

AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE COLMOS DE BAMBU POR MEIO DE END POR ULTRA-SOM

Antonio L. Beraldo¹, Gisleiva C. S. Ferreira² e Flávia F. Vieira³

Copyright 2006, ABENDE

Trabalho apresentado no I Seminário sobre a aplicação de Ensaios Não-Destrutivos na Madeira e em Materiais a Base de Madeira, Itatiba, São Paulo.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do (s) autor(es).

RESUMO

Embora o bambu seja uma importante fonte de matéria-prima para os países em vias de desenvolvimento, sua baixa durabilidade natural faz com que esse material encontre muitas restrições quanto ao seu emprego na construção. O tratamento preservativo do bambu é recomendado para minimizar o ataque de organismos xilófagos. Porém, a avaliação de sua eficiência não é tão simples de ser efetuada, necessitando-se de longos períodos de tempo de exposição dos colmos às intempéries e da inspeção visual ou do uso de ensaios destrutivos para avaliar as possíveis perdas decorrentes dos ataques. A aplicação do ultra-som, embora teoricamente pudesse detectar anomalias em colmos atacados, não proporcionou os resultados esperados devido ao pequeno intervalo de exposição ou à inadequação dos sensores utilizados e na direção longitudinal (paralela às fibras). No entanto, a análise da velocidade de propagação do pulso ultra-sônico (VPU) nas direções radial e tangencial evidenciou um elevado coeficiente de variação nos resultados, o que poderia indicar a presença de degradação dos colmos de bambu.

PALAVRAS-CHAVES: bambu, END, Boucherie

1. INTRODUÇÃO

O bambu é uma importante fonte de matéria-prima para países em vias de desenvolvimento. No entanto, a maior parte das espécies de bambu é altamente susceptível ao ataque de fungos e insetos. Os colmos de bambu, por serem ricos em substâncias de reserva, são rapidamente atacados por microorganismos e pelo caruncho (*Dinoderus minutus*). Ao contrário do caruncho, que ataca o bambu durante sua secagem, os microorganismos atacam os colmos principalmente quando estes ficam em contato com o solo.

Basicamente, pode-se aumentar a durabilidade dos colmos de bambu de duas maneiras, representadas por procedimentos culturais (corte do colmo após atingir a idade ideal) e

¹ Doutor. Professor Associado. Faculdade de Eng. Agrícola – Unicamp. beraldo@agr.unicamp.br

² Doutoranda. Pesquisadora. LME - Faculdade de Eng. Agrícola - Unicamp. gisleiva@agr.unicamp.br

³ Graduanda em Eng. Civil. Técnica de Laboratório. LME – Faculdade de Eng. Agrícola - Unicamp. flavia@agr.unicamp.br

pelo uso de tratamentos preservativos. Dentre os tratamentos preservativos mais adequados para serem aplicados aos colmos de bambu destaca-se o Método de Boucherie Modificado. A eficiência de um determinado tratamento preservativo pode ser avaliada por meio da aplicação de ensaios de campo, ou por meio de ensaios acelerados. Galvão (1971) utilizou um ensaio de campo para avaliar a eficiência de produtos químicos empregados no tratamento de moirões e estacas de madeira. Os moirões de madeira eram engastados no solo, e recebiam um empurrão lateral para verificar o seu grau de comprometimento, acarretando esta prática um elevado grau de incerteza, necessitando, principalmente, de mão-de-obra treinada. Beraldo et al. (2002) utilizaram o ensaio não destrutivo (END) por meio da velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas (VPU) para avaliar a eficiência do tratamento de taliscas de bambu por imersão em solução química. Os autores concluíram que o método do ultra-som *não foi sensível* para detectar modificações na VPU, após um período de três meses de exposição dos colmos, quando o ensaio foi aplicado na direção longitudinal, ou seja, paralelo às fibras do bambu. No entanto, Machek et al. (2001, 2004) relataram a adequação do END na avaliação da degradação da madeira.

Por suas propriedades e devido à sua geometria particular, os colmos de bambu apresentam grande potencial de aplicação na forma estrutural e, nesse caso, torna-se necessário efetuar-se o tratamento preservativo de colmos inteiros, o que requer a aplicação de métodos de imersão ou nos quais se aplique a pressão. Dentre os métodos sob pressão mais recomendados para o tratamento do bambu destaca-se o uso da autoclave (para colmos secos) e o Método de Boucherie Modificado (para colmos recém cortados).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram cortados colmos maduros (4 anos) de bambu (*D. giganteus* Munro) com 4 m de comprimento. Os colmos foram, a seguir, colocados em um dispositivo projetado especificamente para esse fim (figura 1) dispendo de conectores metálicos e de luvas de borracha, visando eliminar as perdas da solução nessa região de engaste.

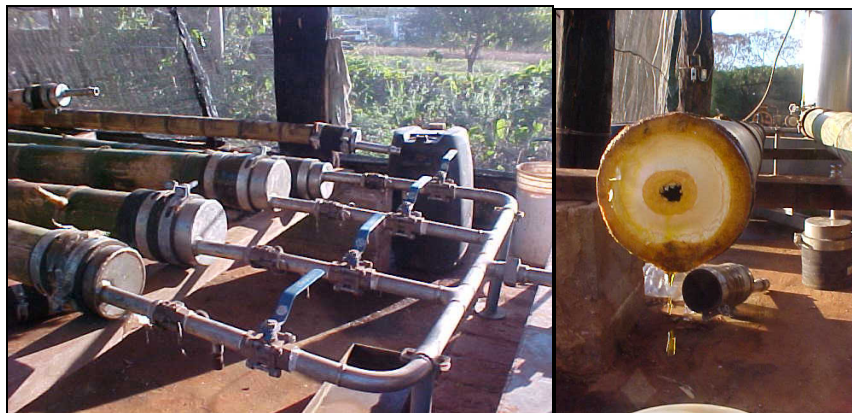


Figura 1 – Dispositivo utilizado para efetuar o tratamento químico dos colmos de bambu.

No tratamento dos colmos utilizou-se uma mistura de sais (dicromato de sódio e sulfato de cobre) e de ácido bórico, cada um deles com a concentração de 1% em água (BERALDO et al., 2002).

Para avaliar a eficiência do método de tratamento dos colmos foram realizados testes de campo e ensaios de caracterização física e mecânica. A princípio, sabe-se que os colmos naturais de *D. giganteus* apresentam baixa resistência ao ataque do caruncho, não suportando, em geral, períodos superiores a quatro meses de exposição. No entanto, para colmos similares, porém tratados quimicamente, não existe informação suficiente na literatura sobre a sua durabilidade.

Logo após a realização do tratamento químico, os colmos foram postos a secar em ambiente protegido durante duas semanas, para que ocorresse a distribuição da solução preservativa por meio da difusão ao longo das diferentes células. Parte dos colmos foi deixada em ambiente protegido das intempéries e o restante foi enterrado cerca de 25% de sua altura, ou seja, 1 m, procurando-se manter o solo (de textura argilosa e com matéria orgânica na ordem de 0,5% a 1%) sempre úmido, através de irrigações efetuadas duas vezes por dia (figura 2). O tipo de solo exerce grande influência na dinâmica da degradação de materiais lignocelulósicos, como a madeira (MACHEK et al., 2004).



Figura 2 - Vista do ensaio natural de durabilidade. Campo Experimental da FEAGRI.

A seguir, ao longo do tempo de exposição ao ar e no campo, foram efetuadas análises de inspeção visual do aspecto das paredes, buscando-se evidências do ataque de fungos (meio úmido). Quanto à inspeção do ataque do caruncho, adotou-se o controle visual buscando detectar-se a presença ou não de perfurações características do ataque desse inseto.

Após três meses de ensaio, taliscas de 40 cm de comprimento foram retiradas dos colmos, na região dos internos. Avaliou-se sua integridade com o auxílio de um equipamento de ultra-som Steinkamp BP-7, dispondo de sensores de seção exponencial, com frequência de ressonância de 45 kHz. Os sensores foram colocados na mesma posição (figura 3), para a avaliação da VPU, pois a distribuição dos elementos anatômicos não é uniforme ao longo da espessura da parede dos colmos (GROSSER & LIESE, 1971).

Decorridos três anos de exposição, as VPU através das taliscas foram medidas em quatro pontos com o auxílio do equipamento de ultra-som Panametrics, com sensores de seção plana de 1 MHz de frequência de ressonância. Com o uso desse equipamento (figura 4) tornou-se possível detectar a velocidade nas direções tangencial (paralela às camadas externas do bambu) e radial (do centro para a periferia) em 5 pontos das taliscas. Nestas direções aparentemente a degradação poderia ser mais facilmente detectável,

considerando-se, principalmente, a presença das células parenquimatosas, nas quais o amido tende a se degradar.



Figura 3 – VPU na direção longitudinal.

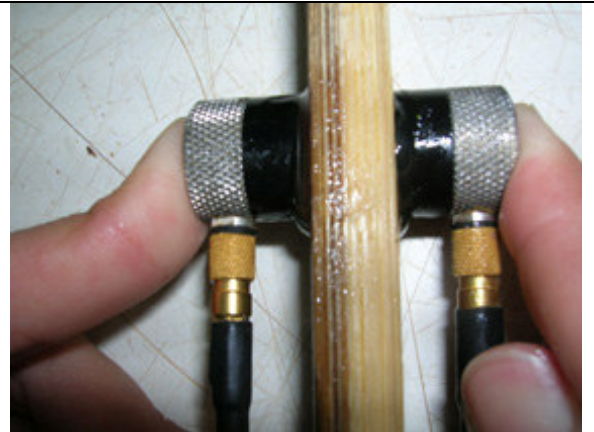


Figura 4 – VPU na direção radial.

As taliscas referentes aos dois intervalos de exposição (três meses e após três anos) foram submetidas ao ensaio de tração na flexão estática (figuras 5 e 6) visando-se comprovar as possíveis anomalias detectadas pelo ultra-som. O equipamento utilizado (EMIC DL 30000) dispõe de software específico para cada tipo de ensaio. Foram obtidos a tensão no limite de proporcionalidade e o módulo elástico, com o auxílio de um extensômetro eletrônico, interrompendo-se o ensaio quando ocorresse a deformação máxima (na região central) de 10 mm. As taliscas foram posicionadas de modo que a região da casca ficasse em contato com o cutelo, pois a região interna do colmo apresenta menor resistência e, conforme verificado em experimentos precedentes, pode ocorrer a ruptura por esmagamento das camadas superiores da talisca (HIDALGO LOPEZ, 1974).

De cada colmo foram obtidas, no mínimo, quatro taliscas representativas da parte que se encontrava enterrada no solo, e 12 taliscas pertencentes às demais regiões. Os resultados obtidos (velocidade de propagação da onda ultra-sônica - VPU e a resistência à flexão) foram analisados e interpretados estatisticamente através do programa SAS, aplicando-se o teste de Tukey (5% de significância) para a comparação das médias.

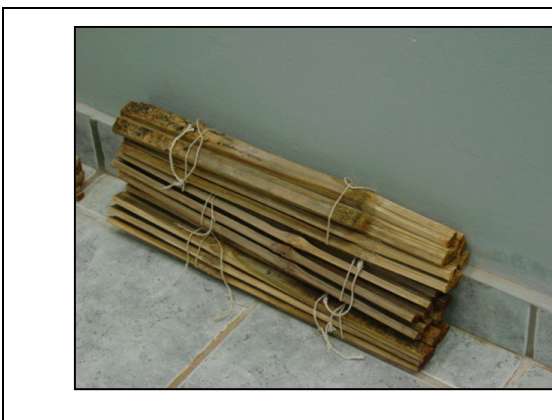


Figura 5 – Taliscas de bambu.

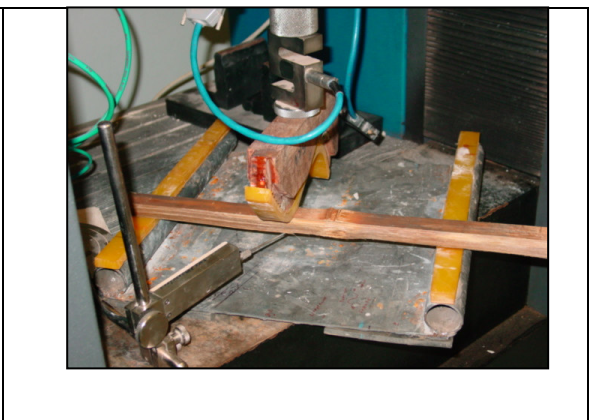


Figura 6 – Ensaio de flexão estática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à anatomia particular do colmo do bambu, o transporte da solução preservativa é feito preferencialmente pelos vasos. A transferência da solução na direção transversal encontra maior dificuldade devido à ausência de raios no bambu e à natureza refratária das células parenquimatosas. Além disso, duas regiões do colmo podem ser consideradas como impermeáveis às soluções preservativas - a casca e a membrana que reveste internamente o colmo; o diafragma também serve como uma barreira (KUMAR & DOBRIYAL, 1991).

Confirmando os resultados relatados por Beraldo et al. (2002), o uso do END por ultrassom não foi capaz de detectar diferenças estatisticamente significativas (teste de Tukey a 5%) entre os dois tratamentos utilizados (*testemunha* - C6 e tratamento químico - C3, C4 e C5), quando se analisou a VPU na direção longitudinal (figura 7). Observou-se uma pequena tendência de diminuição da VPU para as taliscas que permaneceram em contato com o solo.

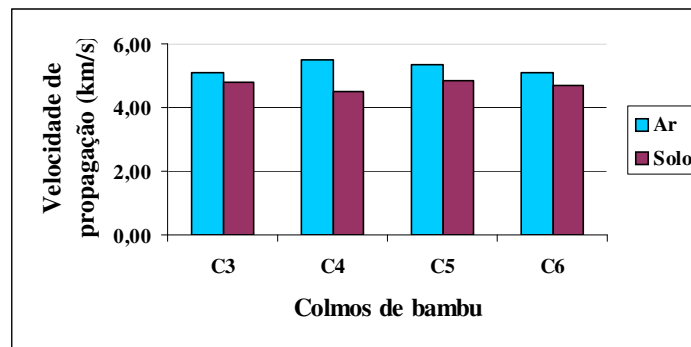


Figura 7 - VPU na direção longitudinal após período de exposição de 3 meses.

O ensaio de flexão estática aplicado às taliscas submetidas a três meses de exposição também não foi capaz de detectar diferença significativa entre colmos tratados e não tratados, sugerindo que um maior tempo de exposição torne-se necessário para que os possíveis efeitos do ataque causado por caruncho ou por fungos possam vir a serem notados.

Para taliscas obtidas de colmos com três anos de exposição, o módulo de elasticidade dinâmico situou-se na faixa de 9,5 GPa a 14,8 GPa. Porém, tal fato pode atribuir-se às diferentes densidades apresentadas pelas taliscas, pois a VPU na direção longitudinal mostrou-se muito homogênea (coeficiente de variação de apenas 5,57%).

No entanto, nas direções radial (espessura) e tangencial observou-se, para algumas taliscas, valores muito elevados do coeficiente de variação de 43,58% e 29,79%, respectivamente, quando se analisava uma talisca particular. Essa grande dispersão obtida nos resultados da VPU nas direções transversais aparentemente indica a presença de regiões com maior capacidade de dissipação de energia, podendo ser atribuída essa anomalia à degradação do amido contido nas células parenquimatosas, devido ao ataque de fungos.

4. CONCLUSÕES

O ensaio não destrutivo (ultra-som), quando aplicado na direção paralela às fibras, não forneceu informações de possíveis anomalias existentes em colmos de bambu tratados ou não, sendo tais resultados confirmados por meio do ensaio de flexão estática. Presume-se que o período de exposição deva ser suficientemente longo para que se possam observar danos significativos à estrutura dos colmos, principalmente quando se analisa a velocidade de propagação do pulso ultra-sônico (VPU) na direção longitudinal (paralela às fibras). Períodos de exposição mais prolongados das taliscas às intempéries ou o uso de sensores de maior frequência de ressonância, aplicados nas direções radial e tangencial das paredes dos colmos, são estratégias a serem adotadas para avaliar a degradação dos colmos de bambu.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERALDO A. L.; CASCARDO C. R.; AZINI A. Avaliação do ataque de caruncho em colmos e taliscas de bambu por meio do ensaio não destrutivo. ANAIS do VII EBRAMEM, Uberlândia, MG, CD-ROM, p. 130-136, 2002.

GALVÃO A.P.M. A durabilidade da madeira tratada e a eficiência de preservativos avaliados através de ensaios de campo: primeira avaliação. Revista de Divulgação Científica, IPEF, n. 2/3, p. 15-22, 1971.

GROSSER D.; LIESE W. On the anatomy of Asian bamboos, with special references to their vascular bundles. Wood and Science Technology, v. 5, p. 290-312, 1971.

KUMAR S.; DOBRIYAL P. B. Penetration Indices of Hardwoods: a quantitative approach to define treatability. Wood and Fiber Science, v. 2, p. 192-197, 1991.

HIDALGO LOPEZ O. Bambu- su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía. Estudios Técnicos Colombianos Ltda, Colômbia, 318 p, 1974.

MACHEK L.; MILITZ H.; SIERRA-ALVAREZ R. The use of an acoustic technique to assess wood decay in laboratory soil-bed tests. Wood Science and Technology, v. 34, n. 6, p. 467-472, 2001.

MACHEK L.; EDLUND M. L.; SIERRA-ALVAREZ r., MILITZ H. A non-destructive approach for assessing decay in preservative treated wood. Wood Science and Technology, v. 37, n. 5, p. 411-417, 2004.