A Tabela 2 apresenta a interpretação dos valores médios dos índices e coeficientes calculados:

Tabela 2. Valores médios dos índices e coeficientes.

Índices e Coeficientes	Valores Médios	Interpretação
Índice de Runkel	0,60	Boa para papel
Coeficiente de Rigidez (%)	35	Parede celular delgada e baixo grau de rigidez
Coeficiente de Flexibilidade (%)	65	Parede celular média e fibras parcialmente colapsadas, com seção transversal elíptica. Boa união fibra-fibra
Índice de Enfeltramento	60,55	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O gráfico 1 apresenta os grupos em que as fibras se classificam de acordo com o Índice de Runkel.

Gráfico 1. Distribuição de Frequências na classificação de grupos pelo Índice de Runkel.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

4. DISCUSSÃO

Em relação aos resultados da Tabela 1, foi obtido para comprimento de fibra um valor médio de 1970,025 μm , para largura da fibra 33,420 μm , diâmetro do lúmen de 21,768 μm , e espessura da parede de 5,826 μm .

Lobão et al., (2011) encontraram valores semelhantes ao presente estudo para a espécie *O. pyramidale*, com comprimento das fibras de 1929 μm , largura de 29,62 μm , lúmen de 21,13 μm e espessura da parede de 4,24 μm . Comparando a *O. pyramidale* com o *Pinus taeda*, utilizado para produção de fibra longa na indústria, o *Pinus taeda* L. também com dez anos de idade, apresenta valores médios de comprimento de fibra de 3440 μm , largura de 39,27 μm , lúmen com 26,38 μm e espessura de parede de 6,45 μm (Nisgoski, 2005). Tais valores são superiores aos encontrados no estudo.

No Gráfico 1, é possível observar a distribuição de frequências em relação às classes Índice

de Runkel. Os grupos I (até 0,25), II (0,25-0,50) e III (0,50-1,0), obtiveram 18, 96 e 217 amostras respectivamente. Já os piores grupos de classificação, que são o IV (1,0-2,0) e V (>2) tiveram 27 e 2 representantes.

Em relação ao índice de Rukel, foi verificado um valor médio de 0,60, o que classifica a fibra como boa para a produção de papel. Schimoyama (2005), encontrou o índice Runkel para *Pinus taeda* próximo à 0,5, também classificando a resistência das fibras como boas à tração e arrebitamento. Outro resultado que se enquadra na mesma categoria que os valores anteriores, foi o índice encontrado por Nisgoski et. al., (1998) para *Eucalyptus benthamii* de 0,69, demonstrando que esta espécie também pode ser utilizada como matéria prima na fabricação de papel e celulose.

O coeficiente de rigidez foi de 35%, ou seja, a parede celular é delgada, caracterizando em baixo grau de rigidez. Valores inferiores à 60% são indicados por Foelkel (1978), pois fibras mais rígidas não se unem com facilidade, influenciando nas propriedades físicas e mecânicas do papel.

O coeficiente de flexibilidade foi de 65%, determinando uma parede celular média e fibras parcialmente colapsadas, com seção transversal elíptica, portanto as fibras possuem um bom entrelaçamento. Nisgoski et al., (2012) encontraram para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake um índice de aproximadamente 79%, e assim como o presente estudo, também estão na faixa recomendada. Este índice possui relação com grau de colapso das fibras no processo de fabricação de papel, quanto maior, mais flexível e melhor será a resistência à ruptura, em razão do aumento da quantidade de ligações entre as fibras (Foelkel & Barrichelo, 1975).

O índice de enfeltramento foi de 60,55, tendo relação com a resistência ao rasgo e arrebitamento (Mogollón & Aguilera, 2002). Segundo Baldi (2001) valores maiores que 50 possuem boas características para o papel.

5. CONCLUSÕES

As fibras da madeira de *Ochoroma pyramidale*, de acordo com sua morfologia foram consideradas boas segundo os índices e coeficientes para a produção de papel.

6. REFERÊNCIAS

Agrosoft. Balsa: *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lamb) Urban. Reporter de Especie n° 1 Trees Versión 2, Medellin: Colombia, 2000.

Alves, ICN et al. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose Kraft. Ciência Florestal, v. 21, n. 1, p. 167-174, 2011.

Baldi, F. Il processo di produzione dele paste chimiche e il loro trattamento. In: Corso di

Tecnologia per tecnici cartari, 8., 2000, Verona. Anais... Verona: Scuola Grafica Cartaria, 2001. 41p.

Copromab-Mt, Cooperativa de Produtores de Pau-de-Balsa de Mato Grosso. Pau-de-balsa: aptidões e desafios. 2012. Disponível em: <www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1641&subject=Pau%20Balsa&title=Pau-de-balsa:%20aptid%F5es%20e%20desafios br>

Dinwoodie, JM. The relationship between fiber morphology and paper properties: a review of literature. Tappi Journal, v.48, n.8, p.440-447, 1965.

Foelkel, CEB; Barrichelo, LEG. Relações entre características da madeira e propriedades da celulose e papel. O Papel, São Paulo, v.36, n.9, p.49- 53, 1975.

Foelkel, CEB. Madeira do eucalipto: da floresta ao digestor. Boletim Informativo IPEF, v.6, p.72-87, 1978.

Lobão, MS. et al. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômica, física e química das suas madeiras. Scientia Forestalis, v. 39, n. 92, p. 469-477, 2011.

Mogollón, G; Aguilera, A. Guia teórica y práctica de morfología de la fibra. Mérida: Universidad de Los Andes, 2002. 48p.

Nisgoski, S; de Muñiz, GIB; Klock, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. Ciência Florestal, v. 8, n. 1, p. 67-76, 1998.

Nisgoski, S. Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L. [tese] Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 2005.

Nisgoski, S. et al. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental Wood anatomical characteristics and paper resistance index of *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake from experimental plant. Scientia Forestalis, v. 40, n. 94, p. 203-211, 2012.

Punches, J. Tree growth, forest management, and their implications for wood quality. Oregon State University. 8p. 2004.

Roldán, F.A. La Reforestación Comercial de Balso Como uma Alternativa Factible en Ciudad Bolívar. 2009. 98p. Monografia (Grado em Ingenieros administradores) Escuela de Ingeniería da Antioquia Ingeniería Administrativa Envigado.

Runkel, O. Pulp from tropical wood. TAPPI, Hamburg, v.35, n.4, p.174-178, 1952.

Shimizu, JY. Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais: silvicultura e usos. In: Galvao, APM (Coord.). Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais. Colombo: Embrapa Florestas, 1998. p. 63-71., 1998.

Schimoyama, VRS. Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado [tese]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 2005.

