



XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA LONDRINA – JULHO 2008

ENSAIO DE TRÊS SISTEMAS DE LIGAÇÕES EM PROTÓTIPOS TRIANGULARES

Alfredo Petrauski (apetrauski@unioeste.br), **Márcia Fernanda Deminski**, **Sandra Maria Ferreira Couri Petrauski** (spetrauski@unioeste.br), **Marcos Vinicius Schlichting**, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Cursos de Engenharia Agrícola e Engenharia Civil

RESUMO: Foram executados e testados sob carga 18 protótipos triangulares para teste de resistência de três sistemas aptos à ligação de extremidade de tesouras de banzo inclinado: ligações por entalhe, ligações por chapas de dentes estampados e, por fim, ligações multilaminadas coladas. Cada conjunto de seis protótipos recebia em suas duas extremidades as três soluções propostas. Foram executados com comprimento entre os apoios igual a 120 cm e tinham um ângulo de 27° entre as barras inclinadas e a barra horizontal. No ponto superior utilizou-se uma rótula metálica para ser ponto de aplicação de carga quando dos testes. Todas as barras dos protótipos foram executadas em MLC compreendendo a colagem de 4 lâminas de Eucalyptus sp., com altura de 8 cm e espessuras da ordem de 1,7 cm. Todas as lâminas foram classificadas pela densidade para evitar-se favorecimento entre os tratamentos estudados. Os seis protótipos inteiramente colados foram executados em gabarito especialmente construído para este fim. As duas outras soluções, ou seja, protótipos com ligações por entalhe ou ligações com chapas de dentes estampados foram executadas após a execução das barras. Os protótipos foram testados individualmente em laje de reação com acompanhamento dos deslocamentos sofridos entre as barras na região das ligações. O aparato utilizado tinha capacidade máxima de aplicação de carga da ordem de 100 kN. Todos os protótipos executados com entalhe ou com chapas de dentes estampados romperam para cargas máximas médias da ordem de 60 kN na rótula superior, tendo sido ligeiramente superiores para a solução de chapas. Nenhum protótipo, porém, executado laminado colado rompeu haja vista a incapacidade de aplicação de cargas superiores a 100 kN do aparato disponível. As soluções por entalhe e por chapas se equivaleram estatisticamente. Quanto à rigidez, a solução colada mostrou-se mais rígida, seguida da solução com chapas industriais.

Palavras-chave: ligações, madeira, treliças

TEST OF THREE CONECTION SYSTEMS IN TRIANGULAR PROTOTYPES

ABSTRACT: Eighteen triangular prototypes were made and tested under loads for resistance tests of three systems suitable for extreme connections of trusses: connections by grooving, nail metal plates and finally connections multilaminated glued. Each group of six prototypes received in their both extremes the three solutions proposed. They were made with 120 cm length between the supports and they had an angle of 27° between inclined and horizontal bars. In the superior node it was used a metallic articulate joint to be load application point during the tests. All the prototype bars were done in GLULAM involving the gluing of 4 Eucalyptus sp. sheets that were 8 cm high and 1,7 cm thick. All the sheets were classified by the density to avoid preferences among the treatments used. The six prototypes completely glued were made based on a template specifically for this purpose. The other two solutions, which were the prototypes with connections by grooving or nail metal plates, were made after the bars production. The prototypes were tested individually in reaction slab with the accompaniment of the suffered displacement among the bars in the connection area. The device used had maximum load capacity of 100kN. All the prototypes made with grooving or nail metal plates ripped with the maximum medium loads of 60kN in the superior node, being slightly superior to the metal plate solution. However, none of the glued and laminated prototypes made ripped apart considering the superior load application incapacity of 100kN of the available device. The grooving and sheets solutions were statistically equivalent. As to the stiffness, the glued solution presented itself stiffer, followed by the industrial sheet solution.

Keywords: wood, connections systems, truss frames

1. INTRODUÇÃO

A NBR 7190 (1997) deixou de incorporar, pelo menos de forma explícita, a execução de ligações madeira-madeira com o uso de sambladuras ou entalhes. Tal realidade concorre para uma tendência ao que parece irreversível motivada, entre outras razões, pela ausência de mão-de-obra qualificada para trabalho em madeira e a natural exigência da rapidez na execução de obras o que aponta de imediato para a industrialização das estruturas em madeira.

Embora tais circunstâncias, ainda são freqüentes estruturas executadas com sambladuras, especialmente em telhados. Por outro lado, soluções de ligações aptas à industrialização merecem atenção do meio técnico e especialmente no meio universitário uma vez que os novos profissionais de engenharia são normalmente apresentados às possibilidades das estruturas em madeira de forma rápida, expedita, sem a perspectiva de grandes aprofundamentos.

Neste trabalho procurou-se comparar, sob certas condições, o comportamento de ligações aptas ao emprego em estruturas treliçadas, tendo sido objeto da pesquisa as ligações de extremidade de tesouras triangulares. Tal ligação, via de regra, equivale à mais solicitada em uma estrutura treliçada. CARVALHO FILHO (1984), por exemplo, tendo construído e testado até a ruptura 23 treliças feitas com chapas de dentes estampados, observou em 39% dos casos ruptura nas ligações de extremidade.

Foram escolhidas para estudo duas soluções aptas à industrialização além do sistema tradicional tipo sambladura ou entalhe. No primeiro caso, optou-se por usar chapas de dentes estampados e, também, ligações multilaminadas coladas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Generalidades

O trabalho foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia e Estruturas de Madeira – LATEM do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, no *campus* universitário de Cascavel.

A madeira utilizada foi o *Eucalyptus sp.*, tendo-se usado também adesivo à base de resorcinol-formaldeído e chapas de dentes estampados cedidas pela Gang-Nail do Brasil.

2.2. Geometria e construção dos protótipos triangulares

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram os protótipos enquanto geometria adotada e suas respectivas soluções para as ligações de extremidade. Na Figura 1 está ilustrada a solução proposta para as ligações por entalhe. Considerando-se que a dimensão adotada para as barras horizontal e inclinadas conduziu a uma bitola de 8 cm de altura, a profundidade do dente do entalhe ficou estabelecida em 2 centímetros.

Conforme indicado, foi executada uma rótula metálica para instalação no nó superior dos protótipos objetivando a aplicação de cargas no aparato de ensaios. Destaque-se, ainda, que todas as barras de todos os protótipos foram executadas em madeira laminada colada, ou seja, todas as barras foram compostas pela colagem de quatro lâminas de *Eucalyptus sp.* com 8 cm