

AValiação Numérica de Vigas Mistas de Madeira e Concreto com e sem Reforço com Fibras Sintéticas

José Luiz Miotto¹ (jlmiotto@uem.br)

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Paraná, Brasil

Resumo

Por suas características intrínsecas, as estruturas mistas de madeira e concreto se alinham com os requisitos das construções sustentáveis, resultando em estruturas simultaneamente mais leves e rígidas que as similares produzidas em concreto armado. Uma oportunidade para incrementar o desempenho das estruturas mistas consiste no emprego de polímeros reforçados com fibras (PRF) nas regiões tracionadas das vigas. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar numericamente o comportamento de vigas mistas de madeira e concreto, utilizando-se resultados experimentais publicados previamente para a aferição das simulações numéricas. Para tanto, vigas mistas de madeira e concreto, com e sem reforço com fibras de vidro e sistema de conexão constituído por ganchos de aço com diâmetro de 8 mm, foram modeladas no software SAP2000, versão 15. Os resultados numéricos apresentaram razoável aderência aos valores experimentais. Para níveis de carregamento situando-se no regime de comportamento elástico-linear dos materiais, as deflexões obtidas numericamente apresentaram 2,2% de diferença com os resultados experimentais, no caso das vigas mistas sem reforço. Por sua vez, as máximas tensões normais de tração na viga de madeira laminada colada não ultrapassaram 2,6% de diferença, enquanto que a máxima tensão normal de tração no reforço com fibras de vidro não ultrapassou a diferença de 4,4% com os resultados experimentais, indicando razoável concordância. Os resultados obtidos numericamente diminuem de forma considerável o tempo e o custo necessários para a avaliação experimental destes elementos estruturais. Além da disseminação de conhecimentos, as constatações apresentadas neste trabalho auxiliam na formulação de recomendações para o projeto das estruturas mistas de madeira e concreto em documento normativo brasileiro, bem como na ampliação do campo de aplicação da madeira nas construções.

Palavras-chave: Estruturas mistas de madeira e concreto. Madeira laminada colada. Reforço com fibra de vidro. GFRP. Simulações numéricas.

Abstract

Timber-concrete composite structures are aligned with the requirements of green buildings due to their intrinsic characteristics, because resulting in structures that are both lighter and stiffer than similar ones produced in reinforced concrete. To increase the performance of composite structures, an alternative is to use fiber reinforced polymers (FRP) in the tensile regions of the beams. The objective of this research was to numerically evaluate the behavior of timber-concrete composite beams, using previously published experimental results for the admeasurement of numerical simulations. Therefore, timber-concrete composite beams with and without glass fiber reinforcement

polymer, and connection system consisting of steel hooks with 8 mm in diameter, were modeled in SAP2000 software, version 15. The numerical results showed considerable adherence to the experimental values. For loads acting in the linear-elastic materials behavior, the deflections numerically obtained showed 2.2% difference with the experimental results, valid for beams without reinforcement. On the other hands, the maximum normal tensile stresses in the glued laminated timber beam did not exceed the difference of 2.6%, while the maximum normal tensile stresses in the fiberglass reinforcement did not exceed the difference of 4.4% with the experimental results, indicating the good agreement between the results. The numerically obtained results considerably reduce the time and cost required for the assessment of structural elements. The findings showed in this work contribute to the dissemination of this knowledge, in addition to collaborating with the formulation of normative recommendations for the design of timber-concrete composite structures in Brazil, as well as in the expansion of the field of wood application in buildings.

Keywords: Timber-concrete composite structures. Glued laminated timber. Fiberglass reinforcement. GFRP. Numerical simulation.

1 Introdução

A madeira laminada colada (MLC) vem sendo empregada com sucesso desde os primórdios do século XX e consiste na colagem de duas ou mais lamelas de madeira, previamente preparadas para este fim, por meio de adesivos sintéticos (FIORELLI, 2005). Essa técnica de laminação apresenta-se como alternativa eficiente para vencer as limitações dimensionais da madeira serrada.

No entanto, um desafio para os projetistas de estruturas é encontrar soluções que atenuem as deflexões resultantes do baixo módulo de elasticidade da madeira. Uma alternativa desenvolvida, para o caso de pisos das edificações, consiste na combinação de vigas de madeira com uma laje em concreto armado – designadas estruturas mistas de madeira e concreto – conectadas por um sistema de ligação. Essa alternativa vem sendo pesquisada e aplicada desde as primeiras décadas do século XX.

O sistema de conexão cumpre a dupla função de evitar que as partes se separem e de transferir esforços entre o concreto e as peças de madeira. Em boa parte dos casos, o sistema de ligação é constituído por pinos metálicos (parafusos, pregos, ganchos, etc.), chapas metálicas (chapas perfuradas, chapas com dentes estampados, etc.) ou entalhes. Há ainda uma proposta de melhorar o desempenho dos sistemas mistos de madeira e concreto, mediante o emprego de fibras sintéticas coladas à parte tracionada da madeira. Pesquisas realizadas por Weaver (2002), Miotto (2009) e outros pesquisadores demonstraram os ganhos de resistência associados a essa técnica.

O estudo e desenvolvimento de soluções estruturais se dão, na maior parte das vezes, mediante a realização de ensaios em modelos construídos em escala real. Entretanto, essa alternativa exige tempo e implica em custos elevados. Com o desenvolvimento de métodos numéricos, como é o caso do Método dos Elementos Finitos (MEF), criou-se a