

RESISTÊNCIA DE LIGAÇÕES CAVILHADAS APLICANDO A PROPOSTA DO NOVO MÉTODO DE ENSAIO DE LIGAÇÕES MECÂNICAS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Marcos Cesar de Moraes Pereira, SMM EESC USP, marcoscesar@sc.usp.br
Carlito Calil Junior, SET EESC USP, calil@sc.usp.br

Resumo

Este estudo determinou a resistência de ligações mecânicas feita através do uso de cavilha de madeira de Pau-roxo (*Peltogyne spp.*, *Leguminosae*) ligando peças de madeira de Pinus (*Pinus Taeda*). O método utilizado foi o proposto no projeto de Norma Brasileira PN 02:126.10-001-4, que foi baseado na norma ISO 6891/1983. O diâmetro da cavilha utilizada foi de 20 mm e as dimensões das peças unidas foram 38 x 90 x 300 mm. O uso de somente uma cavilha de grande diâmetro é justificável como sendo parte de um estudo do uso de cavilhas para confecções de painéis estruturais de lamelas de madeira unidos por cavilhas, chamados de Dowel Laminated Timber (DLT), um tipo de painel desenvolvido nos últimos anos na Europa a partir do Cross Laminated Timber (CLT), que utiliza ligações coladas. A caracterização da madeira de Pau-roxo e da madeira de pinus foi realizada utilizando o método de ensaio da NBR 7190/1997 e os resultados demonstraram que a classe de resistência do pau-roxo foi D60 e do Pinus foi C20. Também foram realizados testes de flexão na cavilha, com obtenção do MOE médio de 18827 Mpa. A resistência da ligação obteve o valor do módulo de deslizamento médio (k_s) de 958 kgf/mm, sendo que este índice é utilizado no cálculo da inércia efetiva através do Método Gamma, presente no anexo B do Eurocode 5, e também faz parte do projeto de revisão da norma brasileira NBR 7190 para o cálculo de seções compostas. Concluiu-se que o valor médio obtido para o índice k_s através do ensaio foi 17% inferior ao valor estimado através da equação presente na tabela 7.1 do Eurocode 5, ainda assim esta equação se mostra como um bom estimador do índice k_s para o uso em ligações cavilhadas com madeiras brasileiras.

Palavras-chave: Cavilhas, Deslizamento da Ligação, Pannel Cavilhado, DLT.

Abstract

This study determined the strength of mechanical connections made by the use of a wood dowel (*Peltogyne spp.*, *Leguminosae*) connecting wood pieces of Pine (*Pinus Taeda*). The method used was the proposed in the draft Brazilian Standard PN 02: 126.10-001-4, which was based on ISO 6891/1983. The dowel's diameter was 20 mm and the dimensions of the joined pieces were 38 x 90 x 300 mm. The use of only a large diameter dowel is justifiable as part of a study of the use of dowels for the manufacture of Dowel Laminated Timber (DLT), a type of panel developed in the past years in Europe from the Cross Laminated Timber (CLT). The characterization of the wood of Pau-roxo and Pine wood was performed using the test method of NBR 7190/1997 and the results showed that the resistance class of the Pau-Roxo was D60 and the Pine was C20. Also, bending tests were performed on the dowel, obtaining the mean MOE of 18827 MPa. The bond strength obtained the mean slip modulus (k_s) of 958 kgf / mm, which is used to calculate the effective inertia by the Gamma Method, present in Annex B of Eurocode 5, and is also part of the project of revision of the Brazilian standard

NBR 7190 for the calculation of composite sections. It was concluded that the mean value obtained for the k_s index through the test was 17% lower than the estimated value through the equation present in table 7.1 of Eurocode 5, yet this equation shows as a good estimator of the k_s index for use in dowelled connections with Brazilian woods.

Keywords: Dowel. Slip module. DLT. Doweled panel.

1 Introdução

As ligações entre peças de uma estrutura de madeira devem ser consideradas como pontos fundamentais de segurança, pois a falha de uma conexão poderá ser responsável pelo colapso total da estrutura (CALIL JUNIOR, LAHR E DIAS, 2003). As peças de madeira são conectadas geralmente por três tipos principais de dispositivos conectores: Pinos metálicos (pregos e parafusos), cavilhas (pinos de madeira) e conectores metálicos (chapas de dentes estampados ou outros tipos de conectores feito sob medida). Entre os três tipos de conectores, atualmente as cavilhas de madeiras são as menos utilizadas, devido a facilidade e evolução dos conectores metálicos, principalmente os parafusos.

Apesar disso, as cavilhas de madeira ainda representam uma boa alternativa como conexão devido as vantagens ambientais associadas ao uso da madeira como matéria-prima em substituição ao aço e a aplicação em estruturas de armazenamento de materiais que atacam quimicamente os metais, como é o caso do armazenamento de fertilizantes.

Neste sentido, este estudo determinou a resistência de ligações mecânicas feita através do uso de cavilha de madeira de Pau-roxo (*Peltogyne spp.*, *Leguminosae*) ligando peças de madeira de Pinus (*Pinus Taeda*) seguindo o método utilizado proposto no projeto de Norma Brasileira PN 02:126.10-001-4, que foi baseado na norma ISO 6891 - Timber structures - Joints made with mechanical fasteners (ISO, 1983).

2 Revisão de literatura

Cavilhas são hastes cilíndricas (pinos) torneadas, de madeira dura, que se encaixam justa e gradualmente sob pressão, em furos abertos nas peças de madeira e podem ser utilizadas nas ligações de peças estruturais de madeira, (GOMES, 1997). A norma brasileira de estruturas de madeira NBR 7190 (ABNT, 1997) estipula o uso de madeira classe D60 ($f_{c0,d} = 60\text{MPa}$) para confecção das cavilhas ou impregnação com resinas que aumentem a resistência de madeiras com classes inferiores a D60. Além disso, a norma também determina os diâmetros de 16, 18 e 20 mm para uso em estruturas, e espaçamento mínimo entre cavilhas para evitar o fendilhamento.

Em comparação a outros tipos de ligações, a ligação cavilhadas apresenta certa ductilidade (SZÜCS; TEREZO; VALLE, 2015). Os mesmos autores apresentam um estudo feito por Le Govic (1995), onde se compara a rigidez dos diversos tipos de ligações estruturais para madeira. A figura 1 apresenta um gráfico comparativo da força *versus* deslocamento de cada modelo de ligação.