



ESTIMATIVA DO MÓDULO DE ELASTICIDADE EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA UTILIZANDO ONDAS DE EXCITAÇÃO

¹Lívia Ramos Santos Pereira (liviarsp.eng@gmail.com), ²Taís Trujillo Maldonado (taistrujillo@gmail.com); ³Rejane Costa Alves (rejane.alves@ufersa.edu.br), ⁴Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco (mantilla@dees.ufmg.br)

¹Universidade Federal de Minas Gerais

Departamento de Estruturas

^{2,4}Universidade Federal de Minas Gerais

Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo

³ Universidade Federal Rural do Semi-Árido/ Universidade Federal de Minas Gerais

Departamento de Ciências Vegetais/ Departamento de Estruturas

RESUMO: O objetivo do trabalho é aplicar o método não destrutivo de ondas de excitação para estimar o módulo de elasticidade da madeira angelim vermelho sob elevadas temperaturas. Os ensaios destrutivos e não destrutivos foram realizados no Centro de Pesquisa Avançado da Madeira e novos Materiais (CPAM³), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A madeira ensaiada foi angelim vermelho (*Dinizia excelsa*). Como ensaio preliminar foram ensaiados seis CPs, orientados nas direções longitudinal, radial, tangencial, longitudinal radial, longitudinal tangencial e radial tangencial. Foi utilizado o aparelho Sonelastic, para determinar os módulos elásticos. O princípio é a vibração do CP levando em consideração as frequências naturais do mesmo. Como resultados foram obtidos os valores dos módulos de elasticidade, desde a temperatura ambiente até 235°C.

Palavras Chave: Ensaios não destrutivos, Madeira, Módulo de elasticidade, Altas temperaturas

ESTIMATE OF ELASTICITY MODULUS ACCORDING TO THE TEMPERATURE, USING THE PROPAGATION OF EXCITEMENT WAVES

ABSTRACT: The goal of this work is to apply the nondestructive method of excitement waves in order to estimate the elasticity modulus of the wood red angelim at high temperatures. The destructive and nondestructive testing were performed in the Advanced Wood and New Materials Research Center (CPAM³), from the Federal University of Minas Gerais (UFMG). The tested wood was red angelim (*Dinizia excelsa*). As preliminary testing, six specimen oriented in the direction longitudinal, radial, tangential, longitudinal radial, longitudinal tangential and radial tangential were tested. The equipment Sonelastic was used to determinate the elasticity modulus. The principle is the vibration of the specimen considering it's natural frequencies. As results were determined the values of the elasticity modulus, from the room temperature until 235°C.

Keywords: Nondestructive testing, Wood, Elasticity modulus, High temperatures

1. INTRODUÇÃO

A lei constitutiva de um material esta diretamente ligada as suas propriedades mecânicas. O conhecimento desta lei constitutiva é essencial para avaliar o comportamento de uma estrutura, permite determinar os esforços mais precisos e consequentemente melhorar o desempenho da estrutura. Para conhecer essas propriedades, são necessários ensaios em laboratório, os quais podem ser classificados quanto à integridade em ensaios destrutivos e não destrutivos. Os ensaios destrutivos são aqueles em que a peça ensaiada torna-se inutilizável para outros fins, enquanto que nos ensaios não destrutivos a peça não tem sua integridade comprometida.

As primeiras pesquisas relativas à aplicação de ensaios não destrutivos na determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira foram realizadas na década de 1950 nos Estados Unidos de Norte America. Ainda que esse país detenha a primazia de conhecimentos nessa área específica, alguns outros como Suíça, Romênia, Alemanha, Japão e Reino Unido, entre outros, também já se destacam nesse cenário. (TARGA et al., 2005).

De acordo com CARRASCO e AZEVEDO JÚNIOR (2003), a avaliação não destrutiva da madeira tem importância relevante, já que possibilita a análise e obtenção de informações sobre o material com elevada precisão, permitindo sua caracterização e classificação a partir de um método racional e científico, abandonando o aspecto puramente artesanal e empírico. Para garantir a consistência dos resultados encontrados a partir dos ensaios de laboratório são utilizadas normas técnicas padronizadas, estabelecidas por sociedades profissionais como a Sociedade Americana para Ensaios e Materiais (ASTM – American Society for Testing and Materials), e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Segundo a ABENDI – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção, os Ensaios Não Destrutivos (END) são técnicas utilizadas na inspeção de materiais e equipamentos sem danificá-los. Os END permitem obter informações a respeito do teor de defeitos de um determinado produto, das características tecnológicas de um material, ou ainda, da monitoração da degradação em serviço de componentes, equipamentos e estruturas.

Nesse trabalho, utilizou-se a técnica não destrutiva de excitação por impulso acoplado a um forno instrumentado. O objetivo foi determinar a variação do módulo de elasticidade (E) em função do aumento de temperatura. Esse procedimento permite determinar os módulos elásticos do material a partir das suas frequências naturais de vibração, que passam por excitação através de um impacto mecânico, sendo a resposta acústica captada por um sensor. (ATCP – Engenharia Física). Ocorre, então, um processo de interpretação matemática que avalia esse sinal, junto às propriedades geométricas e à massa do corpo de prova, resultando no cálculo dos módulos elásticos.

Até os dias atuais, há divergências de opiniões a respeito da avaliação do módulo de elasticidade da madeira por meio de propagação de ondas. Alguns autores como Steiger (1997), Ross et al.(1998), Gonçalves e Bartholomeu (2000) utilizaram o E (módulo de elasticidade) din (dinâmico) em seus trabalhos, enquanto Bartholomeu et al. (2003) e Gonçalves et al. (2011) chamam o produto da equação de Christoffel de constante elástica. Nesse trabalho chamaremos de módulo de elasticidade, já que é a nomenclatura utilizada pelo equipamento.

Para corpos de prova com geometria simples, como as barras utilizadas nos ensaios desse trabalho, existe uma relação direta entre as frequências naturais de vibração com as dimensões, a massa e os módulos de elasticidade. (ATCP – Engenharia Física).

O diferencial desse ensaio é a quantificação da redução do módulo de elasticidade com a elevação da temperatura. É de conhecimento geral que, para todos os materiais, o módulo de elasticidade diminui sensivelmente à medida que se aumenta sua temperatura. Esse fato ocorre como consequência do aumento da distância de separação entre os átomos, em função da dilatação térmica, que reduz a energia de ligação entre os mesmos e torna menor o esforço requerido para produzir uma deformação determinada (AMOROS et. al., 1997).