



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## MORFOLOGIA DE FIBRAS E RELAÇÃO COM INDICES DE QUALIDADE DO PAPEL EM SERINGUEIRAS NATIVAS

Letícia Maria Alves Ramos<sup>1</sup>  
João Vicente de Figueiredo Latorraca<sup>2</sup>  
Glacyanne Santos<sup>2</sup>  
Thayanne Neto<sup>3</sup>  
Dayane Oliveira Lima<sup>2</sup>  
Leif Armando Portal Cahuana<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais / Instituto de Florestas / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

<sup>3</sup> Escola de Engenharia / Universidade Federal Fluminense

<sup>4</sup> Industria Forestal / Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente / Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### MORFOLOGIA DE FIBRAS E RELAÇÃO COM ÍNDICES DE QUALIDADE DO PAPEL EM SERINGUEIRAS NATIVAS

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a morfologia das fibras de *Hevea brasiliensis* e sua relação com índices de qualidade para a produção de polpa celulósica e papel. Foram amostradas dez árvores, cinco submetidas a exploração de látex e cinco não-exploradas, na Reserva Experimental de Catuaba, localizada em Senador Guimard – AC, e delas retiradas quatro amostras radiais de maneira não destrutiva, utilizando-se uma sonda de Pressler, no início do painel de sangria quando presente. As lâminas para a determinação das características das fibras foram preparadas a partir do material macerado, coradas com solução aquosa de safranina a 1%. Foram tomadas as medidas de comprimento de fibra, largura total e diâmetro do lume. Os comprimentos de fibra variaram de 1261.30 a 1293.66  $\mu\text{m}$ ; largura de 29.04 a 34.36  $\mu\text{m}$ ; diâmetro do lume de 20.52 a 22.29  $\mu\text{m}$ ; e espessura de parede de 4.09 a 6.05  $\mu\text{m}$ . Os índices avaliados foram os de Runkel, que variou de 0.41 a 0.56; fração parede de 28.80 a 38.52%; coeficiente de flexibilidade de 64.71 a 71.20%; e índice de enfiamento de 39.23 a 44.92. A análise morfológica das fibras e os índices de qualidade do papel para seringueiras nativas exploradas e não-exploradas mostrou resultados otimistas que a classificariam como espécie potencial para a produção de polpa celulósica e papel. Com base nisso, recomenda-se outros estudos visando a utilização da seringueira na fabricação de papel, como por exemplo rendimento da polpação, métodos de obtenção, etc., além de estudos de viabilidade econômica.

**Palavras-chave:** morfologia das fibras, *Hevea brasiliensis*, qualidade do papel

### FIBER MORFOLOGY AND ITS RELATION WITH PAPER QUALITY INDEX IN NATIVE RUBBERWOOD

**Abstract:** This work aimed to characterize the morphology of *Hevea brasiliensis* fibers and its relation with quality indices for the production of cellulosic pulp and paper. Ten trees were sampled at the Catuaba Experimental Reserve, located in Senador Guimard - AC, five of them were submitted to latex extraction and the other five were unexploited. Four non-destructive radial samples were collected from each tree using an increment borer in the tapping panel when it was present. Analyses proceeded with the the macerated material, stained with 1% safranin aqueous solution. Measurements were taken of fiber length, fiber diameter and lumen diameter. The fiber lengths ranged from 1261.30 to 1293.66  $\mu\text{m}$ ; fiber diameter from 29.04 to 34.36  $\mu\text{m}$ ; lumen diameter from 20.52 to 22.29  $\mu\text{m}$ ; and wall thickness of 4.09 to 6.05  $\mu\text{m}$ . The indexes evaluated were Runkel index, which ranged from 0.41 to 0.56; wall fraction from 28.80 to 38.52%; coefficient of flexibility from 64.71 to 71.20%; And felting coefficient of 39.23 to 44.92. The morphological analysis of the fibers and paper quality indices for exploited and unexploited native rubber trees showed optimistic results that would classify it as a potential species for cellulosic pulp and paper production. Also, other studies are recommended on the use of rubber in papermaking, such as pulp yield, methods of production, etc., as well as economic feasibility studies.

**Keywords:** fiber morphology, *Hevea brasiliensis*, paper quality

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## 1. INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.), é uma espécie da família Euphorbiaceae que se destaca por ser a principal fonte de borracha natural no mundo. Ao final do ciclo de produção de látex, surgem novas possibilidades de uso, como a exploração da madeira. Outra possibilidade é a produção de polpa celulósica e papel.

Segundo Barrichello e Brito (1979), qualquer matéria-prima fibrosa pode ser utilizada sob o ponto de vista tecnológico, dependendo de alguns fatores a serem considerados como: a porcentagem de fibras; características anatômicas, morfológicas, físicas e químicas; quantidade disponível e facilidade de acesso; entre outros.

Os índices obtidos a partir das dimensões das fibras ajudam na avaliação da qualidade da madeira para celulose e papel, os quais são o índice de Runkel, coeficiente de flexibilidade, fração parede e de enfeltramento (DE MIRANDA e CASTELO, 2012). O índice de Runkel é a relação entre a espessura da parede e diâmetro do lume da fibra, indicativo da flexibilidade das fibras e se relaciona com a capacidade de união e a resistência do papel ao arrebentamento (FOELKEL e BARRICHELO, 1975). O coeficiente de flexibilidade é a relação entre diâmetro do lume e largura da fibra, e tem relação com a resistência à tração e estouro do papel. A fração parede, que é a relação entre espessura da parede e largura da fibra, e o índice de enfeltramento, que é a relação entre o comprimento e a largura da fibra, são índices relacionados à resistência ao rasgo.

Jahan et al. (2011) em experimento para avaliar o uso da seringueira como matéria prima para a produção de polpa, caracterizaram sua madeira como tendo baixo teor de lignina, alto teor de  $\alpha$  celulose, e propriedades da polpa branqueada melhores que a de mistura de folhosas.

A seringueira é uma espécie nativa largamente explorada em plantios comerciais, mas que ainda é subutilizada após o término do ciclo de produção de látex, sob o ponto de vista das possibilidades de exploração que ainda estão em aberto. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo caracterizar a morfologia das fibras e seus índices de qualidade para a produção de polpa celulósica e papel.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção e processamento do material

Foram coletadas amostras de seringueiras nativas, que tiveram ou não seu látex extraído. As amostras foram coletadas na Reserva Experimental de Catuaba, localizada em Senador Guiomard – AC. Foram retiradas quatro amostras radiais de maneira não destrutiva, utilizando-se uma sonda de Pressler (trado de incremento), na altura do painel de sangria quando presente. A retirada dos raios seguiu a orientação dos pontos cardeais, apenas para fins de padronização da coleta. As amostras foram separadas de acordo com a presença e ausência de fibras gelatinosas, característica de lenho de tração em folhosas.

### 2.2 Caracterização das fibras

Foram retiradas amostras da região intermediária do raio (entre a medula e a casca). Para a determinação do comprimento de fibras, o material remanescente dos corpos-de-prova foi dissociado em solução de ácido acético glacial e peróxido de

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

hidrogênio (1:1), por aproximadamente 12 horas em chapa aquecedora sob capela com exaustão. Após a dissociação, as fibras foram coradas com safranina (1%). Com o material dissociado, foram montadas lâminas histológicas de cada amostra onde foram medidos o comprimento, largura e diâmetro do lume, totalizando 600 medições. As medições foram realizadas com auxílio do software Image Pro Plus® e o microscópio óptico Olympus CX40.

### 2.3 Determinação dos índices de qualidade do papel

A partir da mensuração das fibras, foram obtidas informações relativas ao seu comprimento (C), largura (L) e diâmetro do lume (DL), e a partir dos últimos determinada a espessura da parede celular (EP) (Equação 1).

$$EP = \frac{L-DL}{2} \quad (1)$$

Com os dados das mensurações das fibras foram calculados os índices da qualidade da polpa celulósica a ser produzida (FOELKEL; BARRICHELO, 1975) - índice de Runkel (IR), coeficiente de flexibilidade (CF), índice de enfiamento (IE) e fração parede (FP), pelas equações que se seguem:

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

$$FP = \left( \frac{2EP}{L} \right) \times 100 \quad (3)$$

$$CF = \left( \frac{DL}{L} \right) \times 100 \quad (4)$$

$$IE = \frac{C}{L} \quad (5)$$

### 2.3 Análise estatística

Como a seringueira é uma espécie que apresenta grandes quantidades de fibras gelatinosas, característica de lenho de tração, a análise foi feita considerando-se a presença e a ausência dessas fibras no material. Os dados foram analisados pela ANOVA multivariada (MANOVA) seguida pelo teste de Hochberg GT2 para verificar a diferença entre os grupos analisados. Os grupos estão descritos na tabela 1.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

**Tabela 1 - Desenho experimental**

Grupo	Descrição
E_FG	Amostras de árvores exploradas com presença de fibras gelatinosas
E_SFG	Amostras de árvores exploradas com ausência de fibras gelatinosas
NE_FG	Amostras de árvores não-exploradas com presença de fibras gelatinosas
NE_SFG	Amostras de árvores não-exploradas com ausência de fibras gelatinosas

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que existem diferenças significativas nas variáveis estudadas em função da exploração. A aplicação da MANOVA mostrou a existência de efeitos significativos das variáveis de cada grupo (Tabela 2).

**Tabela 2 - Estatísticas descritivas para as variáveis anatômicas e de qualidade do papel dentro dos grupos e resultado do teste de Hochberg GT2**

Grupo		Variáveis							
		C_Fib	L_Fib	D_Lum	EP	IR	FP	CF	IE
E_FG	Média	1282.36 <sup>A</sup>	29.51 <sup>A</sup>	20.52 <sup>A</sup>	4.53 <sup>A</sup>	0.45 <sup>A</sup>	38.52 <sup>A</sup>	69.28 <sup>A</sup>	44.08 <sup>A</sup>
	Desvio padrão	164.64	4.28	3.89	0.92	0.12	14.36	5.51	7.49
	C.V. (%)	12.84	14.52	18.98	20.23				
E_SFG	Média	1279.59 <sup>A</sup>	29.04 <sup>AB</sup>	20.79 <sup>AB</sup>	4.09 <sup>AB</sup>	0.41 <sup>AB</sup>	28.80 <sup>BC</sup>	71.20 <sup>ABC</sup>	44.92 <sup>AB</sup>
	Desvio padrão	114.89	4.33	4.00	0.74	0.11	5.43	5.43	7.32
	C.V. (%)	8.98	14.92	19.26	18.04				
NE_FG	Média	1293.66 <sup>A</sup>	31.10 <sup>BC</sup>	21.42 <sup>ABC</sup>	4.84 <sup>AC</sup>	0.46 <sup>AC</sup>	31.38 <sup>BC</sup>	68.63 <sup>AC</sup>	41.95 <sup>C</sup>
	Desvio padrão	146.17	3.86	3.85	0.93	0.13	5.88	5.88	5.73
	C.V. (%)	11.30	12.42	17.98	19.15				
NE_SFG	Média	1261.30 <sup>A</sup>	34.36 <sup>D</sup>	22.29 <sup>C</sup>	6.05 <sup>D</sup>	0.56 <sup>D</sup>	35.29 <sup>D</sup>	64.71 <sup>D</sup>	39.23 <sup>D</sup>
	Desvio padrão	150.99	10.70	6.91	2.28	0.14	5.78	5.78	9.81
	C.V. (%)	11.97	31.14	30.98	37.69				

\*Médias seguidas da mesma letra em cada coluna são estatisticamente iguais segundo o teste de Hochberg's GT2,  $\alpha = 5\%$ .

C\_Fib= comprimento de fibras; L\_Fib= largura de fibras; D\_Lum= diâmetro do lume; EP= espessura de parede; IR= índice de Runkel; FP= fração parede; CF= coeficiente de flexibilidade; IE= índice de enfiletramento; E\_FG = árvore explorada com fibra gelatinosa presente; E\_SFG= árvore explorada com ausência de fibra gelatinosa; NE\_FG= árvores não-exploradas com presença de fibra gelatinosa; NE\_SFG= árvores não-exploradas com ausência de fibra gelatinosa.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

O comprimento da fibra não apresentou diferença significativa entre os grupos. Os valores obtidos para o comprimento das fibras foram comparáveis as fibras de seringueiras cultivadas (RAMOS et al., 2016) e maiores que os comprimentos de fibras de *Eucalyptus grandis* (RAMOS et al., 2011).

A madeira de seringueira também apresentou largura de fibra, diâmetro de lume e espessura de parede maiores que a madeira de eucalipto (RAMOS et al., 2011), sendo que as amostras NE\_SFG apresentaram os maiores valores para todas as variáveis citadas.

Os valores de Índice de Runkel para estão na faixa de classificação de uma fibra considerada boa para fabricação de papel, acima de 0,25, sendo as amostras de madeira com fibras gelatinosas provenientes de árvores exploradas (E\_FG) as que apresentaram menor valor. Os coeficientes de flexibilidade também estão dentro da faixa de valores recomendados. O Coeficiente de Flexibilidade está relacionado ao grau de colapso sofrido pelas fibras no processo de fabricação de papel, sendo preferíveis os maiores valores, que significam fibras de maior flexibilidade (FOELKEL e BARRICHELO, 1975).

Os valores de fração parede estão abaixo de 40%, indicando que as fibras da seringueira são flexíveis, o que pode facilitar a interligação entre elas, influenciando positivamente a resistência do papel (FOELKEL e BARRICHELO, 1975). Essa informação indica que a celulose produzida com a madeira de seringueira pode ter boa qualidade.

Os índices de enfiletramento, no entanto, foram considerados baixos. Este índice se relaciona com a resistência ao rasgo quando as fibras são submetidas à avaliação físico-mecânica. Quanto mais alto este valor, maior será sua resistência do papel ao rasgo (ROCHA e POTIGUARA, 2007).

A análise das características das fibras fornece subsídios para a qualificação de madeiras para geração de energia e produção de papel (PAULA, 2003). Entretanto, outros fatores além das características das fibras devem ser avaliados para a seleção de espécies adequadas para a produção de celulose e papel, porém sua morfologia é um bom indicativo de seu potencial. Os resultados deste trabalho para a madeira de seringueira indicam que esta espécie tem potencial para ser utilizada, sendo necessários outros estudos concomitantes.

## 4. CONCLUSÕES

A análise morfológica das fibras e os índices de qualidade do papel para seringueiras nativas exploradas e não-exploradas mostrou resultados otimistas que a classificariam como espécie potencial para a produção de polpa celulósica e papel. Com base nisso, recomenda-se outros estudos visando a utilização da seringueira na fabricação de papel, como por exemplo rendimento da polpação, métodos de obtenção, etc, além de estudos de viabilidade econômica.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio prestado ao desenvolvimento deste trabalho.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRICHELO, L. E.; BRITO, J. O. A utilização da madeira na produção de celulose. Circular técnica IPEF, *Piracicaba*, v. 68, p. 1-16, 1979.

DE MIRANDA, M. C.; CASTELO, P. A. R. (2012). Avaliações anatômicas das fibras da madeira de *Parkia gigantocarpa* DUCKE. Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), v. 3, n. 2, 2012.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. Relações entre características de madeiras e propriedades da celulose e papel. O Papel, v. 36, p.49-53, 1975.

JAHAN, M. S.; HAIDER, M. M.; RAHMAN, M.; BISWAS, D.; MISBAHUDDIN, M.; MONDAL, G. K. Evaluation of rubber wood (*Hevea brasiliensis*) as a raw material for kraft pulping. Nordic Pulp and Paper Research Journal, v. 26, n. 3, p. 258-262, 2011.

PAULA, J. E. de. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à produção de energia e papel. Acta Amazonica, v. 33, n. 2, p. 243-262, 2003.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. D. F.; PASTRO, M. S.; DE SOUZA, M. T.; GARCIA, R. A.; DE CARVALHO, A. M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. Scientia Forestalis, v. 39, n. 92, p. 411-418, 2011.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. D. F.; CASTOR NETO, T. C.; MARTINS, L. S.; SEVERO, E. T. D. Anatomical characterization of tension wood in *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg. Revista Árvore, v. 40, n. 6, p. 1099-1107, 2016.

ROCHA, C. B. R.; POTIGUARA, R. C. V. Morfometria das fibras das folhas de *Astrocaryum murumuru* var. *murumuru* Mart. (Arecaceae). Acta Amazonica, vol. 37, n. 4, p. 511 – 516, 2007.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

