

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

**UM ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO DAS FIBRAS DA
MADEIRA EM SUAS PROPRIEDADES DE ELASTICIDADE**

Nilson Tadeu Mascia (nilson@fec.unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Engenharia Civil,Arquitetura e Urbanismo

RESUMO: A variação angular das fibras da madeira constitui-se na causa fundamental de sua anisotropia. Isto é responsável pelas alterações nos valores das componentes do tensor constitutivo e, conseqüentemente, nos valores das constantes de elasticidade da madeira. De um modo teórico e experimental, um importante estudo foi formulado por Hearmon (1940) que apresentou este efeito nas componentes do tensor constitutivo usando conceitos de materiais ortotrópicos. Goodman e Bodig (1970), apresentaram uma matriz de transformação de coordenadas com rotações em torno do eixo longitudinal - L e do eixo radial - R, enquanto Bindzi e Samson (1995) desenvolveram um semelhante estudo mas com rotação no eixo tangencial - T. Hermanson et al. (1996), analisando a transformação de propriedades de elasticidade com resultados de um ensaio triaxial fizeram uma importante adequação na matriz de transformação de coordenadas entre os eixos cartesianos alocados nas bordas da amostras e os eixos principais de elasticidade da madeira (L, R, T). Com isto foi possível generalizar a influência da inclinação das fibras nas propriedades de elasticidade da madeira. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é mostrar uma análise teórica destes procedimentos sobre as transformações de coordenadas e a influência da orientação das fibras da madeira em suas propriedades de elasticidade baseado na teoria da elasticidade para materiais ortotrópicos

Palavras-chaves: Constantes de Elasticidade da Madeira, matriz de transformação de coordenadas, anisotropia.

**A STUDY ON THE INFLUENCE OF THE FIBER ORIENTATION OF WOOD IN
ITS ELASTIC PROPERTIES**

ABSTRACT: The variation of fiber angle of wood constitutes the fundamental cause of its anisotropy. It is responsible for the changes in the values of the constitutive tensor components, and, consequently, in the values of wood elastic constants. In theoretical and experimental way, an important study was formulated by Hearmon (1940) that presented this effect in the constitutive tensor of wood using the concepts of orthotropic material. Goodman and Bodig (1970), presented a coordinate transformation matrix with rotations around the longitudinal axis - L and the radial axis - R, whereas Bindzi and Samson (1995) developed a similar study considering rotation around the tangential axis -T. Hermanson et al. (1996) analyzing the transformation of elastic properties of wood using results from a triaxial compression test carried out an important adequacy in the coordinate transformation matrix between Cartesian coordinate axes located in the boards of the specimen and the principal elastic axes of wood (L, R, T). Thus, it was possible to generalize the influence of the fiber orientation in the elastic properties of wood. In this context, the goal of this paper is to present both a theoretical analysis of these procedures concerning the coordinate transformation and the influence of the fiber orientation on the elastic properties of wood based on the orthotropic elastic theory.

Keywords: Elastic Constants of wood, coordinate transformation matrix, anisotropy

1.INTRODUÇÃO

Este desenvolvimento teórico foi baseado nos seguintes autores: Spencer (1980), Renton (1987) e Myklestad (1967). O objetivo desta introdução é apresentar alguns conceitos relativos à transformação de coordenadas e à notação indicial.

Seja a um vetor, a_i suas componentes e e_i os vetores unitários que formam a base do sistema de coordenadas:

$$a = a_i e_i \quad (1)$$

Considere agora a_i^* as componentes de a^* e e_i^* os vetores unitários de um outro sistema de coordenadas obtidos a partir de uma rotação de e_i com a mesma origem O . Então:

$$a^* = a_i^* e_i^* \quad (2)$$

Seja agora M_{ij} que são os cossenos diretores de e_i^* relativo ao primeiro sistema de coordenadas, e_i :

$$M_{ij} = e_i^* \cdot e_j \quad (3)$$

Então os M_{ij} são as componentes de e_i^* no primeiro sistema de coordenadas. Assim:

$$e_i^* = M_{ij} e_j \quad (4)$$

e a relação recíproca de (4) é:

$$e_j = M_{ji} e_i^* \quad (5)$$

Considere agora que :

$$a_j^* = M_{ij} a_i \quad (6)$$

$$a_i = M_{ji} a_j^*$$

pode-se, então, relacionar as componentes de a ou a_i em quaisquer dois sistemas de coordenadas através do tensor ou matriz de transformação. No caso de tensores de 2ª ordem a_{ij} e a_{ij}^* a transformação de coordenadas seria:

$$a_{ij}^* = M_{ik} M_{jm} a_{km} \quad (7)$$

Generalizando-se para quarta ordem de tensores, tem-se:

$$a_{ijkl}^* = M_{im} M_{jn} M_{kp} M_{lq} a_{mnpq} \quad (8)$$