



Read this content in English at www.revistaopapeldigital.org.br, see left sidebar: Publications / Leia este conteúdo em Inglês em www.revistaopapeldigital.org.br na aba lateral esquerda: Publicações

AMOSTRAGEM DAS FIBRAS PARA CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA COM BASE NO ERRO AMOSTRAL

Dalton Longue Júnior¹, Darlan dos Santos de Sousa¹, Allana Katiussya Silva Pereira¹, Brunela Pollastrelli Rodrigues¹, Fernando José Borges Gomes², Natielly Cristine Gomes de Medeiros¹, Rafaella Dias Ramos¹

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Brasil

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Brasil

RESUMO

Uma adequada amostragem das dimensões das fibras em um plantio florestal é uma tarefa complexa, que envolve custo, tempo e representatividade. O objetivo deste trabalho foi aprimorar a metodologia de amostragem com relação aos estudos anatômicos das dimensões das fibras. Três árvores da espécie *Pterogyne nitens* com dez anos de idade localizadas em um plantio experimental localizado na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia foram colhidas e discos de madeira foram coletados a 0%, 50% e 100% da altura comercial. Os fragmentos de madeira foram macerados pelo método Nicholls e Dadswell (Ramalho, 1987), e corados com safranina. Então, 30 fibras inteiras foram medidas para medição do comprimento, e diâmetro das fibras e diâmetro do lumen. As médias foram compradas pelo teste F a 95% de probabilidade para checar a real necessidade da amostragem de todas as partes da das árvores (amostragem vertical e horizontal). A estimativa do menor número de fibras (n) para atender a um erro de amostragem entre 5% e 10% a 95% de probabilidade foi estabelecido de acordo com Soares *et al.* (2006). De acordo com os resultados, a madeira *Pterogyne nitens* apresentou um comprimento de fibras de 0,81 mm, 17,0 µm de diâmetro de fibras e 8,2 µm de diâmetro do lumen. A caracterização do comprimento das fibras da madeira *P. nitens* requereu somente a amostragem horizontal, no sentido medula-casca, enquanto um único ponto de amostragem foi necessário (DAP) para caracterizar o diâmetro das fibras. Uma amostragem completa para caracterização do diâmetro do lumen foi necessária (amostragem horizontal e vertical). Isso permite obter uma melhor otimização da medição das fibras, com menor custo de amostragem e menor gasto de tempo. Com as análises.

Palavras-chave: Anatomia da madeira, dimensões das fibras, intensidade amostral.

INTRODUÇÃO

O estudo dos elementos anatômicos da madeira permite conhecer a composição e organização do xilema e, conseqüentemente,

estabelecer correlações com suas propriedades físico-mecânicas. A eficiência no uso dos recursos madeireiros é resultado do desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que melhoram o conhecimento da estrutura da madeira. Este fato demonstra a importância de estudos de anatomia da madeira de espécies brasileiras, especialmente de madeiras nativas de biomas específicos, como a Caatinga.

As pesquisas com madeira, voltadas para a área de Anatomia da Madeira, requerem uma aplicação criteriosa de regras e procedimentos. No Brasil, a padronização de procedimentos e estudos em Anatomia da Madeira é baseada nas recomendações da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (COPANT) e da Associação Internacional de Anatomistas da Madeira (IAWA Committee). Essas metodologias indicam os equipamentos a serem utilizados, a forma de confecção dos corpos de prova (forma e dimensões), a amostragem das fibras e a avaliação macroscópica e microscópica da madeira em seus diferentes planos de observação.

No entanto, a primeira etapa para a caracterização do material é a amostragem, considerada uma etapa bastante complexa. As dimensões das fibras variam de acordo com variáveis internas como espécie, posição medula-casca, cerne-alburno e base-topo; e variáveis externas como homogeneidade dos plantios (florestas nativas e plantadas), espaçamento e condições edafoclimáticas. Tais aspectos são desafiadores na amostragem de fibras para as mais variadas espécies lenhosas, a fim de garantir uma adequada representatividade e confiabilidade nas informações.

É muito comum acessar estudos sobre caracterização de dimensões de fibras com base na medição de 30 fibras (Costa *et al.* 2017; Mota *et al.*, 2017; Nobre *et al.*, 2019; Trevisan *et al.*, 2017). Entretanto, não é comum considerar a intensidade amostral em função da heterogeneidade da árvore e/ou plantação florestal, do erro amostral pré-estabelecido e/ou medida de dispersão. A amostragem baseada em um número definido

Autor correspondente: Dalton Longue Júnior. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Estrada do Bem Querer, km 4. Vitória da Conquista. 45028-706. Brasil. Fone: +55-77-98815-8711. dalton@uesb.edu.br.

de fibras para estudos anatômicos sem considerar a intensidade da amostragem se deve ao seu alto custo e longo tempo de análise.

Assim, conhecer as propriedades anatômicas torna-se uma excelente estratégia para o melhor direcionamento industrial da madeira, desde que haja uma amostragem suficiente, que considere sua natural heterogeneidade, com baixo custo e reduzido tempo de análise, mais adequada no suporte aos processos industriais. O objetivo deste trabalho foi aprimorar uma metodologia de amostragem relativa ao estudo anatômico das dimensões das fibras.

MÉTODOS

1. Amostragem da madeira

Três árvores *Pterogyne nitens* com dez anos de idade foram coletadas de forma casual, localizadas em plantio experimental na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista, Bahia (coordenadas 14° 52'58,4" S e 40° 47'53,1" W).

A amostragem vertical consistiu na retirada de discos de 20 cm de espessura em três posições nas árvores (0%, 50% e 100% da altura comercial), denominadas de direção base-topo. Espécimes de madeira foram isolados da região central (medula) e da periferia (casca), que correspondeu à amostragem horizontal do fuste (sentido medula-casca), totalizando seis tratamentos por árvore (T1-T6), conforme Figura 1.

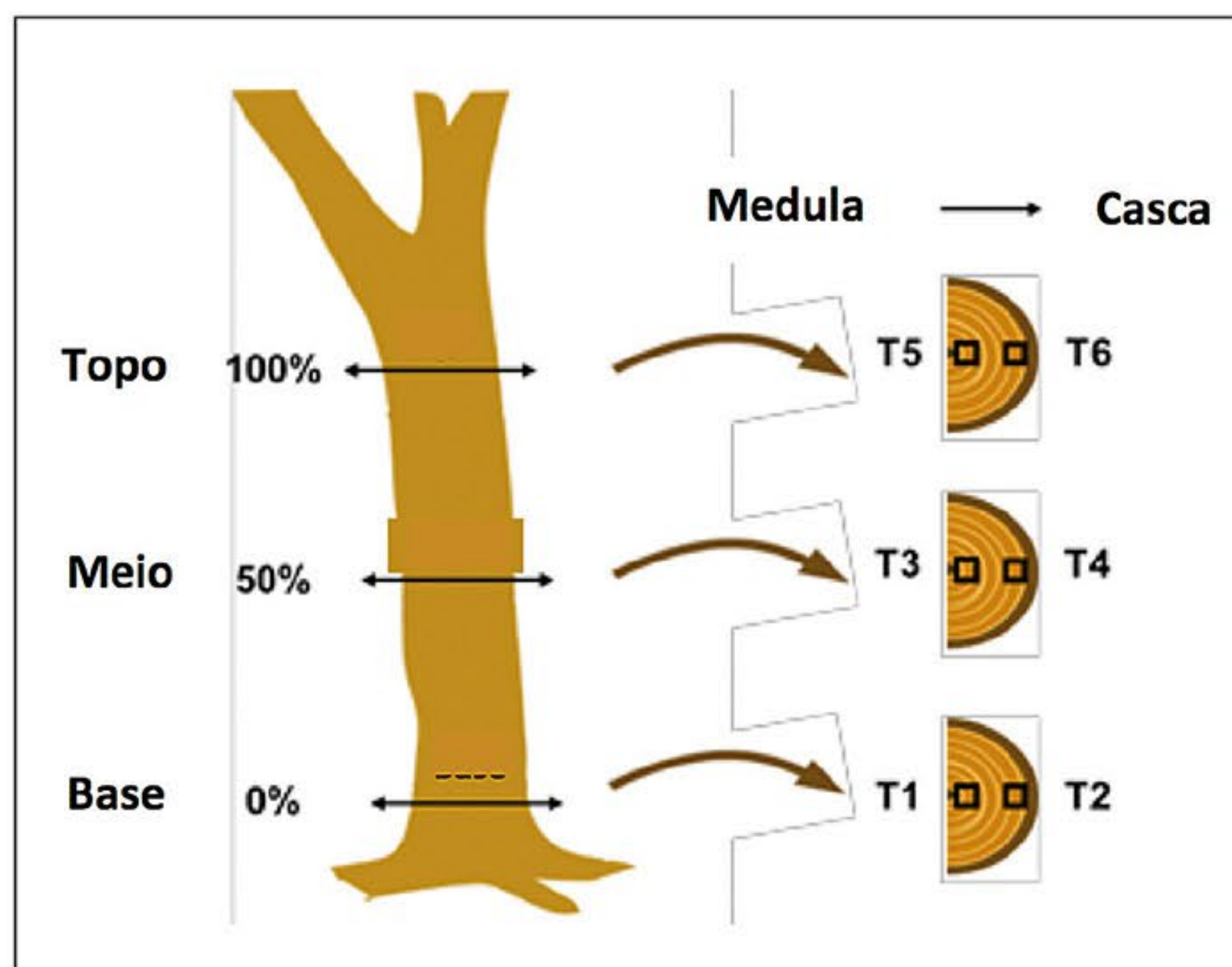


Figura 1. Ilustração da amostragem de madeira enfocando as seis posições dos corpos de prova de madeira (T1-T6)

2. Maceração da madeira e coloração das fibras

Fragments de madeira foram macerados pelo método de Nicholls e Dadswell (Ramalho, 1987) e coloridos com safranina. A solução de maceração foi composta por peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e ácido acético (CH₃COOH), na proporção de 1:1. Em seguida, as amostras (fragmentos de madeira) foram enviadas ao forno aquecido a 60 °C (temperatura constante) por aproximadamente 48 horas.

Após esse tempo, o material foi lavado com água corrente e o macerado foi transferido para tubos de ensaio, onde foi adicionada água destilada e solução do corante safranina para facilitar a visualização das dimensões das fibras ao microscópio.

3. Medição das fibras

Foi utilizado neste trabalho um microscópio óptico ZEISS, modelo LEICA ICC50 HD. A lente objetiva de 4x foi usada para determinar o comprimento da fibra e a lente objetiva de 20x foi usada para determinar a largura da fibra e o diâmetro do lúmen. As medições das fibras foram realizadas usando o software AxionVision, versão 4.9.1.

4. Análises estatísticas

Os dados experimentais foram analisados por meio do software BioEstat (Versão 5.5). Os dados foram testados quanto à normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade (teste de Cochran) a um nível de probabilidade de 95%. A análise de variância (ANOVA) verificou a variabilidade da amostra e a real necessidade de amostragem horizontal e vertical para caracterização das dimensões das fibras.

5. Determinação da intensidade amostral

Trinta fibras inteiras foram medidas em todas as dimensões de fibra propostas neste estudo. A partir desses resultados, foi calculado o número mínimo de fibras para cada parte da árvore (T1-T6).

A determinação do número mínimo de fibras foi estimada considerando dois erros amostrais (5% e 10%), com base na Equação 1, descrita por Soares *et al.* (2006). A Equação 1 determina o tamanho da amostra (intensidade da amostra) em um nível de probabilidade de 95%. Neste estudo, as fibras de madeira das árvores foram consideradas como uma população infinita de indivíduos.

$$n = \frac{t^2 * (CV)^2}{(E\%)^2} \quad (1)$$

Onde:

n = número estimado de fibras; t = valor tabulado da estatística "t" Student, num específico nível de significância (5%) e n-1 graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; E% = erro amostral, em percentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Caracterização das fibras da madeira

Os resultados das dimensões das fibras da madeira de *Pterogyne nitens*, em todas as posições da árvore (T1 a T6) e coeficiente de variação são apresentados na Tabela 1.

O teste F confirmou diferença significativa no comprimento da fibra e no diâmetro do lúmen, onde o coeficiente de variação foi muito alto na análise do diâmetro do lúmen.

Tabela 1. Resultados das dimensões das fibras da madeira de *Pterogyne nitens* nas seis diferentes posições da árvore (T1-T6).

Amostras	Comprimento das fibras*, mm	Espessura das fibras ^{ns} , µm	Diâmetro do lúem*, µm
T1	0,77	17,03	8,80
T2	0,84	16,68	7,40
T3	0,74	16,84	8,11
T4	0,87	17,09	7,78
T5	0,80	16,91	8,80
T6	0,84	17,64	8,35
Média	0,81	17,03	8,21
Coefficiente de variação (%)	14,6	10,9	22,4

* Significativo pelo teste F ao nível de 95% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F a 95% de probabilidade.

Segundo Braz *et al.* (2015), a madeira é um material heterogêneo, devido a sua composição química e anatômica diversificada; e anisotrópica, por apresentar diferenças nas propriedades físico-mecânicas de acordo com a direção considerada das estruturas de madeira e o local de amostragem.

O ideal em um procedimento de amostragem de madeira é garantir uma melhor representatividade do material, para obter maior confiabilidade dos dados, sem, no entanto, promover um aumento no custo de amostragem e no tempo de análise. Portanto, após medir as dimensões das fibras em todas as posições amostradas (T1 a T6), foi necessário comparar essas amostras para avaliar sua heterogeneidade e a real necessidade de amostrar todas as seis posições da madeira de *P. nitens*.

2. Determinação da necessidade de amostragem completa da árvore

O teste F para informar sobre a necessidade de amostrar todas as seis posições da madeira nas direções medula-casca e base-topo está na Tabela 2.

Para a dimensão do comprimento das fibras, houve diferença significativa em uma amostragem horizontal (Medula-casca), nas amostras coletadas próximo à região da medula e na região mais próxima da casca da árvore. Entretanto, não houve diferença estatística na amostragem vertical (Base-topo).

Assim, a madeira de *P. nitens* comprovou a real necessidade de se coletar amostras nas duas posições horizontais, Medula-casca, quando se objetiva a caracterização do comprimento das fibras. Para amostragem no sentido base-topo, foi necessário amostrar apenas na posição do diâmetro na altura do peito (DAP = 1,30 metros).

Para a dimensão do comprimento da fibra, houve diferença significativa em uma amostragem horizontal (Medula-casca), nas amostras coletadas próximo à região da medula e na região mais próxima da casca da árvore. Entretanto, não houve diferença estatística na amostragem vertical (Base-topo).

Assim, a madeira de *P. nitens* comprovou a real necessidade de se coletar amostras nas duas posições horizontais, medula e casca, quando se objetiva a caracterização do comprimento das fibras. Para amostragem no sentido base-topo, foi necessário amostrar apenas na posição do diâmetro na altura do peito (DAP = 1,30 metros).

Os resultados do teste de amostragem T1-T6 para a análise da largura das fibras não mostraram diferença significativa entre as médias tanto na amostragem horizontal quanto na vertical, o que indica maior homogeneidade anatômica do material estudado para a dimensão da largura das fibras.

Assim, para a dimensão da largura das fibras da madeira de *P. nitens* foi necessário coletar amostras apenas na posição DAP, independentemente de quaisquer outras posições.

Tabela 2. Teste F indicando a real necessidade de amostragem das fibras em todas as seis posições da árvore

Dimensões	Posições	F calculado	F tabulado	Resultado
Comprimento das fibras	Medula-casca	69,345	3,859	*
	Base-topo	1,475	3,013	ns
Largura das fibras	Medula-casca	1,732	3,859	ns
	Base-topo	2,469	3,013	ns
Diâmetro do lumen das fibras	Medula-casca	21,960	3,859	*
	Base-topo	5,897	3,013	*

* Significativo pelo teste F ao nível de 95% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F a 95% de probabilidade.

Com relação à amostragem da madeira para o diâmetro do lúmen das fibras, o Teste F mostrou diferença significativa entre as amostras considerando tanto a amostragem horizontal quanto a vertical. Diante desses resultados, compreendeu-se a real necessidade de coleta de amostras em todas as seis posições (T1-T6) das árvores.

A medida do diâmetro do lúmen das fibras é mais complexa devido à maior dificuldade em observar os limites internos da parede celular. Essa complexidade exigiu maior dedicação na etapa de coloração das fibras e na capacitação das pessoas, para melhor cumprimento dos procedimentos laboratoriais de aquisição de imagem e medição das dimensões das fibras.

Assim, para caracterização do diâmetro do lumen das fibras, é importante entender a real necessidade desta informação, pois a amostra de madeira deve incluir todas as amostras esperadas (T1-T6), para permitir maior representatividade e confiabilidade dos dados, não excluindo um custo mais baixo e considerações de tempo de execução.

3. Determinação do mínimo de fibras medidas de acordo com a heterogeneidade da madeira

Os resultados da Tabela 3 mostram o número mínimo de fibra a ser medido considerando o erro amostral de 5% e 10%, o coeficiente de variação das 30 fibras medidas e com base na aplicação da Equação 1.

Para avaliação do comprimento da fibra, pode-se aceitar a medição de 15 fibras na posição DAP considerando um erro amostral de 10%, sendo oito fibras inteiras na região da medula e sete fibras inteiras na região da casca (Tabela 3). Porém, consi-

derando um estudo rigoroso com erro amostral de 5%, o número de fibras a serem medidas aumentou consideravelmente para 58 fibras inteiras, sendo 32 fibras na região da medula e 26 fibras na região da casca. O aumento do número de fibras devido à redução do erro de amostragem provocou um aumento no custo de amostragem, maior tempo de análise e, conseqüentemente, maiores custos de pessoal.

A dimensão da largura da fibra mostrou a necessidade de medições de cinco fibras inteiras, quando considerado um erro amostral de 10%. Reduzindo o erro de amostragem para 5%, o número de fibras a serem medidas aumentou para 18 fibras inteiras.

A amostragem do lenho de *P. nitens* para determinação do diâmetro do lúmen das fibras exigiu coletas de amostras em todas as seis posições do tronco sugeridas neste estudo (T1-T6). Considerando um erro amostral de 10%, foram necessárias mensurações de 119 fibras inteiras, sendo: 50 fibras na posição de base (19 fibras na região da medula e 31 fibras na região da casca); 40 fibras na posição intermediária (23 fibras na região da medula e 17 fibras na região da casca); e 29 fibras na posição superior (15 fibras na região da medula e 14 fibras na região da casca).

Visando reduzir o erro amostral para 5%, a quantidade total de fibras medidas aumentou para 478 fibras inteiras. Por esse motivo, é muito importante ter cuidado com as técnicas de amostragem, preparação do material e aquisição de dados para obter uma boa e viável avaliação do diâmetro luminal da fibra, representativa e confiável e, ao mesmo tempo, mantendo agilidade e menor custo.

Tabela 3. Número mínimo de fibras recomendado (n REC) a ser medido para atender ao erro de amostragem, definido para cada posição da árvore

COPRIMENTO DAS FIBRAS							
Erro amostral (%)	n MED		n CAS		n REC		
5,0	32		26		58		
10,0	8		7		15		
LARGURA DAS FIBRAS							
Erro amostral (%)	n DAP		n REC				
5,0	18		18				
10,0	5		5				
DIÂMETRO DO LUMEN DAS FIBRAS							
Erro amostral (%)	n 0-MED	n 0-CAS	n 50-MED	n 50-CAS	n 100-MED	n 100-CAS	n REC
5,0	76	125	94	67	59	57	478
10,0	19	31	23	17	15	14	119

CONCLUSÕES

A madeira de *Pterogyne nitens* apresentou comprimento de fibra de 0,81 mm, largura de fibra de 17,0 µm e diâmetro de lumen de 8,2 µm.

A caracterização do comprimento das fibras da madeira de *P nitens* exigiu apenas uma amostragem horizontal, no sentido medula-casca, enquanto um ponto único de amostragem (DAP) foi necessário para caracterizar a dimensão da largura das fibras. Foi necessária uma amostragem completa da madeira para caracterização das fibras do diâmetro do lumen (amostragem horizontal e vertical).

Considerando a madeira de *P. nitens* e um erro amostral de 10%, a caracterização do comprimento da fibra exigiu a medi-

ção de pelo menos 15 fibras inteiras; a caracterização da largura da fibra exigiu pelo menos cinco fibras inteiras; e a caracterização do diâmetro do lumen um mínimo de 119 fibras inteiras.

O número de fibras a medir para uma melhor caracterização da dimensão das fibras da madeira aumenta com a redução do erro amostral e o aumento da heterogeneidade da madeira.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela oportunidade no Programa de Bolsas de Iniciação Científica, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pelo apoio financeiro. ■

REFERÊNCIAS

- Costa, L. J.; Lopes, C. B. S.; Reis, M. F. C.; Cândido, W. L.; Faria, B. F. H; e Paula, M. O. Caracterização anatômica e descrição físico-química e mecânica da madeira de *Mimosa schomburgkii*. *Revista Floresta*, v. 47, n. 4, p.383-390, 2017.
- Mota, G. S.; Melo, L. E. L.; Ribeiro, A. O.; Selvati, A. O.; Pereira, H.; e Mori, F. A. Ecologic features of wood anatomy of *Casearia sylvestris* SW (Salicaceae) in three Brazilian ecosystems. *Revista Cerne*, v. 23, n. 4, p.445-453, 2017.
- Nobre, J. R. C.; Melo, L. E. L.; Figueiredo, M. F.; Couto, A. M. e Gomes, J. I. Anatomical differences between the wood of three species commercialized as “Freijó” in the Amazon Region. *Floresta e Ambiente*, v. 26, n. 4, p.1-10, 2019.
- Ramalho, R. S. *O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras*. Viçosa (MG): Editora UFV, 4 p., 1987.
- Soares, C. P. B.; Paula Neto, F. e Souza, A. L. *Dendrometria e inventário florestal*. Viçosa (MG): Editora UFV, 276 p., 2006.
- Trevisan, R.; Rosa, M.; Haselein, C. R.; Santini, E. J. e Gatto, D. A. Dimensões das fibras e sua relação com a idade de transição entre lenho juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 4, p.1385-1393, 2017.

desde há mais de 100 anos

SOLUÇÕES PREMIUM - FEITAS À MEDIDA

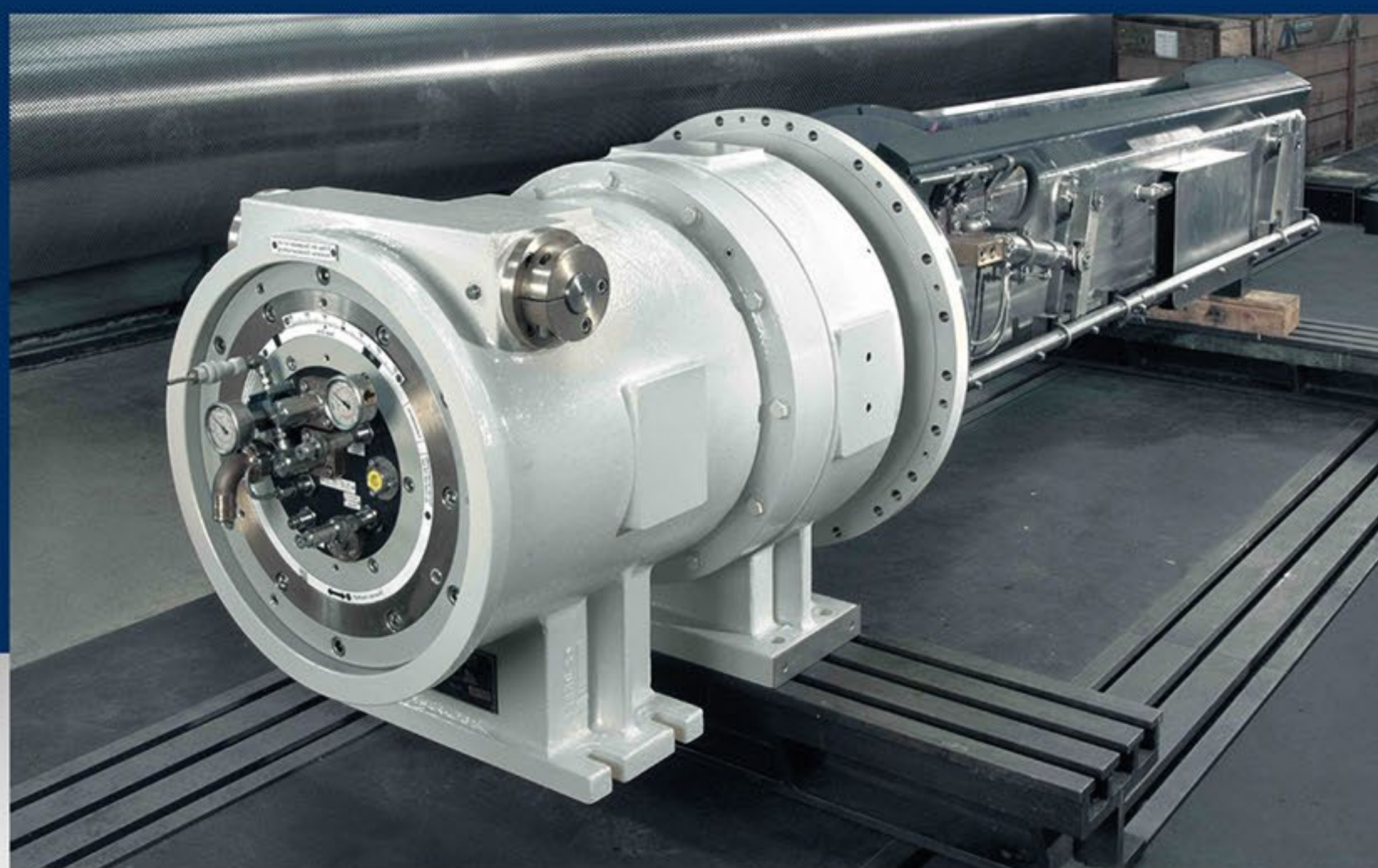
ROLOS DE SUCCÃO

ROLOS GUIA TELA / FELTRO

ROLOS DE CALANDRA
E ESTANGAS

ROLOS COM ESTRUTURA
EM FIBRA DE CARBONO

ROLOS ABRIDORES



mwn
M A S C H I N E N F A B R I K

MWN Niefern Maschinenfabrik GmbH
Bahnhofstr. 51 - 53, D - 75223 Niefern-Öschelbronn Germany
Telefon: +49(0) 7233 / 75 - 0 Telefax: +49(0) 7233 / 75 - 11
Internet: www.mwn-niefern.de Email: info@mwn-niefern.de