

SISTEMA DE LIGAÇÃO PARA ESTRUTURAS ESPACIAIS PRÉ-FABRICADAS EM MADEIRA

Clécio Magalhães do Vale (cleciomagalhaes@gmail.com) - Universidade Federal de Ouro Preto;
Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco (mantilla@dees.ufmg.br) - Universidade Federal de Minas Gerais;
José Tarcísio Lima (jtlima@ufla.br) - Universidade Federal de Lavras

RESUMO: As soluções de cobertura em madeira ainda apresentam pouca diversidade tipológica, predominando as soluções em treliças planas. Investigamos, neste artigo, a aplicação da madeira roliça de pequeno diâmetro (MRPD) de eucalipto em cobertura do tipo estrutura espacial, a qual emprega, comumente, o aço e o alumínio. Avaliaram-se, experimentalmente, os componentes típicos de estruturas espaciais: um elemento de ligação metálico – identificado na bibliografia – constituído por barra rosqueada, tubo galvanizado e porca, e a barra, em MRPD. Nos ensaios de tração paralela às fibras verificou-se que furos transversais redondos, efetuados nas barras de MRPD para fixação dos elementos de conexão, induzem à ruptura da madeira por tração perpendicular às fibras (fendilhamento). Uma avaliação comparativa com modelos de furação transversal quadrada, propostos pelos autores, concluiu que ocorre um incremento do desempenho estrutural com a adoção destes últimos, pois os padrões de ruptura da barra de madeira não mais se enquadram como cisalhamento perpendicular, mas paralelo às fibras – o qual apresenta limite de ruptura significativamente mais elevado. Os resultados preliminares apontam para uma aplicação viável em estruturas espaciais.

Palavras-chave: eucalipto, madeira roliça de pequeno diâmetro, estruturas de madeira, ligações mecânicas

CONNECTION SYSTEM FOR TIMBER PREFABRICATED SPATIAL STRUCTURES

ABSTRACT: Timber roof structures do not show a wide diversity of types, prevailing roof trusses solutions. We investigated, in this article, the application of small-diameter round wood (SDRW) in spatial structure roof, which employs, commonly, steel and aluminum. Were evaluated, experimentally, typical components of spatial structures: a metallic connector - identified in the literature - which consists of steel rod threaded, galvanized pipe and nut, and the bar in SDRW. In tensile parallel to grain tests was found that the cross round holes, made in the SDRW bars to fix the connector, induce rupture by tensile perpendicular to the grain (splitting). A comparative evaluation of models with square cross-drilling, as proposed by the authors, concluded that there is an increase in structural performance with the adoption of the latter, because the patterns of rupture of the timber no longer fit to tensile perpendicular to the grain, but parallel to the grain -- which presents upper failure limit. Preliminary results indicate a feasible application in spatial structures.

Keywords: eucalyptus, small-diameter round wood, timber structures, mechanical joints.

1 INTRODUÇÃO

A madeira, em sua forma roliça e cônica, apresenta-se em sua geometria natural e é empregada assim desde tempos remotos. Com a industrialização da floresta a mentalidade prismática reorientou tanto a prática quanto a teoria da construção em madeira (Cook, 2001). Entretanto, por eliminar processamento adicional, a madeira roliça tem menor consumo de energia se comparada à produção de madeira serrada, pois se eliminam as etapas de desdobro, aparelhamento e aplainamento (Partel, 2006). Apresenta, ainda, capacidade de carga superior a qualquer peça prismática serrada que se possa obter da mesma peça, pois a capacidade axial está diretamente relacionada à área da seção transversal (Wolfe e Murphy, 2005).

Contudo, esta madeira roliça de pequeno diâmetro tem alguns entraves ao seu aproveitamento como elemento estrutural: (1) ausência de classificação sistemática do material, (2) inexistência de normalização para orientação de procedimentos de projeto e (3) pouquíssima investigação de soluções de conexão, simples e de uso universal (Yeates, 1999, Wolfe, 2000, Wolfe, King e Gjinolli., 2000, Stern 2001, Eckelman, 2004, de Vries e Gard, 2006, Eckelman et al., 2007). Os obstáculos ao seu emprego também se encontram no desconhecimento prático de soluções estruturais específicas (Ranta-Maunus, 1999).

Como o potencial construtivo da madeira está também associado à conectividade dos componentes estruturais, as soluções de conexões tornam-se fundamentais para difusão do emprego de madeira roliça de pequeno diâmetro: elas expandem as possibilidades construtivas e lhes garantem mais eficiência e confiabilidade. Stern (2001) recomenda que as soluções de conexão dos elementos devam ser aprimoradas antes que a madeira roliça possa ser utilizada de modo mais efetivo. Wolfe (2000) sugere que o foco de pesquisas deve recair no desenvolvimento de conexões economicamente viáveis, capazes de lidar com a transferência axial de carga e o momento de flexão atuante.

Em testes para verificação do desempenho de madeiras de pequeno diâmetro (Douglas-fir, 12,7 cm de diâmetro) em treliças tridimensionais assim como em entramados estruturais, Wolfe, Gjinolli e King (2000) desenvolveram e avaliaram métodos de conexão (barra rosqueada-porca) de solução simples. Recomendam a usinagem da madeira em condições controladas – após a secagem em uma temperatura final próxima das condições de serviço –, com a furação orientada em um ângulo superior a 45° em relação ao plano das rachaduras, e também a classificação para minimizar efeitos de desvios de grã e nós nas regiões das conexões.

Na revisão da literatura efetuada, destaca-se a investigação de Eckelman (2004), a qual serviu de ponto de partida para os experimentos aqui apresentados. Eckelman (2004) desenvolveu solução simples e econômica de conexão. Empregou barras metálicas rosqueadas introduzidas axialmente nas extremidades de peças de madeira roliça (*southern yellow pine* e *yellow poplar*) e fixadas, com porca, a tubos também metálicos galvanizados, colocados transversalmente ao eixo da peça (Figura 1). Nos ensaios de arrancamento obteve resultados expressivos, embora fissuras superficiais e rachaduras de secagem reduzissem significativamente a eficácia das juntas e levassem a uma variação da resistência mecânica. Tal efeito foi contornado pela orientação perpendicular do tubo em relação ao plano de rachadura. Entretanto, se as extremidades com rachaduras eram reforçadas com abraçadeira metálica, os valores finais de resistência aproximavam-se consideravelmente. Sua pesquisa apontava para aplicação em treliças planas e espaciais.

Como as treliças tridimensionais são, em última instância, o objeto maior de nossa investigação, replicou-se o experimento de Eckelman (2004) a fim de verificar sua potencialidade como tipologia de ligação estrutural. A partir dos resultados experimentais, analisadas suas limitações e potencial aprimoramento, foram propostas modificações tendo em vista a possibilidade de ganhos em segurança e eficácia estrutural. São apresentadas comparações entre os modelos de ligação desenvolvidos.