VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA-JULHO DE 2002

ANÁLISE NUMÉRICA DO EFEITO DA ORTOTROPÍA EM VIGAS DE MADEIRA.

Félix Alberto Díaz Díaz – Dr.(ecv1fdd@ecv.ufsc.br), Depto de Ingeniería Civil, ISPJAE, Habana, Pesquisador Visitante CNPq/Universidade Federal de Santa Catarina.
Carlos Alberto Szücs – Dr. (ecv1cas@ecv.ufsc.br), Prof. Titular, Depto. de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

RESUMO: Apresenta-se um estudo teórico do desempenho estrutural de vigas de madeira tendo em conta o caráter ortotrópico do material. São analisados dois modelos geométricos (elementos finitos quadriláteros de nove nós e elementos lineares tipo barra), em dois planos de análises (LR e LT segundo a disposição da viga) de acordo as direções principais das fibras e dos tipos de desenvolvimento para o material (ortotrópico e isotrópico) para três espécies: Ipê, Angico Rojo e Pino. As analises são realizadas mediante o Sistema Computacional SAP 2000. Para cada modelo desenvolvido são apresentados os gráficos da deformada da viga e a distribuição de tensões nas seções do centro e a 60cm dos apoios. Finalmente se conferem os resultados entre os diferentes modelos.

Palavras –chave: estruturas de madeira, ortotropia da madeira, elementos finitos.

NUMERICAL ANALYSIS OF ORTHOTROPIC BEHAVIOR OF TIMBER BEAMS.

ABSTRACT: A theoretical study of the structural behavior of timber beams, taking into account the orthotropic and isotropic behavior of wood is shown. Two geometric models were used, quadrilateral finite elements with nine nodes and beam elements. In order to consider the different directional properties of wood (orthotropic model), the analysis was made in the LR and LT planes, according to the possible dispositions of the beam in the space. Three different species of wood (Ipê, Angico Vermelho and Pino) were considered. The analysis was carried out by means of SAP 2000 structural analysis program. For each developed model, the deflection of beam, the stresses diagram in the centerline section and the section at 60 cm from supports are shown. Finally the results between the different models are compared.

Keywords: timber structures, orthotropy of wood, finite elements.

INTRODUÇÃO.

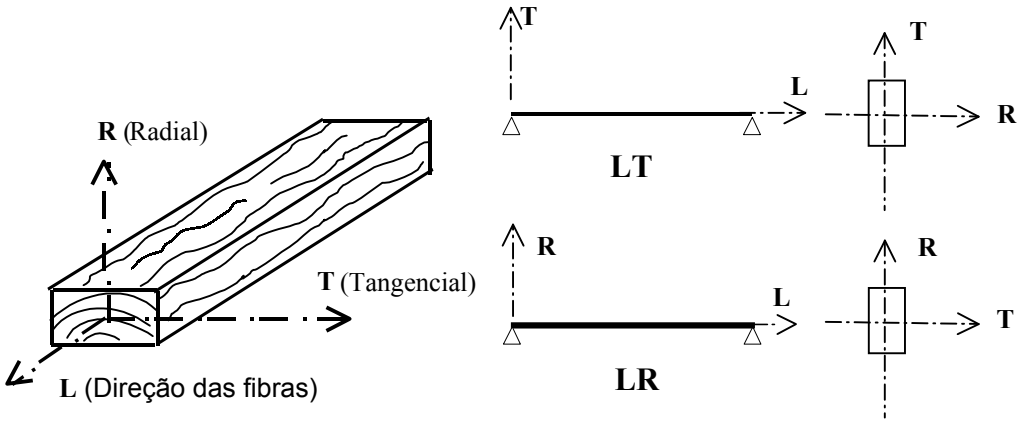
No projeto estrutural de elementos lineares de madeira, o efeito da anisotropia do material é simplificado mediante análise em estado elástico com modelos "quase-isotrópicos" (ou "quase-ortotrópicos") nos quais a relação entre os módulos de elasticidade longitudinal (E) e transversal (G) é aparentemente, independente do coeficiente de Poisson. Para uns essa relação é G=E/20 [ABNT-NBR-7190 (1997)] e para outros G=E/16[Bodig (1982)].

Para considerar a anisotropia necessita-se conhecer 21 propriedades elásticas, três módulos de elasticidades E, três módulos transversais G e quinze coeficientes de Poisson μ ,[Tadeus (1991), Bodig (1982)]. Tal quantidade de parâmetros é demasiada para a prática regular do projeto, pois a obtenção dos dados é complexa e encarece os ensaios, além de não fornecer precisão significativa nos resultados. Tendo em conta a simetria do tensor das equações físicas, [Tadeus (1991), Bodig (1982), U.S.D.A (1999)] a madeira pode ser tratada como material ortotrópico, então as constantes elásticas para definir as equações constitutivas são nove (três módulos de elasticidades E, três módulos transversais G e três coeficientes de Poisson μ), o que simplifica a solução do problema, embora ainda não deixa de ser complexo.

A simplicidade do modelo quase-isotrópico para o material e a discretização da estrutura mediante barras, justifica a intenção de quantificar (ao menos desde o ponto de vista teórico) a eficácia deste modelo simples com respeito a modelos de maior precisão e complexos nos quais se considerem os efeitos da ortotropia e utilizem elementos finitos bidimensionais. Isso constitui, de fato o objetivo do presente trabalho.

A partir do estudo feito, sobre a anisotropia da madeira, e considerando os resultados obtidos dos ensaios para as três espécies: Ipê, Angico e Pinus [TADEUS, 1991], se analisam diferentes modelos mecânicos para uma viga bi-apoiada de 2,40m de vão, seção transversal de 160x80 mm, com uma carga concentrada aplicada no centro do vão. Para comparar os diferentes modelos foram calculadas as flechas da viga assim como as tensões normais σ_x e σ_y e as tensões de cisalhamento τ_{xy} nas seções central e a 60 cm dos apoios.

DESEMPENHO ORTOTRÓPICO DA MADEIRA.



a) Direções principais. b) Eixos principais.

Figura 1.- Direções principais da madeira.