

AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DAS FIBRAS DE COLMOS DE BAMBU, *Dendrocalamus giganteus* (Wall) Munro, EM DIFERENTES IDADES

EVALUATION OF FIBER DIMENSIONS OF *Dendrocalamus giganteus* (Wall) Munro BAMBOO CULMS AT DIFFERENT AGES

Nelson Potenciano Marinho¹ Silvana Nisgoski² Graciela Inés Bolzon de Muñiz³

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as dimensões das fibras dos colmos de *Dendrocalamus giganteus* na idade de 2-6 anos. Corpos de prova de amostras das posições basais dos colmos foram macerados e cortados em micrótomo de deslize para a avaliação das dimensões das fibras e confecção de cortes histológicos. Os resultados indicaram que as fibras aumentaram em comprimento com a idade dos colmos, sendo o menor e maior comprimento de 3.266 e de 3.878,57 μm , verificado no 3º e 6º ano, respectivamente. As fibras apresentaram menor e maior espessura da parede no 6º e 2º anos, com valores de 7,11 e 10,46 μm , respectivamente. Os tecidos anatômicos do colmo variaram de 12,8, 47,6 e 39,6 % para os feixes vasculares, fibras e parênquima, respectivamente.

Palavras-chave: bambu-gigante; fibras, anatomia.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the fiber dimension of *Dendrocalamus giganteus* culms in 2-6 years old. Samples from basal portion of culms were macerated and sliced in sliding microtome for dimension fibers evaluation and histological cut production. Results showed that fibers increased in length with culms age, being the smallest and the biggest lengths 3266 and 3878.57 μm , observed in 3º and 6º years, respectively. The fibers showed smaller and bigger wall thickness in 6º and 2º years, with value of 7.11 and 10.46 μm , respectively. The anatomical tissue of culms varied from 12.8, 47.6 and 39.6 for vascular bundles, fibers and parenchyma, respectively.

Keywords: giant bamboo; fibers; anatomy.

INTRODUÇÃO

Os bambus pertencentes à família Poaceae e subfamília Bambusoideae são classificados em duas grandes tribos, caracterizadas pelo porte herbáceo e lenhoso (FILGUEIRAS e GONÇALVES, 2004). No mundo são descritos 75 gêneros e cerca de 1250 espécies de bambu, 41 gêneros e 473 espécies na América e 234 espécies no Brasil, compreendendo 155 lignificadas e 75 herbáceas, concentradas, em maior grau de endemismo, nas florestas litorâneas do sul do estado da Bahia (JUDZIEWICZ et al.,

1999; LONDOÑO, 2004). Os bambus mais cultivados no Brasil são de origem asiática, introduzidos e disseminados pelos primeiros imigrantes, pela boa adaptação ao clima tropical, com destaque para os gêneros *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Phyllostachys* (TEIXEIRA, 2006). Os bambus do gênero *Dendrocalamus* são, de modo geral, de grande porte, com inúmeras espécies, como *Dendrocalamus bradisii*, *Dendrocalamus calostachyus*, *Dendrocalamus collettianus*, *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus hamiltonii*, *Dendrocalamus hookeri*, *Dendrocalamus*

1 Designer, Msc., Professor do Departamento das Faculdades Integradas do Brasil, Rua Konrad Adenauer, 442, Bairro Tarumã, CEP 82820-540, Curitiba (PR), Brasil. n.pmarinho@yahoo.com.br

2 Engenheira Florestal, Dr^a., Professora do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. nisgoski@ufpr.br

3 Engenheira Florestal, Dr^a., Professora do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 900, CEP 80210-170, Curitiba (PR), Brasil. gbmunize@ufpr.br

Recebido para publicação em 12/11/2009 e aceito em 24/10/2012

longispathus, *Dendrocalamus strictus*, etc (SEETHALAKSHMI et al., 1998).

O bambu *Dendrocalamus giganteus* é denominado de bambu-gigante, paquimorfo ou do tipo entouceirante, com colmos de diferentes idades constituindo as moitas. Os colmos da espécie podem atingir 20-30 m de altura, 20-30 cm de diâmetro, 30-45 cm de comprimento internodal e 1-3 cm de espessura da parede, recomendado para a manufatura de lâminas para painéis, polpa e papel, utensílio, alimento, etc (LIN, 1968). Os colmos apresentam três fases distintas de crescimento, sendo a primeira caracterizada pelo crescimento em comprimento de até 10 cm por períodos de 24 h, quando atingem cerca de 5 m de comprimento; na segunda, o crescimento atinge a taxa de 15 cm em 24 horas, com faixas de 5 a 15 m e a terceira, com crescimento mais lento influenciado pelo clima, caracterizado pela chuva e baixas temperaturas (NASCIMENTO, 1990).

A estrutura anatômica do colmo dos bambus é caracterizada por células de parênquima constituindo o tecido fundamental, os vasos, elementos crivados com células companheiras e os cordões de esclerênquima formando os feixes fibrovasculares e as fibras constituintes da bainha (LIESE, 1978). No sentido transversal, na camada interna dos colmos, os feixes vasculares têm maior diâmetro e menor número tornando-se, nas camadas externas, menores e mais numerosos. No sentido longitudinal dos colmos, verifica-se um decréscimo do número de elementos vasculares da base em direção ao ápice (TOMAZELLO FILHO e AZZINI, 1987).

Os bambus do gênero *Dendrocamlus* são classificados em dois grupos: *broken waist* e *double broken* em relação à forma, disposição do tecido esclerenquimático, bainha das fibras, tipos de feixes fibrovasculares, etc (GROSSER e LIESE, 1971, 1974). O primeiro grupo é caracterizado pelo feixe vascular central com bainhas de esclerênquima e feixe de fibra isolado, com a bainha do protoxilema geralmente maior que as do feixe vascular; no segundo o feixe vascular situa-se entre os dois feixes de fibras localizados ao lado do floema e protoxilema e circundado por bainhas pequenas de esclerênquima (NOGUEIRA, 2008).

Os colmos de bambu são constituídos por 50% de parênquima, 40% de fibras e 10% de tecidos, vasos e tubos perfurados (LIESE e GROSSER, 1972). As fibras contribuem com 60-70% da massa total do colmo, com variações entre gêneros e espécies, relacionadas com os tipos de feixes

vasculares. Algumas espécies de bambu, como os *Phyllostachys edulis* e o *Phyllostachys pubescens* têm fibras curtas com 1,3-1,5 mm de comprimento, enquanto outras, como o *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus membranaceus* apresentam fibras com 3,2 e 4,3 mm de comprimento (GROSSER e LIESE, 1971, 1974; LIESE, 1998; WEN e CHOU, 1985). Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as características morfológicas das fibras de colmos de bambu de *Dendrocalamus giganteus* com idade de 2-6 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie e local: 5 colmos de 2-6 anos de *Dendrocalamus giganteus* foram cortados com motosserra de touceiras adultas plantadas na Estação Experimental Agrícola do Departamento de Engenharia Mecânica, UNESP, Bauru, SP, em março de 2009. Os segmentos basais dos colmos, com 2 m de comprimento, foram selecionados para as análises da estrutura anatômica.

Preparo dos corpos de prova e das lâminas permanentes: foram cortados 20 corpos de prova orientados nos 3 planos (2 x 2 x 2 cm) na posição dos entrenós, para cada idade dos colmos de bambu, para a confecção de lâminas histológicas e maceração. Amostras de 10 corpos de prova de colmos de bambu/idade foram imersos em água quente, fixados em micrótomo de deslize e cortadas seções finas (30 µm de espessura) com navalha de aço; as seções foram coradas com safrablau, desidratadas em série alcoólica e montadas em lâminas permanentes. Amostras dos 10 corpos de prova de colmos foram transferidas para tubos de ensaio com solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético 1:1 e, em seguida, para estufa (60°C, 24 h), conforme descrito por Franklin (1975) e modificado por Kraus e Arduin (1997). As células do colmo dissociadas foram lavadas em água destilada, coradas com safranina, desidratadas em série alcoólica e transferidas para lâminas histológicas permanentes, para a mensuração das fibras.

Análise da estrutura anatômica: as lâminas histológicas com as seções finas dos colmos de bambu foram observadas sob microscópio e determinada a porcentagem dos tecidos de sua estrutura anatômica em 100 posições aleatórias, para cada idade. As 10 lâminas com as células constituintes dos colmos foram observadas sob

microscopia e mensuradas as dimensões de 30 fibras (comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede), para cada idade dos colmos, conforme IAWA (1989) adaptada por Muñiz e Coradin (1991). As análises foram realizadas no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. A relação entre a idade dos colmos e as características anatômicas foi analisada pelo teste de Tukey (95% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da estrutura anatômica

Através da análise visual em microscópio óptico em diversas magnitudes em lâminas permanentes de cortes histológicos transversais e longitudinais do bambu, observou-se a anatomia individual dos feixes vasculares mostrando vasos de metaxilema, floema com tubos crivados e células companheiras, protoxilema com feixes de fibras rodeados por células de parênquima, concordando com as observações de Liese (1998). O gênero *Dendrocramalus* apresenta os feixes fibrovasculares distribuídos de acordo com o grupo *broken waist* e *double broken*, concordando com Nogueira (2008) e Lwin et al. (2009) que demonstram que a espécie estudada apresenta o feixe vascular central com pequena bainha esclerenquimática e dois feixes isolados de fibras, do lado interno e externo do feixe central, sendo classificado no grupo IV ou *Double broken*, como pode ser observado na Figura 1.

Pelas análises realizadas (Tabela 1) pode-se verificar uma variação na porção dos tecidos, sendo que há uma tendência crescente do percentual

de fibras e decrescente do tecido parenquimático. Esse comportamento está de acordo com estudos de Liese (1998) que observou que longitudinalmente não há diferenças na composição e estrutura interna dos internós, exceto para a expansão das células, especialmente das fibras. Assim sendo, as modificações estruturais durante a fase de maturação (1 a 3 anos), a qual procede de forma bastante diferente ao longo da seção transversal da parede do colmo, sendo influenciada pela posição do feixe vascular e pela posição da fibra no feixe vascular (ALVIN e MURPHY, 1988; MAJIMA et al. 1991; LIESE e WEINER, 1996, 1997), e nos anos subsequentes, referem-se às fibras e células de parênquima.

Dentro das análises visuais no microscópio óptico nos cortes transversais pode-se perceber maior porção do tecido parenquimático entre dois e três anos e declínio nos anos subsequentes; variação mínima no percentual de fibras após os três anos, ou seja, estágio de maturação.

Independente das variações de percentuais em relação a cada idade, conforme mostrado na Tabela 1, os valores médios observados em cada tipo de tecido estão de acordo com os encontrados na literatura, próximos aos relatados para os bambus por Liese e Grosser (1972), que generalizam as porcentagens em 40% de fibras, 50% de parênquima e 10% de tecidos vasculares.

Dimensões das fibras

A variação nas dimensões das fibras é mostrada na Tabela 2. Os valores encontrados para as dimensões das fibras do *Dendrocalamus giganteus* deste estudo estão acima dos encontrados por

TABELA 1: Porcentagem dos tecidos dos colmos de bambu em diferentes idades.

TABLE 1: Tissue percentage of bamboo culms at different ages.

Idade dos colmos de bambu (anos)	Tecidos dos colmos de bambu (%)		
	Feixes vasculares	Fibras	Parênquima
2	16	38	46
3	10	52	38
4	13	51	36
5	16	48	36
6	9	49	42
Média	12,8	47,6	39,6
Desvio-padrão	3,27	5,59	4,33

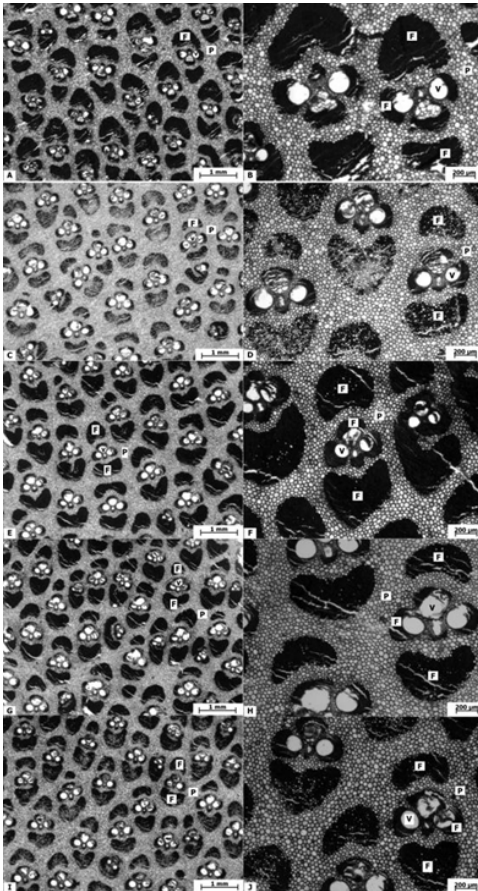


FIGURA 1: Seção transversal dos colmos de bambu. 2 (A,B); 3 (C,D); 4 (E,F); 5 (G,H); 6 anos (I,J). V= vasos; F = fibras; P = parênquima.

FIGURE 1: Cross section of bamboo culm. 2 (A, B); 3 (C,D); 4 (E,F); 5 (G,H); 6 years (I,J). V= vessels; F = fibers; P = parenchyma.

Salgado et al. (1994) que obtiveram comprimento médio de 3,08 mm, espessura da parede 6,72 μm e largura da fibra 19,1 μm , sem identificação de idade, para esta espécie; valores médios de comprimento para o *Dendrocalamus asper* de 2,43 mm; *Dendrocalamus latiflorus* 2,44 mm; *Dendrocalamus strictus* 2,22 mm; e valores médios para a espessura da parede e largura da fibra de 6,96 μm e 17,89 μm para o *Dendrocalamus asper*; 6,81 μm e 17,06 μm para o *Dendrocalamus latiflorus*; 6,92 μm e 18,17 μm para o *Dendrocalamus strictus*, respectivamente. Comparando os resultados obtidos neste trabalho com os de Lwin et al. (2009) que estudaram *Dendrocalamus giganteus* com três anos de idade, procedentes da Ásia, encontrando valores médios de comprimento de fibra (3490,63 μm), largura da fibra (17,68 μm) e variação na espessura

da parede (2,5-7,5 μm) verifica-se que estão próximos, ressaltando-se que existe influência na posição do colmo, local de crescimento e variações climáticas (LIESE, 1998).

O maior comprimento médio das fibras obtido foi observado aos 6 anos, verificando-se um aumento numérico com a idade, sem diferenças estatísticas, comportamento semelhante ao encontrado por Nomura (1993) no envelhecimento de colmos de *Phyllostachys heterocycla* até 5 anos de idade, obtendo valores de 6,7 vezes de aumento para o diâmetro dos feixes vasculares da bainha, 4,4 nos vasos de metaxilema e 1,9 no comprimento das fibras.

Para o *Dendrocalamus giganteus*, a maior largura da fibra foi obtida aos 5 anos. O diâmetro do lume aumentou linearmente até os 5 anos de idade. A menor média para a espessura da parede das fibras foi verificada aos 6 anos e a maior aos 2 anos, não estando relacionado linearmente com a variação da idade. Essas diferenças nos valores são reportadas na literatura (LIESE, 1998) como referentes às alterações no comprimento e espessura das fibras, que, sendo formadas dentro da bainha dos feixes vasculares, são influenciadas pela posição dentro do colmo. Outros estudos como o de Zhou (1981) correlacionando a variação da densidade específica com as propriedades mecânicas das fibras do bambu, concluiu que durante a maturação, período de 1 a 3 anos, o aumento da largura das fibras é devido ao espessamento das paredes.

Ao se analisar as dimensões das fibras - comprimento e largura - observou-se um declínio do segundo para o terceiro ano. Verificou-se que há uma variação na porcentagem das células curtas e longas que compõe o tecido parenquimático, também se notou uma grande variação no comprimento e na espessura das fibras, isso denota que nestas idades (dois e três anos) os colmos ainda estão em fase de desenvolvimento. Para o restante das idades (quatro, cinco e seis anos) pode-se verificar que há uma tendência à diminuição da porção do tecido parenquimático e aumento dos elementos dos feixes fibrovasculares. Liese (1998) explica que o envelhecimento natural do bambu é gradual e ocorre com o bloqueio de vasos condutores (tubos crivados) por tiloses (calos) e substâncias viscosas como gomas e os “açúcares”; e com o aumento da idade, algumas alterações acontecem nos tubos condutores. Esse processo de mudança nas estruturas das fibras e células parenquimáticas é apresentado pelo espessamento de suas paredes celulares pela

TABELA 2: Dimensões médias das fibras de acordo com a idade.

TABLE 2: Mean dimension of fibers in accordance with age.

Idade dos colmos (anos)	Comprimento (μm)	Diâmetro do lume (μm)	Largura (μm)	Espessura da parede (μm)
2	3389,41 a	6,68 a	27,59 a	10,46 a
3	3266,00 a	8,00 ab	22,65 a	7,33 b
4	3432,86 a	8,71 ab	24,32 a	7,80 b
5	3748,15 a	10,22 b	27,70 a	8,74 ab
6	3878,57 a	8,43 ab	22,64 a	7,11 b

Em que: médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade.

deposição adicional de lamelas sobre as camadas de paredes existentes com subsequente lignificação. O resultado é a perda funcional resultando no gradual secamento individual dos colmos dentro de uma moita.

Assim, para uma adequada utilização das fibras é indispensável o conhecimento das modificações estruturais, além das características dimensionais nos diversos anos, o que tem sido investigado por estudos relacionando o conhecimento das diversas propriedades do bambu com a qualidade exigida para o produto final (ABD. LATIF, 1993; ESPILOY, 1992). Portanto, ao utilizar o *Dendrocalamus giganteus* sugere-se analisar o seu comportamento associado às propriedades exigidas para cada produto a que se destina, selecionando a época adequada para a sua colheita.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados desse estudo pode-se concluir que as idades dos colmos do *Dendrocalamus giganteus* influenciam nas características morfológicas das fibras.

As informações sobre as alterações na estrutura do bambu em diversas idades são de fundamental importância, pois estão diretamente relacionadas com as suas propriedades tecnológicas (processamento e utilização), podendo ser uma orientação útil para as pessoas que trabalham com a manufatura de produtos com essa matéria-prima, além da difusão do conhecimento a respeito da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD. LATIF, M. Effects of age and height on the machining properties of Malaysian bamboo.

Journal of Tropical Forest Science, v. 5, n. 4, p. 528-535, 1993.

ALVIN, K. L.; MURPHY, R. J. Variation in fibre and parenchyma wall thickness in culms of the bamboo *Sinobambusa tootsik*. *IAWA Bulletin*. n. 9, p. 353-361, 1988.

ESPILOY, Z. Properties affecting bamboo utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL USE OF BAMBOO, 1992, Beijing, **Proceedings...** Beijing, International Tropical Timber Organization; Chinese Academy of Forestry, 1992. p. 139-142, 1992.

FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. S. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). *Bamboo Science & Culture. The Journal of the American Bamboo Society*. v. 18, n. 1, p. 7-8, 2004.

GROSSER D.; LIESE, W. On the anatomy of Asian bamboo's, with special reference to their vascular bundles. *Wood Science and Technology*, v. 5, n. 4, p. 290- 312, 1971.

GROSSER, D., LIESE, W. Verteilung der Leitbndel und Zellarten in Sproachsen verschedener Bambusarten, *Holz als Roh – Werkstoff* v. 32, n. 12, p. 473-482, 1974.

IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.

JUDZIEWICZ, E. J. et al. **American Bamboos**. Washington and London: Smithsonian Institution Press, 1999. p. 337-340.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Ed. Universidade Rural, 1997. 198 p.

LIESE, W. **The anatomy of bamboo culms**. Technical Report.1998. 207 p.

LIESE, W., GROSSER, D. Untersuchungen zur Variabilitat der Faserlange bei Bambus.

- Holzforschung**, v. 26, n. 6, p. 202-211, 1972.
- LIESE, W.; WEINER, G. Ageing of bamboo culms. **Wood Science and Technology**, n. 30, p. 77-89, 1996.
- LIESE, W.; WEINER, G. Modifications of bamboo culm structures due to ageing and wounding. In Chapman, G. ed. **The bamboos**. London: Linnaean Society, 1997. p. 313-322.
- LIN, W. C. **The bamboos Thailand**. Taiwan: Taiwan Forestry Research Institute, 1968. 52 p.
- LONDOÑO, X. Distribuição, morfologia, taxonomia, anatomia, silvicultura y usos de los bambues de lo Nuevo Mundo. In: CONGRESO COLOMBIANO DE BOTÁNICA, 3., 2004, Popayan, **Anales...** Popayan, 2004. 25 p.
- LWIN, K. M. et al. **An investigation on morphology, anatomy and chemical properties of some Myanmar bamboos**. Disponível: www.myanmar.gov.mm/AgJurnal/ProcFo01-10pdf. Acesso em 05 de novembro de 2009.
- MAJIMA, S.; FUJITA, M.; SAIKI, H. The cell wall maturation in moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel) and the occurrence of peroxidase related to lignification. **Bulletin of Kyoto University**, Kyoto University Press, n. 63, p. 236-244. 1991.
- 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).
- NASCIMENTO, A. M. **Estrutura do colmo e propriedades físicas do bambu gigante *Dendrocalamus giganteus* Munro**. Viçosa: UFV, 1990. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- NOGUEIRA, C. L. **Painel de bambu laminado colado estrutural**. Piracicaba: USP-ESALQ, 2008. 94 f. Dissertação (mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais) Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.
- NOMURA, T. Growth of moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla* (Carr.) Mitford) - structural and dimensional change of bamboo tissue along with ageing of seedling bamboo. **Bamboo Journal**, n. 11, p. 54-62, 1993.
- SALGADO, A. L. B. et al. **Instruções técnicas sobre o bambu**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1994. 44 p. (Boletim Técnico.)
- SEETHALAKSHMI K. K. et al. **Bamboos of Indias: a compendium**. Peechi: Bamboo Information Centre, India, Kerala Forest Research Institute, and International Network for Bamboo and Rattan, Beijing, 1998. p. 99-129.
- TEIXEIRA, A. A. **Painéis de bambu para habitação econômica: Avaliação do desempenho de painéis revestidos com argamassa**. Brasília: UNB, 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, 2006.
- TOMAZELLO FILHO, M; AZZINI, A. Estrutura anatômica, dimensões das fibras e densidade básica de colmos de *Bambusa vulgaris* Schrad. **IPEF**, n. 36, p. 43-50, 1987.
- WEN, T.; CHOU, W: A study on the anatomy of the vascular bundles of bamboo from China. In: INTERN. WORKSHOP HANGZHOU, 1985, P.R. China, **Proceedings...** China, 1987, p. 230-243.
- ZHOU, F. C. Studies on physical and mechanical properties of bamboo woods. **Journal of Nanjing**