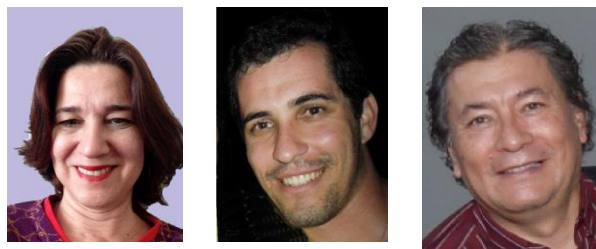


## DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA PAREDE DO COLMO DO BAMBU

## DETERMINATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF BAMBOO THATCH WALL

M. A. Smits <sup>1</sup>, V. D. Pizzol <sup>1</sup>, E. V. M. Carrasco <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil



### RESUMO

*A qualidade das fibras do bambu tem sido reconhecida, tornando-o um material promissor. É essencial o conhecimento das suas propriedades e características para garantir seu uso como estrutura. O presente estudo estará contribuindo, através da pesquisa, para determinar a umidade, densidade básica e aparente, a retratibilidade e o fator anisótropo, do bambu na espessura da sua parede. O objetivo deste trabalho é a confirmação, em dados numéricos, dos valores da concentração das fibras da parede externa para a parede interna do bambu. Os ensaios experimentais e a metodologia aplicada para coletar os dados das propriedades físicas seguiram rigorosamente a International Standard ISO 22157-1. Os valores obtidos com o levantamento, foram 1/3 maiores na densidade externa do que na densidade interna da parede do bambu.*

### ABSTRACT

*The quality of bamboo fibers has been recognized, which turns it into a promising material. The knowledge about its properties and characteristics is essential to ensure its use as a structure. This article will contribute, through research, to determinate the moisture, the bulk and basic density, the retractability and the anisotropic factor of the bamboo in the thickness of its walls. The objective of this research is the confirmation, in numerical data, of the fibers concentration values from the external bamboo wall to the internal bamboo wall. The experimental testing and the applied methodology to collect the physical properties data follow the International Standard ISO 22157-1. The obtained data through this research was 1/3 higher for external bamboo wall density than internal bamboo wall density.*

### 1. INTRODUÇÃO

O bambu é uma Gramínea pertencente à família Poaceae, e subfamília *Bambusoideae* (Azzini et al., 1997). Ele contém mais de 1250 espécies e 75 gêneros (Liese et al., 1975). Segundo Londoño (1999), o Brasil conta com a maior diversidade e o mais alto índice de

florestas *endêmicas* de bambu em toda a América Latina: são 137 espécies, representando 32% das espécies da América Latina, e 17 gêneros ou 85%, sendo que os estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia e Paraná, possuem a maior diversidade de florestas de bambu.

Informações sobre as propriedades físicas e mecânicas do bambu são necessárias para avaliar o seu emprego apropriado e sua adequação para diversos produtos finais, Sattar et al., 1990.

O bambu é um material orgânico, anisotrópico com grande complexidade anatômica, devido às várias condições de cultivo tais como umidade e solo (Latif et al., 1993). Muitos fatores, tais como a altura do colmo, topografia e clima, afetam as propriedades do bambu (Soeprajitno et al.;1988).

Como outras plantas, o bambu possui um alto teor de umidade. Seu corte, quando ainda fresco, pode ter até 100% de umidade em sua base, 150 % de umidade nas camadas mais internas e 70% nas camadas periféricas. O teor de umidade de bambu varia verticalmente a partir da base para o topo e horizontalmente a partir da camada externa para a camada interna (Janssen J.A.A.,1981; Trevor D.D.,1999).

O conteúdo de umidade do bambu e as propriedades físicas são fatores decisivos para a sua utilização como elemento estrutural. O bambu húmido é mais propenso ao ataque de inseto do que outras plantas por causa de seu alto teor de nutrientes.

Como referência de estudo, a madeira é utilizada como um material análogo ao bambu. Devido à característica anisotrópica, as mudanças dimensionais observadas na madeira são diferentes ao longo das três direções estruturais, assim também acontece com o bambu. Em geral, a contração na direção tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção radial para a madeira; o fator de anisotropia, geralmente varia de 1,5 a 2,5. No bambu o fator anisotrópico teve valores praticamente iguais em toda a espessura da parede.

Englerth (1966) menciona que a qualidade da madeira sólida é quase sinônimo de sua densidade, e diversos autores recentemente utilizam desta propriedade física para explicar o comportamento físico mecânico e qualificar as madeiras utilizadas (Junior, 2008; Parolin e Worbes, 2000; Peltola et al. 2009; Wang et al., 2000; Repola, 2006).

O bambu é considerado um material composto, porque consiste em fibras de celulose

embebidas numa matriz de lignina. As fibras de celulose são alinhadas ao longo do comprimento do bambu proporcionando resistência a tração e rigidez (Lakkad S.C., 1981).

Ele é dividido em diafragmas transversais sólidos ou nós. Os nós o dividem em segmentos, e cada segmento, atua como uma coluna reforçada. A distribuição da fibra é mais uniforme na base do que no meio ou no topo. A densidade das fibras na secção transversal varia com a espessura, bem como a altura do bambu.

Em média, os caules são compostos de 30% de parênquima, 60% de fibras e 10% de veias e condutoras de seiva (Jin T. et al.; 2005). Estas percentagens mudam de espécie para espécie e influenciam diretamente nas características das propriedades físicas e mecânicas na espessura da parede do bambu.

A densidade da camada externa é maior do que a da camada interna do bambu em todo o seu comprimento. A sua densidade varia entre 0,4 e 0,8 g/cm<sup>2</sup> dependendo principalmente da sua estrutura anatômica e da sua espécie (Trevor D. D.; 1999; Rodrigues C., 2003).

As propriedades, tais como o peso, flexibilidade e resistência, devido às suas paredes finas com nós distribuídos, conferem ao bambu uma boa resistência à tração de até 350 N/mm<sup>2</sup>, transformando-o num material promissor para a engenharia (Lakkad S.C., 1981; Ghavami K.,1995; Wachauere M.R., 2010).

Para usos que envolvem estabilidade dimensional da madeira, a mais recomendada é aquela que apresentar a menor taxa de retratibilidade e tornou-se um índice muito importante nos estudos de contração; quanto maior essa relação, maior será a tendência ao fendilhamento e empenamento da madeira.

Outra característica fundamental para qualificar a madeira para determinada utilização é seu fator anisotrópico (relação entre contração tangencial e radial). Washusen et al. (2001), Silva e Oliveira(202), Pilura et al.(2005), Wang et al.(2008), Gonçalves et al(2009), Vidaurre et al. (2012), utilizam a densidade e o coeficiente de anisotropia para qualificar as madeiras quanto a estabilidade dimensional.

O fator anisotrópico ou coeficiente de anisotropia, é o desbalanciamento entre as contrações definido pela relação entre a retratibilidade na direção tangencial e radial ( $FA=R.T. / R.R.$ ). Quanto maior a relação entre as direções tangencial e radial, maior será a magnitude do problema. É esta relação que explica frequentemente as deformações com as variações da umidade.

Este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades físicas do bambu em função da espessura da parede. Foram estudadas a humidade, a variação da densidade, da retração radial, tangencial, axial, a volumetria e o valor anisotrópico na espessura da parede do bambu.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

Foi utilizada a parte do meio do colmo do bambu de cinco anos de idade, da espécie *Phillostachys pubens*, colhidas e tratadas na cidade de São Paulo, Brasil.

Foram utilizados 6 colmos diferentes de bambu, e deles foram retirados dois conjuntos de 4 amostras da parede de cada bambu. Na Fig. 1 o corte das amostras (CPs) com as medidas de 0,3x0,5x3,0 cm.

Para o preparo das amostras do ensaio de densidade e umidade, primeiramente foi retirada a casca externa do colmo e o restante da espessura do bambu, foi dividido em quatro secções, da parte externa para a parte interna, Fig. 1.

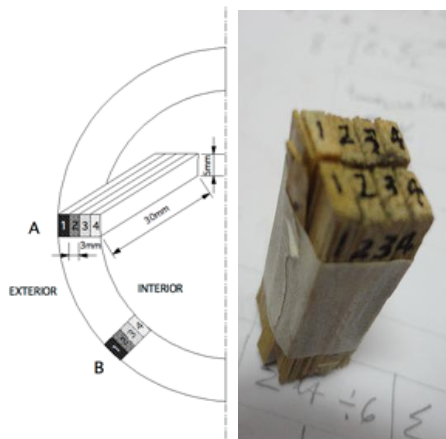


Fig. 1 – Esquema do corte das amostras

### 2.2. Metodologia

Os ensaios experimentais e a metodologia aplicada para coletar os dados das propriedades físicas seguiram rigorosamente a International Standard ISO 22157-1. Na figura 2 é mostrado os sentidos em que o CP foi pesado e medido, radial, tangencial e axial, antes e depois de terem sido acondicionados numa estufa.

As amostras ficaram na estufa a temperatura de 103<sup>o</sup> durante 24h, Fig. 3.

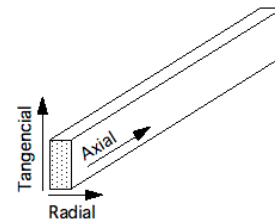


Fig. 2a – Esquema da medição das amostras



Fig. 2b e 2c – Balança para pesagem e medição das amostras com paquímetro



Fig. 3a e 3b – Estufa onde as amostras foram acondicionadas

No intervalo entre a retirada dos corpos de prova da estufa até sua nova medição e pesagem, estes ficaram em um dissecador, mostrado na fig. 4, para que não absorvessem a umidade do ambiente, depois de chegarem a sua última massa ou massa seca, com 0,5% de umidade.



Fig. 4a e 4b – Dissecador e nova medição das amostras

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se com este trabalho a confirmação em dados numéricos dos valores da concentração das fibras, da parte externa parte interna, da parede do bambu. Foram obtidos com o levantamento valores 1/3 maiores na densidade externa do que na densidade interna do bambu.

Na Fig. 5 é mostrada a densidade aparente em função da espessura da parede do bambu. Nota-se um aumento considerável de dentro para fora da parede (30%). Já a variação da retratibilidade foi maior no sentido tangencial e radial, independentemente da posição da amostra, Fig. 6. Analisando a Fig. 7, o fator anisotrópico tem valores praticamente iguais em toda a espessura da parede.

### 4. CONCLUSÕES

A densidade aparente varia consideravelmente na espessura da parede no sentido de dentro para fora chegando a uma diferença de 30%. A retração e o fator anisotrópico permanecem constantes. Sendo 9,75%, 3,18% e 0,07% a retração tangencial, radial e axial, respectivamente. O fator anisotrópico foi de 1,83 indicando que pode ser utilizado sem problemas em móveis e em material para acabamento.

### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à FAPEMIG pelo apoio financeiro desta investigação.

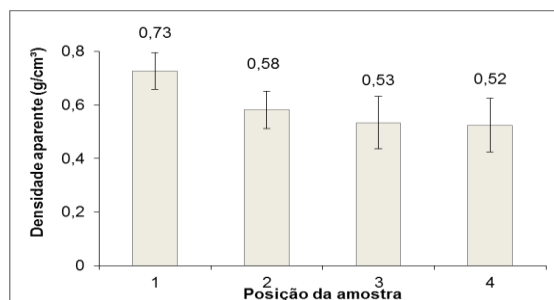


Fig. 5 – Densidade aparente x espessura parede.

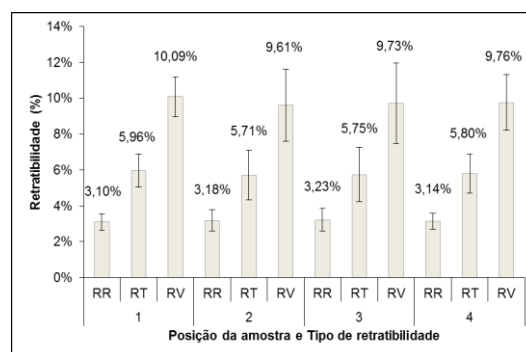


Fig. 6 – Retratibilidade x espessura parede.

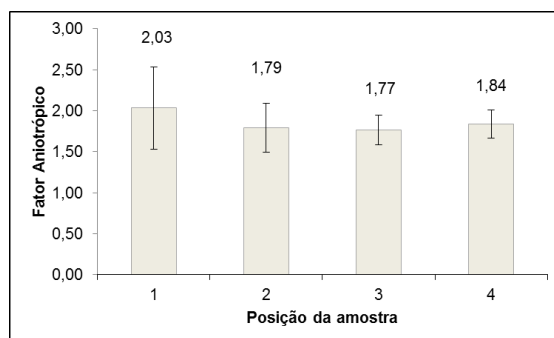


Fig. 7 – Fator anisotrópico x espessura parede.

### 6. REFERÊNCIAS

- ALAM, M.K. 1994. Notes on taxonomy, distribution and conservation of bamboo for Bangladesh. Pp.32–36 in Proceedings of the Fourth International Bamboo Workshop. 27–30 November 1991, Chiangmai.
- ASTM. 1983. Standard D 2395-83. Standard test methods for specific gravity of wood and wood-based materials. Annual Book of ASTM Standards 4: 501–511.
- GHAVAMI, K. Bambu como reforço em elementos de Concreto estrutural, cimento e compósitos de concreto, 27 (2005 ) 637-49..
- GHAVAMI,K.; PACIORNK, S.; RODRIGUES Cand. Bambu: composto com gradação funcional material, Asian Journal de

- Engenharia Civil (Construção e Habitação), 4 (2003) 1-10.
- GNANAHARAN, R.; JANSSEN J.J.A. ; & ARCE O.1995. Bending Strength of Guadua Bamboo Comparison of Different Testing Procedures. INBAR WorkingPaper No. 3. FAO, Rome.
- JANSSEN, J.J.A. Bambu em estruturas de edifícios, Tese de Doutorado, Universidade de Eindoven Tecnologia, Holanda, 1981.
- LAKKAD,S.C. Propriedades Patel J. M. materiais de bambu, um composto natural Fibra Ciência e Tecnologia, 14 (1981) 319-22.
- LATIF, M. A.; LIESE, W. 2001. Anatomical features of *Bambusa vulgaris* and *Gigantochloa cortechinii* from four harvesting sites in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Products* 7: 10–28.
- LI, Y. & LI, Y.; 1983. Physico-mechanical properties of culm wood of *Phyllostachys pubescens* produced in Guizhou. *Bamboo Research* 1: 62–74.
- LIESE, W.; 1987. Anatomy and properties of bamboo. Pp.196–208 in *Proceedings of the International Bamboo Workshop on recent research on Bamboo*. 6–14 October 1987, Hangzhou.
- SOEPRAJITNO, T.;TOBING, T.L. & WIDJAJA, E. A. 1988. Why the Sundanese of West Java prefers lope-inhabiting *Gigantochloa pseudo arundinacea* to those growing in the valley. Pp. 215–217 in Rao, R.,
- TREVO, D.D. Materiais compósitos de bambu para habitação de baixo custo, Tese de Doutorado, rainha University, Canadá, 1999.
- XIAOBO Li Propriedades mecânicas do bambu e sua utilização física e química.