



DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE EM ENSAIOS DE FLEXÃO ESTÁTICA E COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS: INFLUÊNCIA DO POSICIONAMENTO DO CORPO DE PROVA

¹Fabiane S. Ferro (fsferro@usp.br), ¹Felipe H. Icimoto (icimoto@usp.br), ¹Diego H. de Almeida (almeidadh@usp.br), ²André L. Christoforo (alchristoforo@yahoo.com.br), ¹Francisco A. Rocco Lahr (frocco@sc.usp.br)

¹Universidade de São Paulo

Escola de Engenharia de São Carlos, Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeiras, Avenida Trabalhador
São Carlsense, nº 400, Parque Arnould Schmidt, CEP 13566-590, São Carlos-SP

²Universidade de São João Del Rei

Departamento de Engenharia Mecânica- DEMEC, Campus Santo Antônio, Praça Frei Orlando, nº 170, Centro,
CEP 36307-352, São João Del Rei-MG

RESUMO: A madeira é um material heterogêneo e anisotrópico. Dentro de uma mesma espécie, e até mesmo dentro de uma árvore ocorrem variações significativas nas propriedades da madeira na altura do tronco e na direção da medula até a casca. Além disso, existem diferenças de suas características entre o cerne e o alburno, lenho juvenil e adulto, lenho de reação. Estudos apontam que a orientação do corpo de prova influencia significativamente na determinação dos módulos de elasticidade na compressão paralela às fibras (E_{c0}) e na flexão estática (E_m), quando estes ensaios forem procedidos segundo recomendações análogas às do documento normativo brasileiro ABNT NBR 7190:1997. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência das condições de ensaio estabelecidas pela norma brasileira ABNT NBR 7190:1997 nos valores de E_{c0} e E_m , para nove e oito espécies de madeira respectivamente, de forma a abranger todas as classes de resistências assumidas pela referido documento normativo. Os resultados apontam significância da orientação do corpo de prova na determinação do módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras e na flexão estática, sendo que os valores devem ser corrigidos (minorados) em 9 e 8%, respectivamente.

Palavras Chave: compressão paralela às fibras, flexão estática, módulo de elasticidade, variabilidade da madeira.

DETERMINATION OF MODULUS OF ELASTICITY IN STATIC BENDING AND COMPRESSION PARALLEL TO GRAIN TESTS: INFLUENCE OF SPECIMENS POSITIONING

ABSTRACT: Wood is a heterogeneous and anisotropic material. Within the same species and even within a tree significant variations occur in wood properties at the height of the trunk and in the directions pith-bark. Furthermore, there are differences in characteristics between the heartwood and sapwood, juvenile and mature wood, reaction wood. Studies indicate that the orientation of the specimen influence significantly in the determination of the modulus of elasticity in compression parallel to grain (E_{c0}) and static bending (E_m), when these tests are proceeded under similar to the recommendations of the normative document Brazilian ABNT NBR 7190:1997. The aim of this work was to verify the influence of test conditions set by the Brazilian standard ABNT NBR 7190:1997 in values of E_{c0} and E_m for nine and eight wood species respectively, to cover all classes of resistance assumed by this document normative. Results indicate the significance of the orientation of the specimen to determine the modulus of elasticity in compression parallel to grain and in static bending, being necessary to correct the values (mitigated) in 9 and 8%, respectively.

Keywords: compression parallel to grain, static bending, modulus of elasticity, variability of wood.

1. INTRODUÇÃO

Material de origem biológica, a madeira apresenta propriedades físicas e mecânicas cuja variabilidade é significativamente influenciada por diferentes fatores, desde os relacionados à sua anatomia, até a posição na árvore de retirada das peças a serem avaliadas (ROCCO LAHR, 1983).

As variações internas da madeira presente em uma mesma árvore podem ser expressas por diferenças entre o lenho inicial e lenho tardio; entre o cerne e o alburno; entre as diferentes regiões da árvore (tronco, raízes, galhos); na direção medula casca e na direção base topo (NASSUR, 2010). Além disto, condições diversas de temperatura, composição e umidade do solo, densidade de povoamento e tipo de manejo a ele aplicado, posição da árvore na floresta, incidências de chuvas, induzem diferenças significativas na madeira formada, mesmo em se tratando de árvores da mesma espécie (MATEUS, 1961, KARLSEN, 1967; HELLMMASTER, 1973).

Vários estudos abordam a influência da variabilidade da madeira em suas propriedades mecânicas.

Gryc e Vavřík (2009) avaliaram a variabilidade da espécie *Picea abies* [L.] Karst na resistência à compressão paralela às fibras para madeiras normais e de reação. Concluíram que a madeira de reação apresentou valores de resistência ligeiramente superiores em relação à madeira normal. A largura dos anéis de crescimento também foi significativa nesta propriedade, de forma que os valores de resistência à compressão paralela diminuíram com o aumento da largura dos anéis.

Já autores como Ballarin e Palma (2003), Evans et al., (2000), Haselein et al., (2000) verificaram que as propriedades de resistência e rigidez na flexão são seriamente afetadas pela presença de madeira juvenil. As propriedades da madeira, próxima à casca (madeira adulta), foram para esses estudos, significativamente superiores àquela madeira localizada próxima à medula (madeira juvenil).

O conhecimento da variabilidade da madeira é fundamental para definir adequadamente as aplicações a que serão destinadas e dimensionar com segurança, as partes componentes de uma estrutura (ARAÚJO, 2007).

No Brasil, a caracterização físico-mecânica da madeira é procedida através do documento normativo ABNT NBR 7190, conforme Anexo B - "Determinação das propriedades das madeiras para projeto de estruturas" (ABNT, 1997). Os ensaios auxiliam no processo decisivo de escolha da madeira, caso seja para fins estruturais, mobiliário, de revestimento, etc. Para tanto, a madeira em análise deve obedecer a critérios técnicos e padrões mínimos de resistência, obtidos em ensaios como de flexão, compressão, tração, etc (SILVA et al., 2012a).

A ABNT NBR 7190 (1997) utiliza como principal referência para as propriedades mecânicas, o ensaio de compressão paralela às fibras, a partir do qual se determinam a resistência e a rigidez da madeira. Normas internacionais, como ISO 3350:1975 e BS 5820:1979, utilizam o ensaio de flexão estática como referência para as outras propriedades mecânicas.

Tanto para o ensaio de compressão paralela às fibras como para o ensaio de flexão estática, a norma brasileira não estabelece qual a face de referência do corpo de prova deve ser adotada para realização deste ensaio. Ao se determinar o módulo de elasticidade na compressão paralela empregando-se apenas a deformação de duas faces opostas e na flexão estática empregando-se o valor do deslocamento medido em apenas uma das faces do corpo de prova, não necessariamente será obtido um valor de E_{co} e E_m que represente de modo adequado a rigidez da madeira. A razão disto é que não é considerada a heterogeneidade da madeira presente em todo volume do corpo de prova. Como decorrência, pode ocorrer erros significativos na avaliação das peças empregadas nas estruturas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência das condições de ensaio requeridas pela ABNT NBR 7190:1997 nos valores do módulo de elasticidade da madeira na compressão paralela às fibras e na flexão estática.