

IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA  
CUIABÁ – JULHO DE 2004

**PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS PARA DETERMINAÇÃO DE  
PROPRIEDADES FÍSICAS DO BAMBU**

**Lia Viégas Garbino** ([lgarbino@travelnet.com.br](mailto:lgarbino@travelnet.com.br)), **Marco Antonio dos Reis Pereira** ([pereira@feb.unesp.br](mailto:pereira@feb.unesp.br))  
Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia – Campus de Bauru  
**Marcos Tadeu Tibúrcio Gonçalves** ([tadeu@feb.unesp.br](mailto:tadeu@feb.unesp.br))  
Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia – Campus de Bauru

**RESUMO:** O objetivo principal deste trabalho foi definir os procedimentos de ensaio e metodologia para a preparação de amostras, visando à determinação de algumas propriedades físicas do bambu. Pelo fato de ainda não haver normas brasileiras específicas voltadas para as investigações das propriedades físicas do bambu, empregou-se, com as devidas adaptações, a norma ABNT - NBR 7190:1997, Anexo B, a qual norteou tanto a confecção das amostras quanto a realização dos ensaios. Com o objetivo de obter-se as alterações das propriedades físicas que ocorrem durante a maturação dos colmos de bambu, foram abatidos para a realização dos ensaios, cinco colmos, exemplares dos anos de 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001, com 5,5; 4,5; 3,5; 2,5; 1,5 anos, respectivamente, tomando-se o ano da realização dos experimentos, 2002 como referência. O bambu da espécie gigante *Dendrocalamus giganteus*, foi fornecido pelo Laboratório da Madeira da FEB/UNESP – Bauru. O trabalho apresenta resultados dos ensaios normatizados.

**Palavras-chave:** bambu, propriedades físicas.

**EXPERIMENTAL PROCEDURES FOR BAMBOO PHYSICAL PROPERTIES  
EVALUATION**

**ABSTRACT:** The aim of this work was to establish the procedures tests and methodology to sample preparation, taking in view to determine some bamboo physical properties. There is not Brazilian's bamboo specific rules or standards concerning the investigations of the physical-mechanical properties, wood standard ABNT, NBR 7190:1997, Annex B, were used, with some adaptations. With the purpose to analyse bamboo physical properties alterations that occur during the bamboo culms seasoning, five bamboo culms were utilized, that were born in the years 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001, that correspond 5,5, 4,5, 3,5, 2,5, and 1,5 years old, having the year of the experimentation, 2002 like a reference. The Wood's Laboratory of FEB/UNESP – Bauru, provided the giant bamboo *Dendrocalamus giganteus*. The work shows some results obtained using normalized tests.

**Keywords:** bamboo, physical properties.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Continente Asiático, berço das mais antigas civilizações, é também o grande responsável pela difusão e avanço das pesquisas sobre o bambu, matéria prima abundante naquela região, onde a devastação das florestas há muito tempo vem exigindo alternativas que atendam a demanda atual de soluções sustentáveis, que considerem todo o ciclo de sobrevivência, que possam prover uma série de opções apropriadas para as comunidades envolvidas, pois a pobreza e a degradação ambiental nas áreas rurais são um dos maiores problemas que o desenvolvimento do mundo atravessa (BELCHER, 1999).

Produtos à base de bambu laminado tais como pisos, chapas, painéis, cabos de ferramentas, compensados, móveis, componentes da construção civil, entre outros, são possíveis de serem confeccionados através do processamento do colmo e, para tanto, o conhecimento de suas propriedades físico-mecânicas é de fundamental importância. As apropriações das propriedades físicas são informações que servirão de base para pesquisas futuras.

## **2. OBJETIVO**

Embora haja atualmente, um grande avanço nas pesquisas sobre o bambu, a elaboração de normas específicas e metodologias apropriadas para a caracterização das propriedades físico-mecânicas e o desenvolvimento de técnicas industriais de processamento das espécies de bambu, ainda é incipiente como contribuição científica e tecnológica no Brasil. O objetivo principal deste trabalho foi definir os procedimentos de ensaio e metodologia para a preparação de amostras, visando a determinação de algumas propriedades físicas do bambu.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Ensaio preliminares**

Foram realizados ensaios preliminares com o objetivo de adquirir conhecimento prévio quanto à aferição e manuseio dos equipamentos, definir os procedimentos do processamento, da confecção das amostras e dos ensaios de experimentação. Na realização dos ensaios preliminares, utilizou-se a quantidade de corpos-de-prova solicitada pela norma NBR 7190:1997: “para caracterização mínima da resistência de espécies pouco conhecidas: 12 corpos-de-prova” e os resultados obtidos foram analisados estatisticamente quanto à dispersão. O estudo estatístico apresentou a possibilidade de usar-se amostras com 4 elementos para o internó e amostras com 2 elementos para parte com nó, considerando-se uma margem de erro de 5% com 95% de confiança. A norma solicita que sejam realizadas 3 medidas para cada direção, porém as alterações dimensionais ocorridas nos ensaios preliminares sugeriram o aumento do número das medidas de 3 para 6, ocorrendo melhora nos níveis estatísticos de tolerância.

### **3.2. Definição das amostras**

As dimensões do corpo-de-prova seguem os padrões da Norma adotada, ou seja, 3 cm x 5 cm x 2 cm, medidas nas direções tangencial, axial e radial, respectivamente, sendo que radial e tangencialmente as medidas se adaptaram à espessura da parede do colmo e à largura da ripa.

Os colmos foram subdivididos em 3 partes sucessivas a partir da base: inferior “A”, intermediária “B” e superior “C”, as quais foram subdivididas novamente em 3 partes, perfazendo as 9 partes para a retirada de amostras. Cada uma das nove partes recebeu a seguinte denominação para as amostras.

**Parte Inferior: A1; A2 e A3**, sendo **A1-1 a A1- 4, A1-5, A1- 6**; de 1 a 4 amostras sem nó e de 5 a 6, amostras com nó.

**Parte intermediária: B1; B2 e B3**, sendo **B1-1 a B1- 4, B1- 5, B1- 6**; de 1 a 4 amostras sem nó e de 5 a 6, amostras com nó.

**Parte superior: C1; C2 e C3**, sendo **C1-1 a C1- 4, C1-5, C1 - 6**; de 1 a 4 amostras sem nó e de 5 a 6, amostras com nó.

A Figura 1 apresenta graficamente as divisões efetuadas no colmo e também os pontos onde ocorreram as medições nas três direções (tangencial, radial e axial).

### 3.3. Preparação das amostras

**3.3.1. Abate:** O abate de cada colmo foi realizado na posição acima do primeiro nó. A ferramenta utilizada foi uma serra manual do tipo serrote. Na seqüência, houve a remoção dos ramos com ferramenta manual de lâmina de corte, tipo facão. Os diafragmas não foram retirados para que proporcionassem maior rigidez ao colmo quando do corte longitudinal.

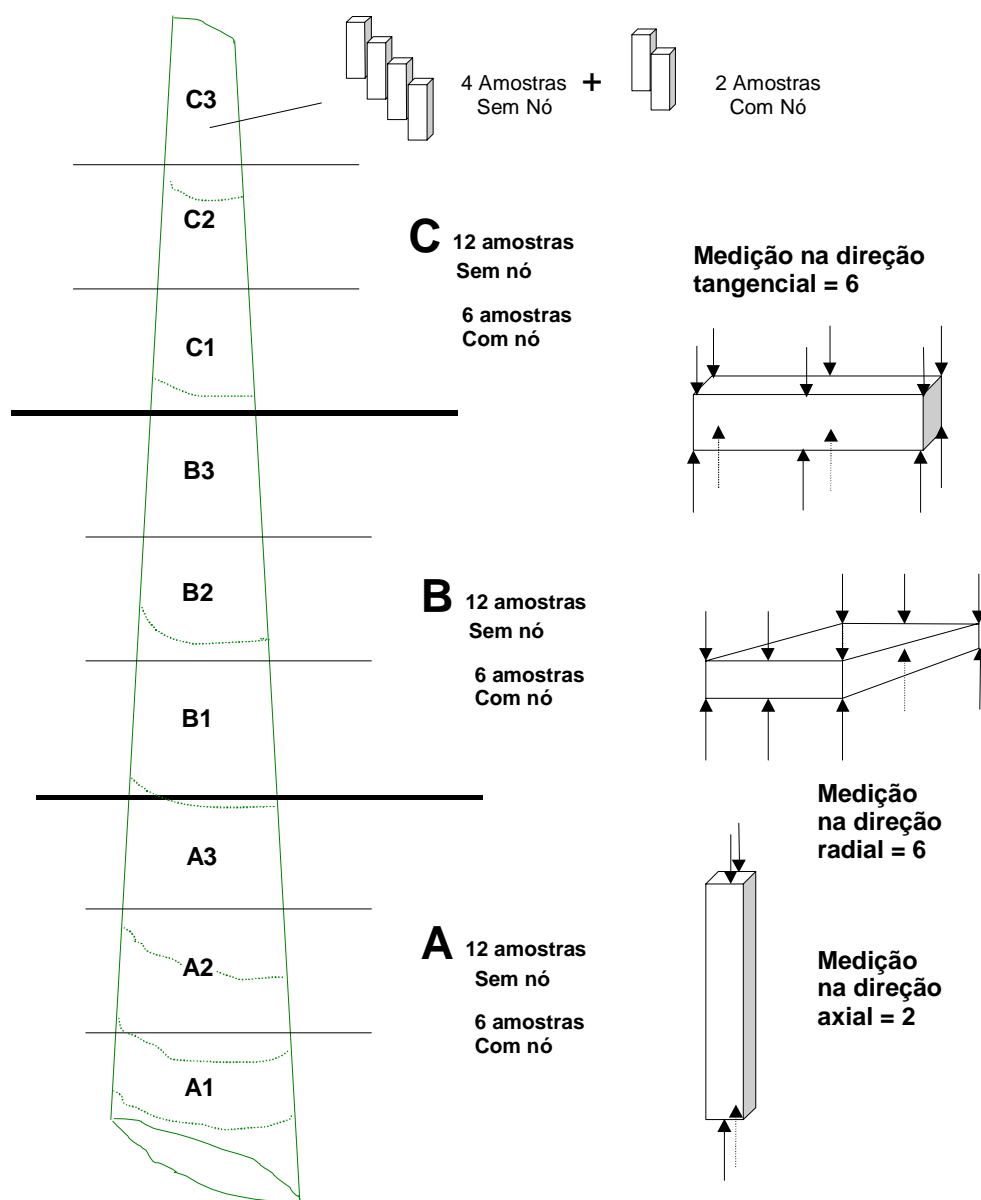
**3.3.2. Preparação das ripas:** Logo após o abate, as partes identificadas (inferior, intermediária e superior) foram seccionadas transversalmente em serra circular destopadeira, articulável, com potência de 3 HP. Em seguida, cada parte do colmo foi seccionada na direção longitudinal para a geração das ripas, utilizando-se para este corte, serra circular de mesa fixa, com potência de 3HP.

A mesa da serra circular foi adaptada com dispositivos especiais de apoio (berço de madeira em “V”) para facilitar a alimentação e para melhor segurança do operador. Não tendo sido retirados os diafragmas, esses mantiveram as ripas unidas durante a sua retirada. A separação se deu por impacto contra o solo na região do topo.

**3.3.3. Aplainamento:** Posteriormente ao serramento longitudinal dos colmos para produção de ripas, estas foram processadas em plaina desempenadeira para regularização de duas superfícies. A primeira superfície plana foi gerada na camada interna das ripas (região sem casca) após seguidos passes na plaina desempenadeira. Na mesma máquina, a partir da superfície plana gerada, as ripas foram submetidas ao aplainamento de uma das faces de espessura (plano radial), definindo-se a segunda superfície plana, perpendicular à primeira.

**3.3.4. Serramento das amostras:** Uma vez aplainadas, estas foram submetidas a dois serramentos na direção longitudinal; o primeiro, 2 cm na dimensão de largura das ripas (plano radial) e outro na dimensão de espessura das ripas (face com casca). Portanto, as dimensões das amostras de bambu na direção tangencial e radial foram relacionadas à largura da ripa e à espessura da parede do colmo, respectivamente.

Na seqüência, as ripas com as 4 faces regulares foram seccionadas transversalmente em serra circular esquadrejadeira para geração de amostras com 5 cm de comprimento.



**Figura 1** – Divisão do colmo para coleta de amostras e pontos de medição.

### 3.4. Procedimentos de ensaio

Os procedimentos de ensaio seguiram aqueles estabelecidos na norma ABNT – NBR - 7190:1997.

#### 3.4.1. Medição da massa na condição verde (saturada)

Logo após a preparação das amostras, foram feitas medições da massa na condição verde (saturada), pesando-se as amostras em balança de precisão de 0,01g da marca Marte, modelo AS 500.

Os valores obtidos foram utilizados no cálculo da porcentagem de umidade na base seca -  $U_{bseca}$  (%).

### **3.4.2. Medição das amostras na condição verde**

Para as medidas dos lados da seção transversal (radial e tangencial) e do comprimento (axial), utilizou-se paquímetro digital com escala de 0 – 150 mm, marca “STARRET” e resolução de 0,01 mm. Foram registradas conforme exemplificado na Figura 1.

- Número de medidas na direção radial = 6 (6 medidas com repetição daquela aferida no meio da amostra para efeito de cálculo)
- Número de medidas na direção tangencial = 6
- Número de medidas na direção axial = 2

Estes valores medidos foram utilizados para gerar o volume na condição verde, utilizado no cálculo da densidade na base seca -  $\rho_{bseca}$  (g/cm<sup>3</sup>) das amostras estudadas e também os coeficientes de retração, conforme equações descritas na norma.

### **3.4.3. Medição da massa seca - $m_s$**

Estabelecidas as medidas do colmo saturado, os corpos-de-prova foram secos em estufa, com temperatura máxima de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , medidos de 6 em 6 horas, e a massa foi considerada seca quando observada uma variação entre duas medidas consecutivas menor ou igual a 0,5%. A massa seca foi aferida para o cálculo da densidade básica.

O tempo aferido para secagem das amostras de bambu, aumentando-se a temperatura gradualmente nas primeiras 6 horas até  $60^{\circ}\text{C}$  e depois mantendo-se  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , foi de 30 a 36 horas, quando as amostras atingiram o percentual menor ou igual a 0,5%. Para pequenos corpos-de-prova esta situação é atingida em aproximadamente 48 horas (LAMEM, 1988).

### **3.4.4. Medição das amostras no estado seco**

Com as amostras secas, repetiu-se para cada uma delas o procedimento adotado para a determinação das dimensões na condição verde. Esses valores determinam a retração proveniente da secagem. Essas dimensões foram, também, utilizadas para o cálculo posterior do inchamento.

### **3.4.5. Medição do volume em ambiente saturado**

Conforme a norma adotada, o corpo-de-prova deve conter umidade acima do ponto de saturação das fibras e, para isso, as amostras foram colocadas em ambiente saturado com temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , até que se observasse uma diferença de 0,02 mm entre duas medidas sucessivas, a qual aponta a estabilização da variação dimensional.

Da mesma forma, as amostras foram medidas em suas direções preferenciais obtendo-se suas dimensões na condição verde. Esses valores determinam as variações dimensionais possíveis provenientes do inchamento.

## 4. RESULTADOS

**4.1. Densidade:** Para as amostras sem nó, a faixa de variação da densidade apresentou-se entre  $0,53 \text{ g/cm}^3$  a  $0,59 \text{ g/cm}^3$  em relação às idades estudadas, implicando o período de amadurecimento das moitas no acréscimo gradual da densidade básica. O mesmo ocorreu para as amostras com nó, com valores maiores, situados entre e  $0,61 \text{ g/cm}^3$  a  $0,72 \text{ g/cm}^3$ . Ambos intervalos estão compreendidos entre a variação de  $0,50 \text{ g/cm}^3$  a  $0,80 - 0,90 \text{ g/cm}^3$  descrita por LIESE (1998).

**4.2. Teor de umidade:** Em concordância com as investigações do CNBRC (2001), os resultados confirmaram um decréscimo gradual do teor de umidade quanto maior a altura da localização das amostras no colmo. Quanto à idade do colmo, o teor de umidade das amostras apresentou pequena variação, entre 87% a 98% para amostras sem nó, 66% a 75% para amostras com nó e foi sempre menor para as amostras com nó para todos os anos investigados.

**4.3. Estabilidade dimensional – Retração e Inchamento:** Os resultados mostram que houve tendência de ocorrer maior retração quanto menor a altura da localização das amostras no colmo confirmando os resultados obtidos por SATTAR et al. (1991), que concluíram que as maiores retrações ocorrem na parte basal, coincidentes com o maior teor de umidade do colmo.

Em relação à idade, a retração ocorreu em menor intensidade nos colmos mais velhos, tanto para amostras sem nó, quanto para as com nó. Verificou-se que, para amostras sem nó, a retração tangencial considerada maior pela literatura não apresentou diferenças significativas se comparada à retração radial. Para as amostras com nó, as retrações em todas as direções foram menores se comparadas com as sem nó, e a retração tangencial foi maior para todos os anos investigados.

Para as amostras sem nó, os valores de retração ficaram compreendidos entre 7,11% a 11,44% na direção radial e 6,11% a 11,78% na direção tangencial. Para as amostras com nó, entre 1,56% a 5,67% na direção radial e entre 4,67% a 8,78% na direção tangencial. Esses valores são próximos dos apresentados por BERALDO et al. (1989). A retração axial se apresentou inexpressiva ou nula para todas as situações.

Para as amostras sem nó, os valores de inchamento ficaram compreendidos entre 3,89% a 8,67% na direção radial e entre 4,56% a 8,33% na direção tangencial. Para as amostras com nó, entre 2,67% a 4,33% na direção radial e entre 4,78% a 7,22% na direção tangencial.

## 5. CONCLUSÃO

A metodologia utilizada para determinação das propriedades físicas apresentadas, gerou valores coerentes àqueles constantes na literatura. Portanto, pode-se concluir que a adaptação da norma ABNT - NBR 7190:1997, Anexo B, para utilização nos ensaios de propriedades físicas do bambu, foi adequada, ou como ponto inicial, favorecerá a normatização de ensaios de caracterização de propriedades físicas do material bambu.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190 – **Projeto de estruturas de madeira**, Rio de Janeiro, p. 47–50, 1997.

BELCHER, M. B. **The Bamboo and Rattan Sectors in Asia: An Analysis of Production–to-Consumption Systems**. Nova Delhi: Multiplexus, 1999.

BERALDO, L.; AZZINI, A.; ZULLO, J. Características físicas, químicas e anatômicas de três espécies de bambu gigantes. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. 6., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: IBRAMEM, 1998. v. 4, p. 297-306.

CNBRC - CHINA NATIONAL BAMBOO RESEARCH CENTER - **Cultivation & Integrated Utilization on Bamboo**. Hangzhou: CNBRC, 2001.

GARBINO, L.V. **Determinação de propriedades físicas do bambu *Dendrocalamus giganteus***, 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - UNESP - Faculdade de Engenharia, Bauru, ago. 2003.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da Madeira**. Bauru: Document Center Xerox – USC, 2000.

LaMEM – Laboratório de madeiras e de estruturas de madeira. **Madeira – determinação de suas características**. São Carlos: LaMEM, 1998.

SATTAR, M. A.; KABIR, M.F.; BHATTACHARJEE. Effect of age height position of Muli mechanical properties. In: INTERNATIONAL BAMBOO WORKSHOP ON BAMBOO IN ASIA AND THE PACIFIC, 4., 1991, Chiangmai. **Proceedings...** Chiangmai: [s.n.], 1994. p. 183-187.

SASTRY, C. B. **Timber for the 21<sup>st</sup> Century**. [S.L.], INBAR, 1999. Disponível em: <<http://www.inbar.org.cn/Timber.asp>> Acesso em: 30 nov. 1999.

ZHOU, F.C. **Selected works of bamboo research by Zhou Fang-Chun – Chapter XIII – Physical Properties of Bamboo-wood**. Nanjing: The Bamboo Research Editorial Committee; Nanjing Forestry University, 2000. p. 108-118.