

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

**AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE VIGAS DE MADEIRA LAMINADA COLADA
POR MEIO DE ENSAIOS DINÂMICOS COM O EMPREGO DE SENSORES EM
FIBRA ÓTICA**

Jean Carlos Cardozo da Silva (cardozo@cpgei.cefetpr.br), **Cicero Martelli** (martelli@cpgei.cefetpr.br),

Hypolito José Kalinowski (hjkalin@cpgei.cefetpr.br)

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e
Informática Industrial

Elisabeth Penner (epenner@cefetpr.br)

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – Departamento de Construção Civil

RESUMO: Neste trabalho é apresentado o estudo de degradação em vigas de madeira laminada colada com diferentes técnicas de análise modal. Para os ensaios são utilizadas três vigas engastadas em balanço, instrumentadas com diferentes sensores, a saber: extensômetro elétrico de resistência, acelerômetro e sensor ótico baseado em redes de Bragg. A técnica utilizada nos ensaios dinâmicos é a de impacto intercalando com carregamentos estáticos.

Palavras-chave: madeira laminada colada, ensaios dinâmicos, sensores óticos, redes de Bragg

**EVALUATION OF THE GLUED LAMINATED TIMBER DEGRADATION BY
MEANS OF DYNAMIC ESSAYS WITH FIBER OPTIC SENSORS**

ABSTRACT: The study of glued laminated timber degradation with different techniques of modal analysis is presented. For the essays three glued laminated timbers are used, instrumented with different sensors, to know: strain gauge, accelerometer and fiber optic Bragg grating sensor. The technique used in the dynamic essays is of impact intercalating with static shipments.

Keywords: glued laminated timber, dynamic essays, fiber optic sensor, Bragg grating

1. INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de utilizar elementos estruturais de qualidade, juntamente com o marcante avanço na tecnologia dos adesivos e o excelente potencial madeireiro gerado pelas espécies de reflorestamento, contribuíram para o surgimento de um novo material de construção, a Madeira Laminada Colada (MLC). Este material tornou-se um dos mais importantes elementos para a aplicação estrutural, sendo utilizado com muito sucesso em várias partes do mundo, nas mais variadas formas e dimensões. Porém, um dos grandes obstáculos à utilização da madeira em componentes estruturais tem sido a dificuldade de cálculo, falta de informação segura sobre as características mecânicas, devido à variabilidade das propriedades físicas e mecânicas da madeira e da presença freqüente e aleatória de defeitos e heterogeneidades. Por estes motivos o cálculo estrutural em madeira defende-se com coeficientes de segurança, fatores de correção e de tratamento estatísticos que muitas das vezes colocam as estruturas em condições de superdimensionamento, SANTOS e PINHO (2004).

A existência de danos em sistemas estruturais leva a modificações dos modos de vibração. Estas modificações manifestam-se como mudanças nos parâmetros modais, frequência natural e grau de amortecimento, os quais podem ser obtidos dos resultados de ensaios dinâmicos. As mudanças nos parâmetros modais são diferentes para cada modo, uma vez que as mudanças dependem da natureza, localização e severidade do dano. Estes efeitos oferecem a possibilidade do uso dos dados dos ensaios dinâmicos para detectar, localizar e quantificar os danos causados à estrutura, SALAWU (1997).

Sensores óticos têm grande variedade de aplicações onde é necessário medir ou monitorar vibrações com precisão. Devido ao potencial para transmissão de sinais a longas distâncias, flexibilidade e pequeno tamanho, dispositivos sensores à base de fibra ótica demonstram ser uma ferramenta ideal para inspeção de estruturas, KERSEY et al (1997), CULSHAW (2000).

Dentre os sensores de fibra ótica mais utilizados nos últimos anos, encontram-se aqueles baseados nas propriedades das redes de Bragg em fibra ótica (FBG). Tais redes constituem-se em uma modulação periódica no índice de refração da fibra, ao longo da direção longitudinal e apresentam como característica principal a reflexão de parte da potência óptica propagando-se pela fibra, em comprimentos de onda próximos ao comprimento de onda de Bragg: $\lambda_B = 2 n_{eff} \Lambda$, onde n_{eff} é o índice de refração efetivo do modo de propagação da luz e Λ é o período da modulação do índice de refração.

O comprimento de onda de Bragg sofre mudança quando a rede é submetida à ação de agentes externos tais como deformação longitudinal ou temperatura. Devido aos efeitos foto-elástico e termo-ótico, o índice de refração da sílica muda com aqueles agentes, resultando em um deslocamento do comprimento de onda de Bragg, que pode ser então usado como parâmetro transdutor. É de particular interesse para a área de sensores o uso das redes de Bragg para medir aqueles parâmetros físicos, outras grandezas podem influenciar o comprimento de onda de Bragg, embora de maneira não tão direta. O deslocamento espectral, $\Delta\lambda_B$, devido a efeitos de tensão longitudinal, ε_z , e temperatura, T , pode ser descrito pela equação:

$$\frac{\Delta\lambda_B}{\lambda_B} = (1 - p_e)\varepsilon_z + (\alpha + \eta)\Delta T \quad (1)$$