

Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimentalWood anatomical characteristics and paper resistance index of *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake from experimental plantSilvana Nisgoski¹, Graciela Inés Bolzon de Muñiz², Rosilani Trianoski³,
Jorge Luis Monteiro de Matos⁴ e Ivan Venson⁵**Resumo**

A madeira de *Schizolobium parahyba*, espécie nativa de rápido crescimento, foi caracterizada anatomicamente com o objetivo de avaliar a variação radial dos elementos celulares e as características das fibras para utilização na fabricação de papel. Árvores com 15 anos de idade foram descritas macro e microscopicamente e as relações entre as dimensões das fibras foram calculadas. A madeira apresenta cerne e alborno indistintos, cor branca palha com nuances amarelados ou rosados, levemente brilhante, grã irregular e textura grossa. O diâmetro tangencial dos vasos, a largura dos raios em número de células e a altura em micrometros, e o comprimento das fibras aumentaram no sentido medula casca. O número de raios por milímetro foi maior na região próxima à medula. Os índices obtidos neste estudo, com base nas relações morfológicas, mostram fibras com características anatômicas adequadas para a produção de celulose e papel, sendo necessários estudos práticos e de viabilidade econômica, por se tratar de uma espécie nativa de rápido crescimento.

Palavras-chave: guapuruvu, xilema, estrutura anatômica, polpa celulósica.

Abstract

The wood of *Schizolobium parahyba*, a fast growing native species, was characterized anatomically with the aim of evaluating radial variation of cellular elements and fiber characteristics for use in paper manufacturing. 15 years old trees with were described macro and microscopically and the relation between fiber dimensions were calculated. Heartwood and sapwood wood was indistinct, of white color with yellow and pink hues, slight brightness, irregular grain and coarse texture. Mean tangential diameter of vessel lumina; ray width in cell number; height in micrometers; fiber length; all increased from pith to bark. Rays per millimeter were greater in the region near pith. Indices obtained, based on morphological relationships, show fibers with anatomical characteristics appropriated for pulp and paper production, with a need of further studies of practical and economic viability, because it is a native and fast growing species.

Keywords: guapuruvu, xylem, anatomic structure, pulp.

INTRODUÇÃO

A espécie *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, família Fabaceae (Leguminosae Caesalpinioideae) é popularmente conhecida por guapuruvu, pau de vintém (BA), bacuruva, birosca (MG), bandarria (RJ), faveira, e tem como sinônímia botânica *Schizolobium excelsum* Vog., além de

apresentar como espécie afim o paricá (*Schizolobium amazonicum* Ducke) que ocorre na Amazônia Brasileira (CARVALHO, 2005).

O *Schizolobium parahyba* é considerado uma das espécies nativas de mais rápido crescimento, podendo atingir até 10 m num período de 2 anos e produzir até 600 m³/ha em dez anos (SALGADO *et al.*, 1989), sendo recomendado

¹Eng. Florestal, Dra. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Av. Prof. Lothário Meissner, 900. CEP: 80.210-170-Curitiba, PR - E-mail: silnis@yahoo.com

²Eng. Florestal, Dra. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Av. Prof. Lothário Meissner, 900. CEP: 80.210-170-Curitiba, PR - E-mail: gmunize@ufpr.br

³Eng. Industrial Madeireira. MSc. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Av. Prof. Lothário Meissner, 900. CEP: 80.210-170-Curitiba, PR - E-mail: rosilani@ufpr.br

⁴Eng. Florestal, Dr. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Av. Prof. Lothário Meissner, 900. CEP: 80.210-170-Curitiba, PR - E-mail: jmatos@ufpr.br

⁵Eng. Florestal, Dr. UFPR - Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Av. Prof. Lothário Meissner, 900. CEP: 80.210-170-Curitiba, PR - E-mail: venson@ufpr.br

para fins ornamentais, para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (MELLO FILHO *et al.*, 2000).

A madeira é leve, com massa específica variando de 0,24 g/cm³ a 0,40 g/cm³ (TRIANOSKI, 2010), de baixíssima durabilidade sob condições naturais, alta permeabilidade às soluções preservantes quanto tratada sob pressão, fácil secagem, mas pode endurecer superficialmente em condições drásticas, sendo indicada para fabricação de móveis, caixotaria leve e pesada, forros, canoas e objetos para aeromodelismo, miolo de portas, brinquedos, salto para calçados, palitos de fósforo e lápis (CARVALHO, 2005) e produção de lâminas e painéis compensados (BORTOLETTO JUNIOR; BELINI, 2002).

Na indicação de madeiras para fins papeleiros, diferentes fatores devem ser avaliados, como fonte de matéria prima, processo de obtenção da celulose e propriedades desejadas no papel, as quais são influenciadas pelas características morfológicas das fibras (comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lume) e a maneira como ocorre o seu entrelaçamento, sendo utilizadas relações entre as dimensões como o Índice de Runkel, Índice de Enfeltramento, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede.

O Índice de Runkel (relação entre a espessura da parede e diâmetro do lume da fibra) é citado na literatura como indicativo da flexibilidade das fibras, fornecendo informações sobre a sua capacidade de união, relacionado com a resistência à tração e ao arrebentamento (BALDI, 2001; FOELKEL; BARRICHELO, 1975).

O Coeficiente de Flexibilidade (relação entre diâmetro do lume e largura da fibra) influencia na resistência à tração e estouro do papel. A Fração Parede (relação entre espessura da parede e largura da fibra) e o Índice de Enfeltramento (relação entre o comprimento e a largura da fibra) são citados como variáveis relacionadas à resistência ao rasgo uma vez que as fibras formam fitas e apresentam maior número de ligações (DINWOODIE, 1965).

Estudos mostram que fibras de folhosas que apresentam altos fatores de Runkel e com baixa proporção de parede e baixos coeficientes de flexibilidade se apresentam pouco flexíveis na formação do papel, prejudicando as propriedades que dependem da união das fibras (resistência à tração e arrebentamento) e melhorando a resistência ao rasgo (MANTERO *et al.*, 2008; MOGOLLÓN; AGUILERA, 2002).

Segundo Baldi (2001) através do cálculo da relação entre as dimensões obtidas em análise

microscópica como comprimento, largura e espessura da parede, pode-se estabelecer o comportamento e a capacidade papelreira de uma determinada fibra. Urias (1996) citando Tamolang e Wangaard (1961) comenta que os índices ajudam para saber com antecedência o que esperar ao empregar determinada fibra, influenciando de maneira direta, indireta ou complementar as características gerais da polpa como densidade, volume, resistência à passagem de ar e água, resistência à tração, arrebentamento, rasgo e as propriedades que determinam a qualidade de impressão.

O guapuruvu é uma espécie nativa de rápido crescimento e com possibilidade de uso em plantios comerciais. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a variação radial dos elementos celulares que compõe a madeira de *Schizolobium parahyba* procedente da região de Corupá - SC e as características das fibras para utilização na fabricação de papel.

MATERIAL E MÉTODOS

As árvores utilizadas neste estudo foram provenientes de um plantio experimental com 15 anos de idade, localizado em Corupá - SC. A amostragem seguiu a metodologia preconizada pela Norma COPANT 458/1972 (COPANT, 1972), totalizando cinco árvores. Após a derrubada foram retirados discos na posição do DAP, sendo divididos em três partes para a caracterização anatômica, próximo à medula, intermediário e próximo à casca. A descrição macroscópica foi efetuada nos discos e baseada nos procedimentos prescritos por Muñoz e Coradin (1991). As imagens foram obtidas em Estereomicroscópio Discovery 12, da Zeiss utilizando o software Axio Vision Rel. 4.7.

Foram confeccionados corpos de prova orientados nos três eixos anatômicos, transversal, radial e tangencial, os quais foram cozidos em água para amolecimento. Foram retiradas seções anatômicas nos três planos com espessura de 25 µm, que foram coradas, desidratadas e montadas em lâminas permanentes. Para a mensuração das características individuais das fibras foi utilizado o processo de maceração de acordo com a técnica de Franklin (1975) modificada, descrita por Kraus e Arduin (1997) utilizando solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético 1:1, permanecendo em estufa a 60°C por 24h. O material foi então lavado com água destilada, corado com safranina, desidratado em série alcoólica ascendente, e montado em

lâmina permanente. As ilustrações e medições dos elementos constituintes da madeira foram efetuadas em Microscópio Olympus, utilizando-se o software MicroSuite TM Basic do próprio equipamento, seguindo as recomendações da IAWA (1989). A imagem da ornamentação das pontoações foi obtida em microscopia eletrônica de varredura utilizando-se o equipamento TM-1000 da Hitachi.

A partir das medições das dimensões das fibras (d) = diâmetro do lume, (D) = largura da fibra, (C) = comprimento da fibra, (e) = espessura da parede, foram calculados índices indicativos da qualidade da polpa celulósica a ser produzida (FOELKEL; BARRICHELO, 1975): Índice de Runkel ($IR = 2e/d$), Coeficiente de Flexibilidade ($CF = (d/D) \times 100$), Índice de Enfeltramento ($IE = C/D$) e Fração Parede ($FP = (2e/D) \times 100$).

Para avaliar a diferença das características médias no sentido medula casca foi efetuado o teste de Tukey com 95% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Macroscopicamente a madeira apresenta cerne e alburno indistintos, cor branca palha com nuances amarelados ou rosados, levemente brilhante, com anéis de crescimento distintos pelo espessamento da parede das fibras (Figura 1), grã irregular e textura grossa.

Microscopicamente, a madeira apresenta anéis de crescimento distintos, demarcados pelo espessamento da parede das fibras (Figura 2A) e finas linhas de parênquima marginal. As dimensões entre parênteses representam os valores mínimo, média, máximo e desvio padrão (s) de cada característica para a espécie.

Vasos: de seção arredondada (40-184,29-360 μ m, $s=67,55$), porosidade difusa, com frequência de 0,5-3-17 por mm^2 ($s=2,36$). Solitários,

geminados e múltiplos de três a cinco ocasionais (Figura 2A-C). Elementos vasculares de 140-377,11-670 μ m, ($s=111,26$) com placa de perfuração simples, apêndices curtos presentes em ambas as extremidades, apenas em uma ou ausentes (Figura 2D). Espessamentos helicoidais e tilos ausentes. Pontoações intervasculares areoladas alternas, médias a grandes ornamentadas (Figura 2E-F). Pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares.

Parênquima axial em finas linhas marginais, paratraqueal aliforme e confluyente (Figura 2B-C). Cristais romboédricos eventualmente presentes.

Raios: homocelulares (Figura 2G), heterocelulares eventualmente presentes, com frequência de 1-4,79-10 por mm ($s=1,67$), unisseriados ocasionais, bi a trisseriados predominantes, com 10-34,71-100 μ m ($s=10,03$) de largura e 2-13,50-62 células ($s=6,94$) e 70-260,67-870 μ m ($s=95,56$) de altura.

Fibras libriformes, septadas presentes, ocasionalmente com pontas bifidas presentes (Figura 2H). Pontoações simples diminutas, curtas (425-1035,85-1850 μ m, $s=240,42$) de paredes delgadas a espessas (1,6-3,8-7,8 μ m, $s=1,2$). Espessamentos helicoidais ausentes.

As características observadas neste estudo são compatíveis com as descritas por Mainieri e Chimento (1989) estudando material proveniente do estado de São Paulo, assim como dados de madeira da Venezuela estudada por Pernía e Melandri (2006). Os anéis de crescimento são destacados na literatura (Callado; Guimarães, 2010; Marcati *et al.*, 2008) como apresentando alta correlação com as condições climáticas do local de crescimento, entre outros fatores com o índice pluviométrico, sendo mais estreitos nos anos mais secos e mais largos nos anos chuvosos. A alternância brusca entre períodos muito secos e úmidos pode promover desgaste fisiológico nos organismos vegetais. Se-

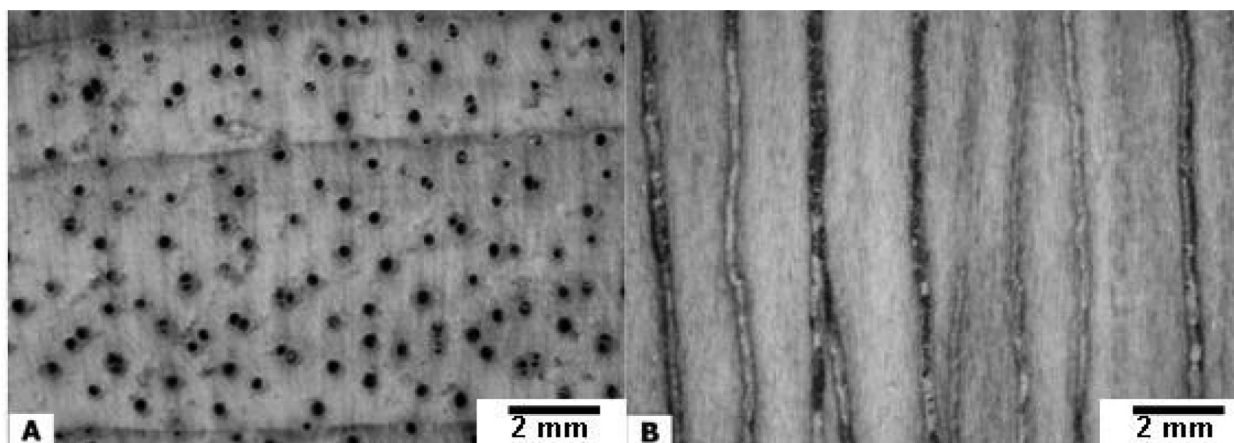


Figura 1. Aspecto macroscópico da madeira de *Schizolobium parahyba*. A) Plano transversal; B) Plano tangencial.
Figure 1. Macroscopic aspect of *Schizolobium parahyba* wood. A) Transverse section; B) Tangential section.

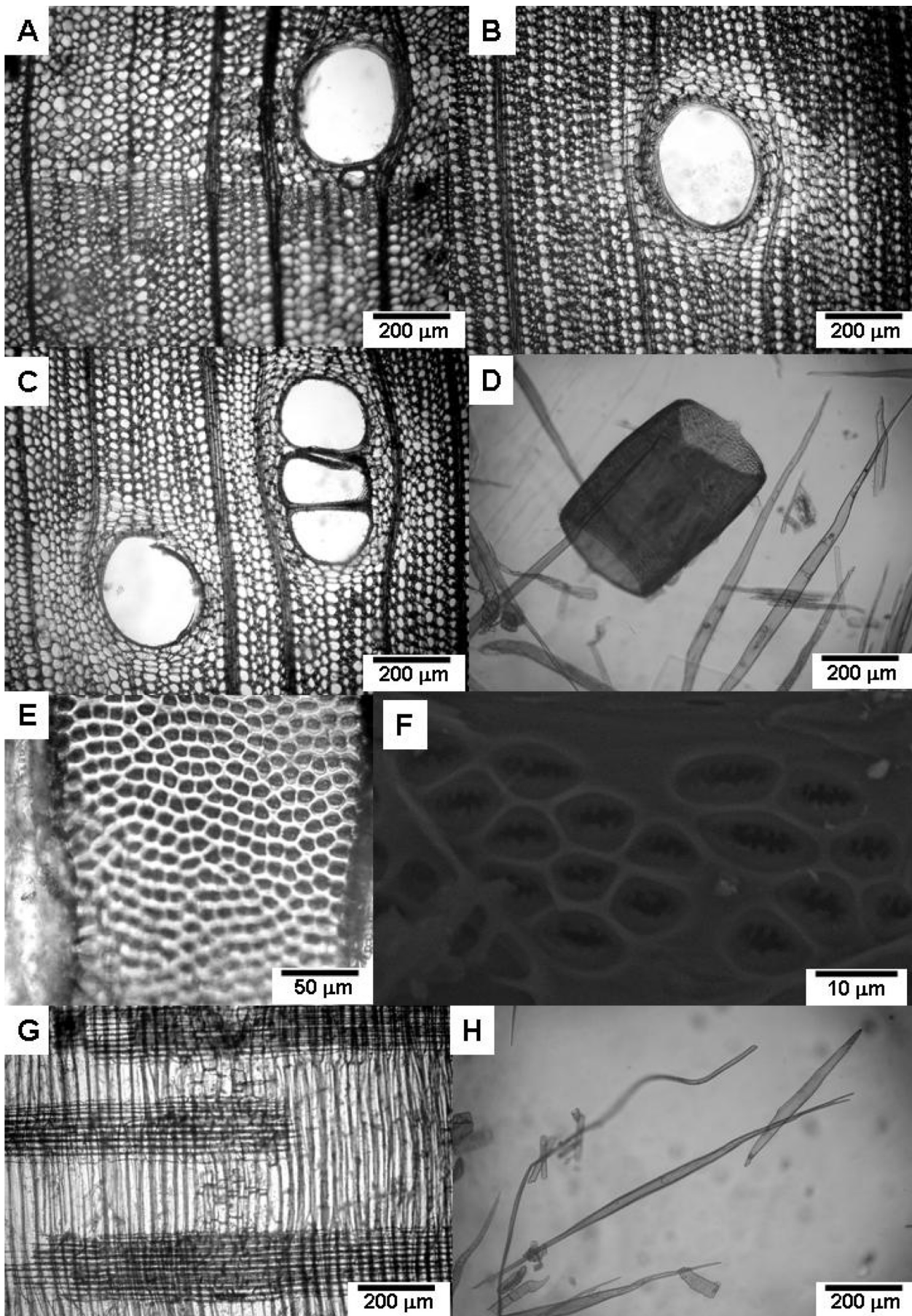


Figura 2. A-C) Plano transversal. D) Elemento de vaso. E) Pontoações intervasculares ornamentadas. F) Detalhe da ornamentação da pontoação em MEV. G) Plano radial. H) Fibra com pontas bífidas.
Figure 2. A-C) Transverse section. D) Vessel element. E) Inter-vessel vestured pits. F) Vestured pit detail in MEV. G) Radial section. H) Bifurcated fiber.

gundo trabalhos citados por Callado e Guimarães (2010) as variações climáticas podem aumentar ou reduzir a vulnerabilidade das árvores ao ataque de pragas, sendo que para o gênero *Schizolobium* existem relatos que a umidade elevada interfere na fitossanidade das árvores, e alguns patógenos atacam exclusivamente as espécies do gênero.

A variação nas dimensões dos elementos celulares entre a medula e a casca (Figura 3) é apresentada nas Tabelas 1 e 2, bem como a análise das médias pelo teste de Tukey.

O diâmetro tangencial médios dos poros aumentou no sentido medula casca e o número por milímetro quadrado diminuiu, concordando com Carlquist (1989) que comenta que este aspecto é característico do desenvolvimento do vegetal.

Os valores médios para a largura dos raios em número de células e a altura em micrometros aumentaram no sentido medula casca. Já para a altura em número de células e a largura em micrometros foram numericamente maiores na região intermediária. O número de raios por milímetro

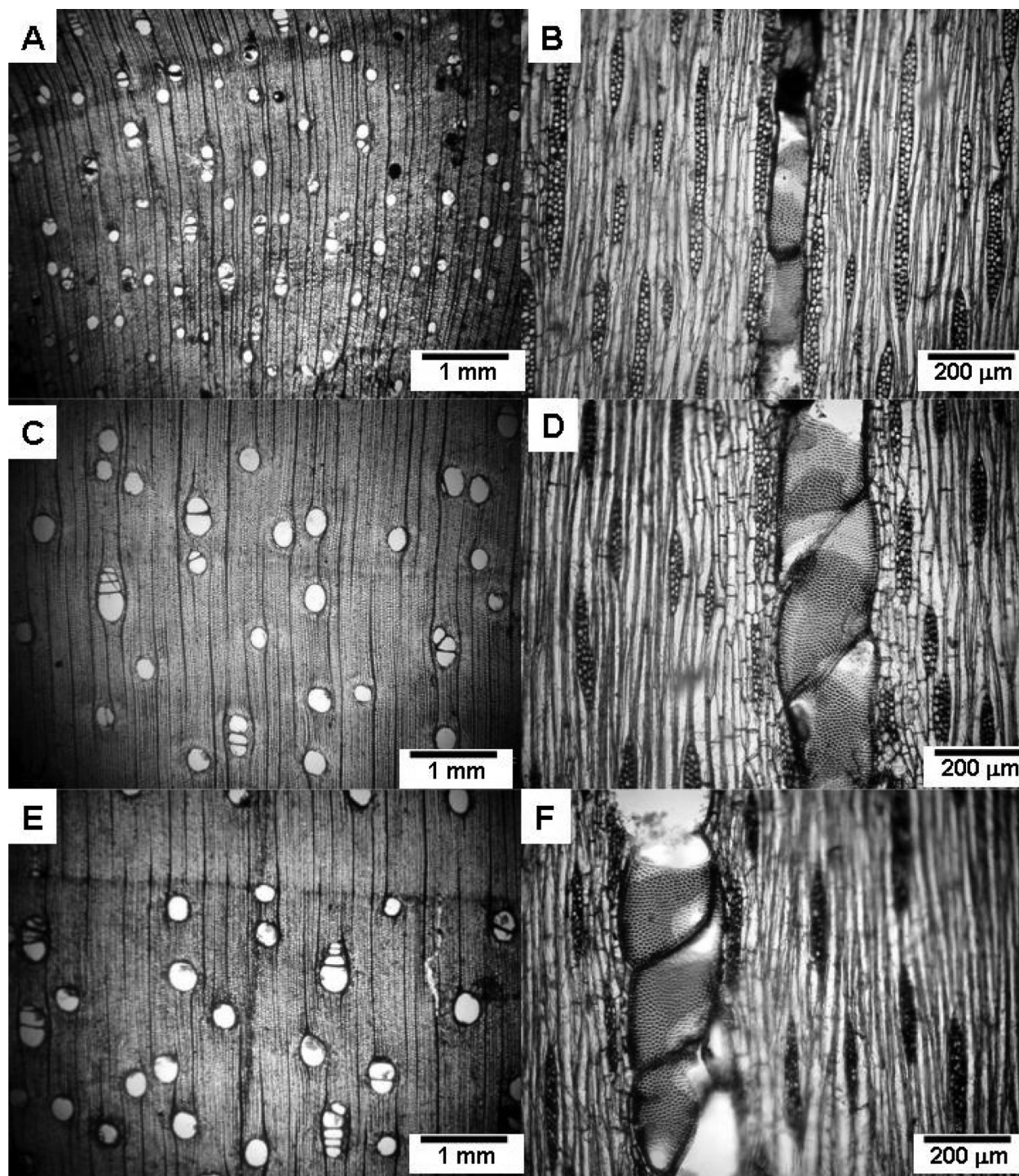


Figura 3. Variação no diâmetro dos poros e frequência dos raios no sentido medula casca. A-B) Região próxima à medula; C-D) Região intermediária; E-F) Região próxima à casca.

Figure 3. Variation in pore diameter and ray frequency from pith to bark. A-B) Region near pith; C-D) Intermediate region; E-F) Region near bark.

foi maior na região próxima à medula. A variação no tamanho dos raios em função do ambiente tem sido pouco estudada, mas Alves e Angyalossy-Alfonso (2002) determinando tendências anatômicas para 491 espécies de diferentes ambientes, latitudes e altitudes, concluíram que a composição dos raios não segue um padrão.

O comprimento da fibra aumentou no sentido medula casca como esperado, sendo que a espessura da parede teve uma pequena variação. O comprimento dos vasos foi maior na região intermediária. Os valores obtidos para o comprimento das fibras do *Schizolobium parahyba* foram inferiores aos observados por Mainieri e Chimeilo (1989) e Pernía e Melandri (2006) confirmando a influência da idade da árvore, local de crescimento e posição do tronco avaliada.

As relações entre as dimensões das fibras são mostradas na Tabela 3.

Os resultados do Índice de Runkel para o *Schizolobium parahyba* estão na faixa de classificação de uma fibra considerada boa para fabricação de papel, pertencendo ao grupo II, onde o valor da relação indica que a igualdade entre o diâmetro da fibra e espessura da parede é aumentada, diminuindo o diâmetro do lume, mantendo a flexibilidade da fibra. Valores altos não são desejados uma vez que a fibra se torna rígida e com maior dificuldade de acomodação e união na folha de papel. Os valores obtidos são inferiores aos observados em estudos com diversas espécies e idades de eucalipto. O Índice de Runkel avalia o grau de colapso das fibras durante o processo de produção de papel, quanto menor, maior será o colapso permitindo às fibras uma maior superfície de contato, estabelecendo maior número de ligações, resultando em um papel com maior resistência à tração e ao estouro (FLORSHEIM *et al.*, 2009).

Tabela 1. Dimensão e frequência dos poros e raios no sentido medula casca.

Table 1. Pore and ray dimension and frequency from pith to bark.

Posição		Diâmetro Poros (µm)	Raio/mm (n)	AlturaRaio (n)	Largura Raio (n)	Altura Raio (µm)	Largura Raio (µm)	Poros/mm ² (n)
Média	M	118,62c	5,65c	11,44c	2,34b	236,27b	31,27b	5,04b
Desvio		31,89	1,63	4,53	0,52	114,01	8,69	2,84
Média	I	202,20b	4,83b	15,75b	2,73a	259,33b	37,73a	2,02a
Desvio		56,23	1,71	10,05	0,61	88,91	12,05	1,08
Média	C	232,07a	3,89a	13,30a	2,77a	286,40a	35,13a	1,95a
Desvio		51,06	1,12	3,78	0,55	73,11	7,84	1,14

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade. M=região próxima à medula; I=região intermediária; C=região próxima à casca.

Tabela 2. Comprimento dos elementos de vasos e dimensões das fibras.

Table 2. Vessel element length and fiber dimension.

Posição		Comprimento do Vaso (µm)	Comprimento da Fibra (µm)	Largura da Fibra (µm)	Diâmetro do Lume (µm)	Espessura da Parede (µm)
Média	M	320,42b	838,10c	35,58b	28,45b	3,57b
Desvio		79,25	1,17	6,78	7,56	1,17
Média	I	407,68a	1068,10b	39,61a	32,66a	3,98a
Desvio		79,25	1,17	6,78	7,56	1,17
Média	C	403,24a	1201,36a	38,66a	30,91a	3,88ab
Desvio		115,75	201,80	6,75	7,23	1,16

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade. M=região próxima à medula; I=região intermediária; C=região próxima à casca.

Tabela 3. Índices indicativos da qualidade da polpa celulósica.

Table 3. Indicative indices from cellulose pulp quality.

		Índice de Runkel	Coefficiente de Flexibilidade (%)	Fração Parede (%)	Índice de Enfeltramento
Média	M	0,28a	78,95a	21,08a	24,43c
Desvio		0,16	8,78	8,72	6,57
Média	I	0,28a	79,20a	20,80a	27,96b
Desvio		0,14	7,74	7,74	7,60
Média	C	0,27a	79,36a	20,64a	31,89a
Desvio		0,13	7,14	7,14	7,34

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade. M=região próxima à medula; I=região intermediária; C=região próxima à casca.

Em relação ao Coeficiente de Flexibilidade, os resultados em torno de 79%, estão na faixa recomendada, sendo maiores do que os obtidos em estudos com diferentes espécies e idades de eucalipto (CARVALHO; NAHUZ, 2004; FLORSHEIM *et al.*, 2009; TRUGILHO *et al.*, 2005). O Coeficiente de Flexibilidade está relacionado ao grau de colapso que as fibras sofrem durante o processo de fabricação de papel, quanto maior o valor maior será sua resistência à ruptura e menor à tração, assim em polpas refinadas de fibras curtas, haverá mais cruzamentos e áreas de ligações disponíveis por unidade de massa. Quanto maior o Coeficiente de Flexibilidade, mais flexível se torna a fibra, o que contribui para o aumento na resistência ao arrebentamento, uma vez que aumenta o número de ligações entre as fibras (FOELKEL; BARRICHELO, 1975).

A Fração Parede indica a rigidez da fibra. Os resultados estão próximos a 21% o que coloca a fibra dentro do que seria o limite (40%) indicado para uma celulose de qualidade satisfatória uma vez que fibras com este índice muito elevado são extremamente rígidas, com pouca flexibilidade o que dificulta a interligação entre elas, influenciando na resistência do papel produzido (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). Dinwoodie (1965) aponta a Fração Parede como principal variável relacionada à resistência ao rasgo, uma vez que as fibras formam fitas e apresentam maior número de ligações. Os valores obtidos para o *Schizolobium parahyba* são inferiores aos observados em estudos com eucalipto (TRUGILHO *et al.*, 2005).

O Índice de Enfeltramento variou no sentido medula casca de 24,43 a 31,89 sendo considerado baixo e também inferior aos observados em estudos com eucalipto comumente utilizado na fabricação de papel. O Índice de Enfeltramento tem relação direta com a resistência ao rasgo e arrebentamento (MOGOLLÓN; AGUILERA 2002) sendo valores acima de 50 mais indicados para boas características do papel relacionadas ao rasgo e dobras duplas (BALDI, 2001). Dinwoodie (1965) cita vários pesquisadores que constataram a influência do Índice de Enfeltramento nas propriedades do papel, encontrando correlação positiva com a resistência ao rasgo em virtude do maior comprimento das fibras.

Urias (1996), com base em estudos bibliográficos dos dados anatômicos, classifica as fibras do *Schizolobium parahyba* como muito boas para a fabricação de celulose e papel. Os baixos

resultados obtidos neste estudo para o Índice de Enfeltramento indicam baixa resistência do papel ao rasgo e arrebentamento. Por outro lado, o Índice de Runkel, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede, sugerem uma adequada superfície de contato e boa flexibilidade, resultando em boa união fibra-fibra. Diante do exposto, os índices obtidos neste estudo, com madeira proveniente de plantio experimental, mostram fibras com características anatômicas adequadas para produção de celulose e papel, devendo ser realizados estudos com papel fabricado apenas com o *Schizolobium parahyba* e em misturas, além da análise econômica.

Lembra-se que existem outros fatores que influenciam na qualidade da polpa, como processo de produção, composição química da madeira, e características desejadas do papel produzido.

CONCLUSÕES

A análise da estrutura anatômica da madeira de *Schizolobium parahyba* permite as seguintes conclusões:

- a madeira apresentou variação linear, estatisticamente significativa em nível de 5% de probabilidade, no diâmetro dos elementos de vaso, frequência de raios por milímetro e comprimento da fibra no sentido medula casca, resultado dos diferentes estágios de crescimento da planta;
- os valores obtidos para o Índice de Runkel, Coeficiente de Flexibilidade e Fração Parede não apresentaram variação estatisticamente significativa no sentido medula casca e mostram a existência de fibras com boa superfície de contato.
- com base nas relações morfológicas das fibras, indica-se a realização de estudos práticos para utilização da espécie na fabricação de papel, além da viabilidade econômica, por se tratar de uma espécie nativa de rápido crescimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Battistella Florestas pela concessão de uso dos plantios experimentais, ao Projeto FINEP/BATTISTELA/UFPR e a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.S; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays e fibres. *IAWA Journal*, Leiden, v.23, n.4, p.391-418, 2002.

- BALDI, F. Il processo di produzione delle paste chimiche e il loro trattamento. In: CORSO DI TECNOLOGIA PER TECNICI CARTARI, 8., 2000, Verona. **Anais...** Verona: Scuola Grafica Cartaria, 2001. 41p.
- BORTOLETTO JUNIOR, G.; BELINI, U. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* Blake) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.1-16, 2002.
- CALLADO, C.H.; GUIMARÃES, R.C. Estudo dos anéis de crescimento de *Schizolobium parahyba* (Leguminosae: Caesalpinioideae) após episódio de mortalidade em Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.1, p.85-91, 2010.
- CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy: systematic ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 436p.
- CARVALHO, A.M.; NAHUIZ, M.A.R. Interferência na qualidade e rendimento de polpa celulósica de eucalipto devido ao uso múltiplo da madeira. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.242-256, 2004.
- CARVALHO, P.E.R. Guapuruvu. **Circular Técnica** - Embrapa Florestas, Colombo, n.104, p.1-10, 2005.
- COPANT - COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. COPANT 458: **Maderas – Selección y colección de muestras**. Fortaleza, 1972.
- DINWOODIE, J.M. The relationship between fiber morphology and paper properties: a review of literature. **Tappi Journal**, v.48, n.8, p.440-447, 1965.
- FLORSHEIM, S.M.B.; COUTO, H.T.Z.; LIMA, I.L.; LONGUI, E.L. Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunii* aos sete anos de idade. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.21, n.1, p.79-91, 2009.
- FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. Relações entre características da madeira e propriedades da celulose e papel. **O Papel**, São Paulo, v.36, n.9, p.49-53, 1975.
- IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leuven, v.10, n.3, p.219-332, 1989.
- KRAUS, J.E; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 1997. 198p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características de madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989.
- MANTERO, C.; FERNÁNDEZ, V.; ROS, A. Anatomía, peso específico aparente de la madera y porcentaje de corteza en orígenes de dos especies de *Eucalyptus* cultivadas en Uruguay (*Eucalyptus dunii* Maiden y *Eucalyptus badjensis* Beuzev. & Welch). **Agrociencia**, Montevideu, v.12, n.1, p.20-30, 2008.
- MARCATI, C.R.; MILANEZ, C.R.D.; MACHADO, S.R. Seasonal development of secondary xylem and phloem in *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Trees**, New York, n.22, p.3-12, 2008.
- MELLO FILHO, J.A; LIMA, J.P.C; FREIRE, L.R.; VIEIRA, F. Absorção de nitrogênio para *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, em fase de viveiro em três ambientes. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.11-18, 2000.
- MOGOLLÓN, G.; AGUILERA, A. **Guia teórica y práctica de morfología de la fibra**. Mérida: Universidad de Los Andes, 2002. 48p.
- MUÑIZ, G.I.B.; CORADIN, V.R. Normas de procedimentos em estudo de anatomia da Madeira. I – Angiospermae, II- Gimnospermae. Brasília: Laboratório de Produtos Florestais, 1991. (Série Técnica 15).
- PERNÍA, N.E; MELANDRI, J.L. Wood anatomy of the *Tribe caesalpinieae* (Leguminosae, Caesalpinioideae) in Venezuela. **IAWA Journal**, Leuven, v.27, n.1, p.99-114, 2006.
- SALGADO, A.L.B.; CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. O guapuruvu: desenvolvimento, produtividade e características celulósicas. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.2, p.104- 109, 1989.

TAMOLANG, F.N.; WANGAARD, F.F. Relationships between hardwood fiber characteristics and pulp-sheet properties. *Tappi Journal*, v.44, n.3, p.201-216, 1961.

TRIANOSKI, R. **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas de rápido crescimento para produção de painéis de madeira aglomerada**. 2010. 260p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TRUGILHO, P.F.; BIANCHI, M.L.; GOMIDE, J.L.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M.; MORI, F.A.; GOMES, D.F.F. Clones de *Eucalyptus* versus a produção de polpa celulósica. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.15, n2, p.145-155, 2005.

URIAS, J.C.T. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. *Madera y Bosques*, Ciudad de México, v.2, n.2, p.29-41, 1996.

Recebido em 10/08/2011
Aceito para publicação em 16/03/2012

