



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

FORMULAÇÕES PARA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ESTRUTURAS LAMINADAS DE MADEIRA

José Eduardo Furlani (furlani@facens.br)

FACENS - Faculdade de Engenharia de Sorocaba

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

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

RESUMO: Procurando desenvolver um material com características mecânicas otimizadas, muitos pesquisadores têm feito estudos com os materiais compósitos. Placas de cimento e revestimentos de construções restauradas são os usos mais comuns dos materiais compósitos na construção civil. O uso de fibras sintéticas como reforço de elementos estruturais laminados foi mais recentemente pesquisado sendo que alguns estudos comprovaram o incremento das características mecânicas de tais peças. Como cada camada constituinte do laminado possui característica ortotrópica (pelo fato da madeira ser um compósito natural), o laminado apresenta propriedades direcionais sendo que frequentemente não ocorre a coincidência dos eixos principais com os eixos geométricos da peça. Este fato resulta no aparecimento de termos diferentes de zero no tensor constitutivo dessas peças laminadas o que aumenta a complexidade para a determinação das suas propriedades elásticas. Pesquisadores como Lekhnitskii (1981) e Jones (1975) desenvolveram formulações que possibilitam analisar o comportamento mecânico de estruturas laminadas com a inclusão de tensores constituintes completos para as peças laminadas anisotrópicas. O entendimento das relações tensão x deformação de um compósito submetido ao estado plano de tensão é fundamental para a análise do comportamento de um compósito laminado constituído por várias lâminas. Neste contexto, este trabalho compila e promove uma análise das formulações apresentadas por estes pesquisadores utilizadas para modelar o comportamento mecânico de compósitos laminados.

Palavras-chave: compósitos laminados, madeira, mecânica dos materiais.

SOME FORMULATION FOR ANALYSIS OF THE MECHANICAL BEHAVIOR OF WOOD LAMINATED STRUCTURES

ABSTRACT: Searching to develop a material with optimized mechanical characteristics, many researchers have made studies with the composite materials. Cement plates and coverings of restored constructions are the most common uses of the composite materials in the civil construction. The use of synthetic staple fibers as reinforcement of laminated structural elements were more recently searched being that some studies had proven the increment of mechanical characteristics of such parts. As each layer of laminate possesses orthotropic characteristic (for the fact of wood to be a natural composite), the laminate presents directional properties being that the coincidence of the main axes of laminate with the geometric axes of the part does not occur frequently. This fact results in the appearance of terms different of zero in the constituent tensor of these laminate parts what increases the complexity for the determination of its elastic properties. Researchers as Lekhnitskii (1981) and Jones (1975) had developed formulations that make possible to analyze the mechanical behavior of laminated structures with the inclusion of complete constitutive tensors for the anisotropic laminate parts. The understanding of the stress and strain relations of a composite subjected to the plane state stress is fundamental for the analysis of the behavior of a laminated composite constituted of some layers. In this context, this work compiles e promotes an analysis of the formulation presented for these researchers that are used to shape the mechanical behavior of laminated composites.

Keywords: laminated composites, wood, mechanics of materials.

1. INTRODUÇÃO

Procurando desenvolver um material com características mecânicas otimizadas, vários pesquisadores têm feito trabalhos com os materiais compósitos. Estes materiais desenvolvidos em décadas passadas encontram uso nas indústrias automobilística, aeronáutica e naval.

Na construção civil os materiais compósitos estão sendo empregados em maior escala em placas de cimento e revestimentos de construções restauradas. Apenas mais recentemente alguns estudos, como de Fiorelli (2002), evidenciaram o incremento das características mecânicas de peças estruturais de madeira associadas às fibras sintéticas de reforço.

Com o mesmo propósito, torna-se interessante o estudo de peças estruturais de madeira reforçadas com fibras de sisal como reforço de peças estruturais. Além disso, o uso de fibras naturais associado à fabricação de vigas laminadas de madeira de reflorestamento está em consonância com os anseios ecológicos em voga nos dias de hoje.

As fibras vegetais apresentam baixo custo com boas características mecânicas e disponibilidade no mercado, sendo ainda fundamentais para o desenvolvimento de determinadas regiões do Brasil (maior produtor mundial de sisal). Os estados da Bahia e da Paraíba são o primeiro e segundo maiores produtores nacionais, respectivamente.

A fibra de sisal é industrializada e fornecida ao mercado na forma de cordas, tecidos, mantas, barbantes, tapetes, sacos, bolsas, chapéus, vassouras e artesanato o que propicia seu uso em diversos setores. Cerca de 50% de toda produção nacional de fibras e manufaturados são exportados para países como Estados Unidos, México e Portugal.

Particularmente neste trabalho são apresentadas as formulações para análise do comportamento mecânico e parâmetros de elasticidade de materiais anisotrópicos que são utilizadas para o estudo do uso estrutural destas peças laminadas de madeira na construção civil.

2. OS MATERIAIS COMPÓSITOS

Materiais compósitos são constituídos de dois ou mais materiais. Esta combinação objetiva incorporar as melhores características de cada material a um material resultante com comportamento otimizado.

Segundo Jones (1975), existem três tipos mais comumente usados de materiais compósitos:

- (a) Os fibrosos, que são constituídos de fibras incorporadas a uma matriz;
- (b) Os laminados, formados por várias lâminas coladas com dois ou mais materiais;
- (c) Os particulados, que são os compostos por partículas associadas a uma matriz.

Na construção civil, o uso dos compósitos teve impulso com a introdução do cimento amianto no começo do século XX, o que possibilitou a produção de peças em escala industrial. A partir disto, tiveram início estudos que contribuíram para um melhor entendimento do comportamento mecânico destes materiais demonstrando suas vantagens para finalidades estruturais.