

ANÁLISE DOS CICLOS DE CARREGAMENTO NA DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES ELÁSTICAS DA MADEIRA: UMA PROPOSTA PARA MÉTODO DE ENSAIO

Elen Ap. M. Morales (emorales@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo, Área Interunidades em Ciência e Engenharia dos Materiais

Francisco A. Rocco Lahr (frocco@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Estruturas

José S. Govone (jsgovone@rc.unesp.br)

Universidade Estadual de São Paulo – Departamento de Estatística - Matemática Aplicada e Computação

RESUMO: O texto normativo NBR 7190/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), adota três ciclos de carregamento nos ensaios para a determinação de propriedades de *rigidez* e *resistência* da madeira. A partir das recomendações de tal documento e da análise estatística dos valores dos *módulos de elasticidade* (E) obtidos nos ensaios de compressão, tração e flexão realizados com corpos-de-prova de Cambará Rosa (*Erismia* sp), Eucalipto Grandis (*Eucalyptus grandis*), Envira (*Xylopia* sp), Champanhe (*Dipteryx odorata*), Pinus Caribaea (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) e Pinus Elliottii (*Pinus elliottii* var. *elliottii*), verificou-se que o segundo e terceiro *ciclos de carregamento* fornecem valores de E estaticamente equivalentes. Esta análise sugere que o terceiro ciclo de carregamento é desnecessário.

Palavras-chave: Madeira, módulo de elasticidade, métodos de ensaio, ciclos de carregamento

LOADING CYCLES ANALYSIS IN WOOD ELASTIC PROPERTIES DETERMINATION: A PROPOSE TO TEST METHOD

ABSTRACT: The NBR 7190/1997, adopted by of Brazilian Technical Standard Association (ABNT), indicates three *loading cycles* for tests to determine wood *stiffness* and *strength*. Based on recommendations of ABNT methods and on the statistical analysis of *modulus of elasticity* (E) values obtained in compression, tension and bending tests carried out with Cambará Rosa (*Erismia* sp), Eucalipto Grandis (*Eucalyptus grandis*), Envira (*Xylopia* sp), Champanhe (*Dipteryx odorata*), Pinus Caribaea (*Pinus caribaea* var *hondurensis*) and Pinus Elliottii (*Pinus elliottii* var. *elliotti*) species, it was verified that the second and third cycles furnish statistically equivalent E values. This analysis suggests that the third *loading cycle* is not necessary.

Keywords: Wood, modulus of elasticity, test methods, loading cycles

1. INTRODUÇÃO

O estudo das madeiras e de sua caracterização mecânica é de fundamental importância para que se possa alcançar melhor utilização desse material, ao lado de outros materiais cujas propriedades são largamente conhecidas, quaisquer que sejam os segmentos industriais envolvidos.

Muitos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de caracterizar a madeira de diferentes espécies em vários países, mas o tema ainda está muito longe de se esgotar. Em particular no Brasil, a partir da adoção no texto revisto da NBR 7190, em 1997, alguns dos ensaios para caracterização físico-mecânica, como os de compressão paralela às fibras, compressão normal às fibras, tração paralela às fibras e flexão estática, passaram a ser realizados com dois ciclos de carregamento prévios e o ciclo final, a partir do qual é feita a determinação dos valores da resistência e do correspondente módulo de elasticidade.

Investiga-se, então, se seriam realmente imprescindíveis três ciclos de carregamento, isto é, se a eventual supressão do terceiro ciclo de carregamento levaria ao comprometimento da representatividade dos resultados obtidos nos ensaios.

Para melhor situar o problema, foram analisadas, ao lado das recomendações de ensaio contidas no documento normativo brasileiro, as indicações dos métodos de ensaio internacionais mais expressivos. São citados os métodos propostos pela AFNOR (Association Française de Normalization), pela ASTM (American Society for Testing and Materials), pela COPANT (Comisión Panamericana de Normalización), pela ISO (International Organization for Standardization), além do NBR 6230, antigo MB-26 (Brasil).

Na bibliografia consultada não foram encontrados artigos que apresentem justificativas para a adoção de ciclos de carregamento, nem mesmo que se posicionem contrariamente a tal procedimento.

Foram realizados ensaios com seis espécies de madeira de classes de resistência e valores de densidades variados entre dicotiledôneas e coníferas e calculados os módulos de elasticidade (E) nos três ciclos de carregamento. A análise desses resultados, aliada a revisão dos métodos de ensaios internacionais mencionados anteriormente, evidenciam que o terceiro ciclo de carregamento pode ser suprimido sem maiores prejuízos ao cálculo do módulo de elasticidade.

2. METODOLOGIA

Para calcular os módulos de elasticidade nos três ciclos de carregamento foram realizados ensaios com doze corpos-de-prova de compressão paralela às fibras, compressão normal às fibras, tração paralela às fibras e flexão estática segundo prescrito na NBR 7190/97-Anexo B, totalizando quarenta e oito corpos-de-prova para cada espécie.

Os ensaios foram realizados na Máquina Universal AMSLER, no LaMEM (Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeiras), no SET (Departamento de Engenharia de Estruturas), da EESC (Escola de Engenharia de São Carlos), USP, São Paulo, Brasil.

As espécies utilizadas foram escolhidas de acordo com a sua densidade e classe de resistência e são: Cambará Rosa (*Erismia sp*), Eucalipto Grandis (*Eucalyptus grandis*), Envira (*Xylopia*