



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

ANÁLISE NUMÉRICA DE VIGAS LAMINADAS DE MADEIRA REFORÇADAS POR FIBRAS

Rodrigo Nurnberg (nurnberg@fec.unicamp.br)

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

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

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

RESUMO: Atualmente verifica-se que a utilização de sistemas compósitos laminados têm tido um aumento significativo na engenharia de estruturas e verifica-se, também, que o desenvolvimento de pesquisas nesta área tem se intensificado por tal motivo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de aplicar os conceitos da análise mecânica de sistemas compósitos laminado, com enfoque em modelo ortotrópico, apresentados por Jones (1999), em estruturas laminadas típicas na construção civil. Com base na teoria da elasticidade aplicada a materiais anisotrópicos, considerando válida a hipótese de Kirchhoff-Love e que as camadas são constituídas de materiais ortotrópicos, o modelo associado a esta teoria possibilita análise de sistemas lineares, como vigas, e de sistemas planos, como placas. Entretanto neste modelo, as tensões de cisalhamento não são obtidas diretamente, sendo necessário o desenvolvimento de uma formulação especial para sua determinação. Uma comparação com outros modelos matemáticos foi feita, de modo a validar os resultados obtidos. Entre os modelos analisados para esta comparação foi usado o proposto por Lekhnitskii (1981), associado à teoria de anisotropia e um outro, de Bodig (1982), associado ao método da seção transformada.

Palavras-chave: sistemas compósitos, estrutura laminada, tensões tangenciais, estruturas de madeira

NUMERICAL ANALYSIS WOOD LAMINATED BEAMS REINFORCED BY FIBERS

ABSTRACT: Currently it is verified that the use of laminated composite systems has had a significant increase in structural engineering and it is also verified that the development of researches in this area has intensified for such reason. In this context, the objective of this work was to apply the concepts of mechanical analysis for laminated composite systems, with emphasis on the orthotropic model, presented for Jones (1999), in typical laminated structures in the civil construction. Based on the theory of elasticity applied to anisotropic materials, considering valid Kirchhoff-Love's hypothesis and that the layers are constituted by materials orthotropic, the model associated with this theory makes possible the analysis of linear systems, as beams, and of plain systems, as plates. However, in this model the shear stresses are not obtained directly, being necessary the development of a special formulation for its determination. A comparison with other mathematical models was developed, in order to validate the obtained results. Among the analyzed models for this comparison was used Lekhnitskii's model (1981), associated with the anisotropic theory and other one of Bodig (1982), associated to the method of the transformed section.

Keywords: composite systems, laminated structure, shear tension, wood structures

1. INTRODUÇÃO

‘Sistema compósito’ é a denominação utilizada para definir um material constituído pela combinação macroscópica de dois ou mais materiais. Essa combinação de elementos possibilita ao material o desenvolvimento de propriedades que naturalmente os materiais separados não possuíam, ou, ainda, o aumento de uma propriedade específica. A principal característica visual deste tipo de material é que se pode distinguir visualmente os diferentes materiais componentes do compósito, sendo, então, uma definição que se restringe a materiais que estejam combinados em uma escala macroscópica, eliminando-se, desta forma, materiais onde a combinação entre seus elementos se dá através de interações microscópicas.

Utilizados inicialmente dentro do campo da engenharia aeronáutica, por volta de 1960, esse tipo de material, devido a sua grande utilidade e características mecânicas, se espalhou rapidamente por todos os demais campos da engenharia, devido à necessidade, cada vez maior, de se obter materiais com alta rigidez e resistência. Atualmente os sistemas laminados são utilizados desde a indústria aeroespacial a de artigos esportivos, passando pela automobilística e militar.

Dentro do campo da construção civil, esse tipo de material pode ser encontrado em estruturas de concreto armado e particularmente de madeira laminada. Em sua forma natural, a madeira pode apresentar defeitos, como nós, que diminuem sua capacidade resistiva; sendo a laminação uma das soluções para o melhor aproveitamento deste material.

Ainda dentro da engenharia civil podemos citar as técnicas de reforço estrutural. Nestas, uma camada de material de reforço, com características resistentes muito maiores que as do concreto ou madeira, por exemplo, é colada a estrutura de modo que o conjunto passe a ter características mecânicas superiores às encontradas anteriormente. Atualmente essa técnica é muito utilizada na recuperação de estruturas que apresentam problemas para suportar as cargas que lhe são impostas.

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram: desenvolver uma expressão simples para a determinação das tensões tangenciais em sistemas compósitos por camadas, e realizar uma aplicação dos conceitos da análise mecânica de sistemas compósitos por camadas, com ênfase no modelo ortotrópico.

2. METODOLOGIA

Considerando os objetivos deste trabalho, inicialmente foram desenvolvidas as formulações referentes à teoria de sólidos estratificados e posteriormente, desenvolveram-se as expressões necessárias para a determinação das tensões tangenciais. Uma comparação com outros modelos matemáticos também foi feita, de modo a validar os resultados obtidos. Entre os modelos analisados para comparação foi usado o proposto por LEKHNITSKII (1981), e um outro por BODIG e JAYNE (1982).