

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

COMPORTAMENTO AO IMPACTO DE LAMINADOS DE BAMBU

Flávio de Andrade Silva (flavioas@rdc.puc-rio.br), **Khosrow Ghavami** (ghavami@civ.puc-rio.br)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Departamento de Engenharia Civil.

José Roberto Moraes d'Almeida (dalmeida@dcmm.puc-rio.br)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia.

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo estudar a capacidade de absorção de energia em laminados de bambu através de dois diferentes ensaios: impacto Charpy e flexão estática em três pontos. Foi estudado o bambu Moso (*Phyllostachys heterocycla pubescens*) com cinco anos de idade. Para a prevenção de ataques biológicos o bambu foi previamente tratado com água fervida. Técnicas para a extração de laminados a partir de um bambu em seu formato natural foram estudadas, estabelecendo-se suas vantagens e desvantagens. Para o ensaio de impacto foram utilizados corpos-de-prova (BLI) os quais apresentavam dimensões nominais de 120 mm x 15 mm x 6 mm perfazendo um total de 18 corpos-de-prova. Para o ensaio de flexão estática foram realizados ensaios com uma lamina simples de bambu (BLF) e bambu laminado colado (BLCF) com 3 camadas de laminas dispostas ortogonalmente. O BLF apresentava dimensão nominal de 120 mm x 30 mm x 6 mm e o BLCF 120 mm x 38 mm x 17 mm. Foram ensaiados 9 corpos-de-prova de cada tipo. Os resultados dos testes de impacto Charpy comprovaram a boa tenacidade do bambu laminado quando submetido à cargas dinâmicas (42,54 kJ/m²) e a cargas estáticas (19,77 kJ/m² para o laminado e 17,63 kJ/m² para o laminado colado). Observações no microscópio eletrônico de varredura foram realizadas para se analisar os mecanismos de falha dos laminados.

Palavras-chave: bambu, Charpy, impacto, laminados.

BEHAVIOR OF BAMBOO LAMINATES SUBJECTED TO IMPACT LOAD

ABSTRACT: This paper presents a study on the energy absorption capacity of bamboo laminates subjected to Charpy impact and three point flexural tests. In this work a 5 years old Moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla pubescens*), treated in boiled water in order to prevent biological agents, was studied. Techniques were developed to extract bamboo laminates from its natural form, and their advantages and disadvantages were established. For the Charpy impact test, a total of 18 specimens (BLI) with nominal dimensions of 120 mm x 15 mm x 6 mm were tested. Laminated (BLF) and 3 layer cross ply laminated bamboo (BLCF) were tested in bending. A total of 9 specimens were tested per bamboo configuration. The BLF specimens had nominal dimensions of 120 mm x 30 mm x 6 mm and the BLCF were 120 mm x 30 mm x 17 mm. The results demonstrated the high toughness of bamboo laminates when subject to dynamic (42.54 kJ/m²) and to static load (19.77 kJ/m² for the laminate and 17.63 kJ/m² for the cross ply laminate). Analysis on the Scanning Electron Microscope (SEM) were performed in order to establish the laminate's failure mechanisms.

Keywords: bamboo, Charpy; impact, laminates.

1. INTRODUÇÃO

A conscientização global com o alto consumo de energia e o conseqüente aumento da poluição vem levando o meio acadêmico a pesquisar materiais de origem natural que possam substituir produtos industrializados utilizados na construção civil. Devido a sua grande resistência à tração, facilidade no plantio e rapidez de crescimento o bambu vem sendo estudado como um dos materiais alternativos na construção civil (GHAVAMI, 1988; GHAVAMI 1995; GHAVAMI, 2001a; GHAVAMI, 2001b; GHAVAMI et al. 2002; GHAVAMI et al., 2003; MOREIRA, 2001; MOREIRA, 2002). Na PUC-Rio desde 1979 estudos sobre este e outros materiais não convencionais vêm sendo desenvolvidos, motivados pela escassez de habitações populares no Brasil e em outros países em desenvolvimento. De fato, o baixo custo e a baixa energia de produção do bambu o caracterizam como um material ecologicamente amigável sendo ideal para habitações de baixo custo.

O bambu pertence à família das gramíneas (Poaceae), subfamília bambusoideae (HIDALGO LOPEZ, 2003). Este vegetal pode ser considerado como um material compósito natural no qual a lignina atua como matriz e as fibras de celulose como reforço. A lignina é um armazenador de energia sendo responsável pela transferência de tensões entre as fibras (JAIN et al., 1992). As fibras de celulose promovem grande resistência à tração, à flexão e rigidez na direção longitudinal do bambu. A fração volumétrica destas fibras varia ao longo da seção transversal do bambu, sendo que na parte mais externa a fração volumétrica é maior em relação à parte mais interna (GHAVAMI, 2003). Quando a seção transversal do bambu é cortada vários pontos de cor escura podem ser observados. Estes pontos são feixes de fibras circundados por canais vasculares. A estrutura anatômica da seção transversal é determinada pelo formato, tamanho, disposição e número de canais vasculares como pode ser visto na Figura 1. Estes são compostos por tecidos ditos mecânicos, os quais são formados por fibras e por vasos condutores sendo estes formados por dois vasos, o metaxilema e o floema, e pela protoxilema que são as artérias principais. Os vasos vasculares são cercados por células parenquimáticas. A espessura da parede do colmo decresce da base até o seu topo devido a redução de sua parte interna contendo mais vasos parenquimáticos e menos vasos vasculares. A parte superior do colmo que contém mais vasos vasculares e menos parenquimáticos, possui maior densidade. Assim, as resistências à tração e à flexão aumentam com o aumento da altura do bambu (HIDALGO LOPEZ, 2003).

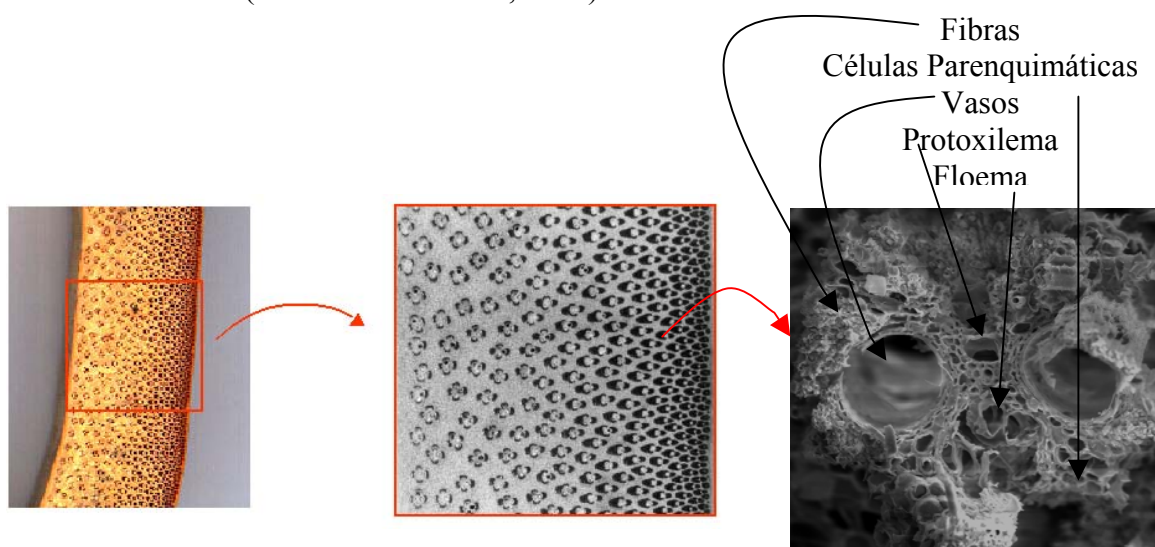


Figura 1 – Disposição das fibras no bambu e detalhes de sua microestrutura.