

LIGAÇÕES ESTRUTURAIS EM PEÇAS DE MADEIRA LAMINADA COLADA DE EUCALIPTO, POR MEIO DE ELEMENTOS METÁLICOS OCOS, SOLICITADAS A ESFORÇOS COMBINADOS

EUCALYPTUS GLULAM FRAME CONNECTIONS MADE OF HOLLOW METALLIC ELEMENTS UNDER COMBINED EFFORTS

Edgar Vladimiro Mantilla CARRASCO¹; Cynara Fiedler BREMER²

RESUMO - Este estudo trata da análise experimental de ligações estruturais em peças de eucalipto laminado colado submetidas a esforços combinados de momento fletor e força cortante. As características mecânicas das lâminas que compunham as peças foram determinadas através de ensaios não destrutivos via ultrassom. As peças de madeira laminada colada foram confeccionadas de modo a se obter um resultado satisfatório. Os corpos de prova foram confeccionados a partir de duas peças de madeira laminada colada unidas com diversos conectores, em forma de L (com o objetivo de se simular uma ligação viga-pilar), carregadas e levadas até a ruptura. Na região da ligação foram instalados transdutores nas posições horizontal e vertical (com o objetivo da determinação do giro entre as peças ao longo de todo o ensaio), a carga foi aplicada através de um conjunto de atuador hidráulico e bomba de pressão, e sua leitura foi feita através de uma célula de carga. Todos os dados foram obtidos de forma automatizada, armazenados e tratados num sistema de aquisição de dados. Foram elaborados gráficos Momento x Rotação da ligação para cada um dos tipos de ligação analisados, determinando desta maneira o desempenho da ligação e a resistência rotacional.

Palavras-chave: ligações em madeira, esforços combinados, análise experimental.

ABSTRACT - This study deals with an experimental analysis of structural connections in Glued Laminated Eucalyptus pieces under bending moment and shearing force combined efforts. Wood mechanical properties were analyzed through nondestructive ultrasound tests. The laminated wooden pieces were carefully made in order to obtain satisfactory results. Specimens were made of two wooden pieces in L form (to simulate a beam-column connection), loaded until rupture. At the connection region two displacement transducers were installed, one in horizontal position and the other in vertical position (to determine the rotation between the wooden pieces). All data were recorded in an appropriated acquisition data system. Moment x rotation connection curves for each analyzed connection were plotted, determining each connection performance and rotational resistance.

Keywords: wooden connections, combined efforts, experimental evaluation.

¹ Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas, UFMG, mantilla@dees.ufmg.br

² Professora do Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, UFMG, cynarafiedlerbremer@ufmg.br

INTRODUÇÃO

A madeira laminada colada é um material obtido pela composição de várias lâminas de madeira, unidas por um adesivo apropriado formando um elemento resistente. Essas lâminas podem ser da mesma espécie de madeira ou de espécies diferentes. Dependendo da distribuição dos esforços essas lâminas podem ser distribuídas neste elemento de forma conveniente: lâminas com menor resistência mecânica localizadas onde haverá menor solicitação e lâminas com maior resistência onde os esforços forem maiores.

Em uma estrutura a região que requer maiores cuidados é onde estão as ligações. Estas ligações podem ser pregadas, parafusadas, coladas ou com o uso de anéis. Neste estudo foram adotadas as ligações parafusadas, porém com um diferencial: foram utilizados tubos, ou os chamados parafusos ocos. A vantagem de utilização deste tipo de conector é a economia de material, pois o miolo do parafuso pouco contribui para a sua resistência, sendo as suas paredes a parte resistente. Além disso, os tubos são mais dúcteis e seu uso na ligação se traduz em alta capacidade de carga (Heiduschke, A. e Haller, P., 2008).

Racher, P. (1996) *apud* Stamato, G. C. (2001) e Bremer, C. F. (1999) indica que a rigidez rotacional pode ser utilizada como ferramenta de análise sobre a rigidez da ligação no cálculo de estruturas com ligações resistentes ao momento. Segundo este autor as ligações podem ser convenientemente classificadas, considerando o parâmetro β_r , dado pela Equação 1.

$$K_r = \beta_r \frac{EI}{L} \quad (1)$$

onde: K_r é a rigidez rotacional da ligação, EI é a rigidez à flexão e L é o comprimento da peça.

Uma substancial diminuição no momento na ligação ocorre quando o coeficiente β_r é menor do que 6. Se o valor de β_r estiver entre 8 e 12 a ligação pode ser considerada rígida. Se β_r estiver próximo de 0,5 a ligação será flexível. O autor ainda analisa o comportamento local da ligação, que deve ser examinada quando atua o momento fletor. Considerando o comportamento ortotrópico da madeira, os conectores são carregados a um ângulo variável com as fibras. Para atingir uma análise elástica as peças são consideradas como rígidas, visto que elas são mais resistentes que a região da ligação. Portanto, a rotação da ligação resulta de um deslocamento rotacional ω dos conectores. O valor de K_r também pode ser obtido pela Equação 2.

$$K_r = \sum_{j=1}^n K_{\alpha j} r_j^2 \quad (2)$$

onde: $K_{\alpha j}$ é o módulo de deslizamento na direção da força do conector j e r_j é a distância entre o centro do conector e o centro da ligação.

O módulo de deslizamento a um ângulo α é determinado pela fórmula de Hankinson, Equação 3.

$$K_{\alpha j} = \frac{K_{0,j} K_{90,j}}{K_{0,j} \sin^2 \alpha_j + K_{90,j} \cos^2 \alpha_j} \quad (3)$$