

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ESTRUTURAL DE VIGAS DE MADEIRA REFORÇADAS COM FIBRAS DE CARBONO E COM FIBRAS DE VIDRO

Juliano Fiorelli (fiorelli@sc.usp.br), **Antonio Alves Dias** (dias@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO: A construção civil constantemente se depara com problemas relacionados à deficiência de elementos estruturais, devido ao aumento de sobrecarga ou degradação por envelhecimento. Recentemente, novos materiais vêm sendo estudados para desempenhar esta função. Dentre eles, pode-se destacar as FRP – Fibras Reforçadas com Polímeros, que possuem alta resistência e alto módulo de elasticidade, quando comparadas com a madeira. Dentre estas, são as fibras de carbono e as fibras de vidro que vêm apresentando melhores resultados no reforço e recuperação de estruturas de madeira. Este trabalho apresenta uma análise teórica e experimental de vigas estruturais de madeira das espécies *Pinus caribea* var *hondurensis*, reforçadas com fibra de vidro e com fibra de carbono. O modelo teórico utilizado para o cálculo do momento resistente da viga considera os estados limites últimos de ruptura por tração ou ruptura por compressão da madeira, considerando um modelo de comportamento elasto-frágil para a tração e elasto-plástico para a compressão. A verificação do estado limite de utilização é feita considerando o conceito de seção transformada. Os resultados obtidos indicam a validade do modelo teórico quando comparado com os resultados obtidos experimentalmente e a eficiência do reforço com fibra é constatada pelo aumento da resistência e do módulo de elasticidade das vigas de madeira reforçadas.

Palavras-chaves: madeira, fibra de vidro, fibra de carbono, reforço estrutural.

EVALUATION OF THE STRUCTURAL BEHAVIOR OF WOOD BEAMS REINFORCED WITH CARBON FIBER AND WITH GLASS FIBER

ABSTRACT: The construction constantly comes across problems related to the deficiency of structural elements, due to the increase in load or degradation by aging. This scenery is motivating the development of new reinforcement techniques and rehabilitation of wood structures. Recently, new materials have been studied to do this work. Among them, it can stand out FRP - Fibers Reinforced Polymers, which have high strength and stiffness, when compared with the wood. The fibers that presents better efficiency in reinforcement and rehabilitation of wood structures, are the glass fibers and carbon fibers. This paper presents an experimental and theoretical analysis of wood structural beams of the specie *Pinus caribea* var. *hondurensis*, reinforced with glass fiber and with carbon fiber. The beams evaluated experimentally, through flexural rehearsals, were reinforced in the inferior part. The cross section and the number of layers of fibers varied. The theoretical model used for the calculation of the resistant moment of the beam it considers the states rupture limits for tensile of the wood in the inferior fibers, or rupture for compression in the wood, after crushing in the superior phase. The results obtained indicate the validity of the theoretical model when compared with the results obtained experimentally and the efficient of the reinforced of glass fiber, is consisted for increase of strength and elasticity modulus of the reinforced wood.

Keywords: Wood, carbon fiber, glass fiber, reinforced structural

1. INTRODUÇÃO

Problemas relacionados à baixa eficiência de elementos estruturais, aumento de sobrecarga e degradação por envelhecimento existem com bastante frequência na construção civil. Estas patologias vêm motivando o desenvolvimento de novas técnicas de reforço e recuperação para estruturas. O objetivo principal da recuperação não é simplesmente reparar, mas também prevenir e reduzir o aparecimento de futuros problemas. Existem situações em que as estruturas de madeira precisam ser reparadas, tornando-as novamente aptas ao uso e outros casos em que é necessário a execução de reforço para obter um aumento na capacidade de carga do elemento estrutural.

Recentemente, materiais alternativos vêm sendo estudados para recuperar e reforçar estruturas. Uma maior atenção vem sendo dada para o uso de fibras reforçadas com polímeros (FRP). As fibras que estão apresentando melhores resultados para reforçar e recuperar estruturas são: fibra de vidro e fibra de carbono. Novos estudos estão sendo conduzidos com estes materiais, objetivando a sua utilização em maior escala em toda a construção civil.

2. FIBRAS REFORÇADAS COM POLÍMEROS (FRP)

Por apresentar alta resistência, baixo peso e facilidade em associar a outros materiais, as fibras reforçadas com polímeros (FRP), vêm sendo utilizadas nas indústrias aeroespaciais, automotivas e de equipamentos esportivos, nos últimos cinquenta anos.

Atuando como reforço de elementos estruturais são os tecidos unidirecionais de fibra de vidro e de fibra de carbono que vêm demonstrando melhor eficiência no desempenho destas funções, devido às ótimas propriedades mecânicas destes materiais. A Figura 1 ilustra os tecidos unidirecionais de fibra de vidro e de fibra de carbono.



Figura 1 - Tecido de fibra de vidro e de fibra de carbono

O emprego das fibras deve ser feito em conjunto com algum tipo de adesivo, formando, a partir da combinação de dois materiais, um compósito com propriedades superiores às destes materiais. A Tabela 1 apresenta as propriedades mecânicas das fibras.

Tabela 1 - Valores de resistência e rigidez

Fibra unidirecional	Características		
	Resistência a Tração (MPa)	Módulo de Elasticidade (MPa)	Densidade (g/cm ³)
Vidro	1100	70.000	2,55
Carbono	2200	180.000	1,75