

DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ESCORREGAMENTO (K_{SER}) PARA LIGAÇÕES CAVILHADAS EM PAINÉIS DE MADEIRA MACIÇA TIPO DCLT

Marcos Cesar de Moraes Pereira¹ (marcoscesar@sc.usp.br); **Carlito Calil Junior²**
(calil@sc.usp.br)

¹INCT – Madeiras da Amazônia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas; ²Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo, (USP), São Carlos, São Paulo.

Resumo

Os painéis de madeira maciça têm ganhado espaço na construção em madeira em diversos países, principalmente nos países europeus. O maior representante destes produtos é o *Cross Laminated Timber* (CLT), ou Madeira Lamelada Colada Cruzada (MLCC), em português, que tem ganhado mercado e notoriedade devido a suas características de rigidez que possibilitam o uso em prédios multi-pavimentos. Na mesma linha, nos últimos anos foram desenvolvidos outros painéis estruturais de lamelas cruzadas que não utilizam ligação através de adesivos, mas sim por pregos, parafusos ou cavilhas. Por se tratar de materiais desenvolvidos recentemente, nem todos estão normatizados ou possuem métodos de ensaio para determinação das características físicas. No caso do painel cavilhado de lamelas cruzadas (DCLT - *Dowel Cross Laminated Timber*), o método de determinação do módulo de escorregamento da ligação presentes nas normas não atende a realidade do uso do painel na flexão. Neste sentido, este estudo teve por objetivo a criação de um método de ensaio para a medição do módulo de deslizamento da ligação tal qual ela ocorre no uso normal do painel. Foram desenvolvidos e ensaiados quinze corpos de prova, formados por lamelas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, com cavilhas de Pau-roxo (*Peltogyne spp.*, *Leguminosae*), com diâmetro de 19 mm. Os resultados experimentais foram utilizados em dois métodos de cálculo de resistência de painéis de lamelas cruzadas. Os resultados analíticos por sua vez, foram comparados aos resultados obtidos por ensaios em painéis de grandes dimensões produzidos com as mesmas espécies e ensaiados na flexão. O comparativo mostrou que o método de ensaio desenvolvido foi apropriado pois os resultados analíticos e experimentais foram idênticos. Com isso concluiu-se que o método desenvolvido é adequado para determinação do módulo de escorregamento da ligação cavilhada ou por pino liso em painéis de lamelas cruzadas tipo DCLT.

Palavras-chave: Ligação. Cavilhas. DCLT. CLT. Painel de Madeira Maciça.

Abstract

Solid wood panels have been increase in wood construction in several countries, especially in European countries. The largest representative of these products is Cross Laminated Timber (CLT), which has gained market and notoriety due to its rigidity characteristics that allow the use in multi-storey buildings. In the same vein, in recent years other cross-sided structural panels have been developed that do not use adhesive bonding, but rather nails, screws or dowels. Because they are newly developed materials, not all are standardized or have test methods for determining physical characteristics. In the case of the Dowel Cross Laminated Timber (DCLT), the method of determining the Slip Module present in the standards does not meet the reality of using the bending panel. In this sense, this study aimed to create a test method for the measurement of the

bond slip module as it occurs in normal use of the panel. Fifteen specimens, consisting of *Pinus taeda* and *P. elliottii* coverslips, were developed and tested, with 19 mm diameter Pau-roxo dowels (*Peltogyne spp.*, *Leguminosae*). Experimental results were used in two methods of calculating CLT panel strength. The analytical results, in turn, were compared to the results obtained by tests on large panels produced with the same species and tested on flexion. The comparison showed that the developed test method was appropriate because the analytical and experimental results were identical. Thus, it was concluded that the developed method is suitable for the determination of the slip module in DCLT type cross-sided panels.

Keywords: Timber connection. Dowel. DCLT. CLT. Solid Wood Panels

1 Introdução

O uso da madeira em estruturas é mais comum nos países europeus, que desde o início do século passado desenvolveram soluções para unir e compor peças de grandes seções transversais e com comprimentos maiores, inicialmente para suprir a demanda por madeira que na época estava escassa devido ao crescimento das cidades após a revolução industrial, e posteriormente por necessidades construtivas. Nessa época surgiram as vigas laminadas unidas inicialmente por pregos e cavilhas, mas que foram substituídas pelas ligações coladas, que são mais resistentes e com menor deformações. Desde então o uso do laminado colado evoluiu, até que nos anos de 1980 e 90, foram desenvolvidos os painéis de madeira colada cruzada, chamados de CLT.

Segundo Gagnon e Crespell (2011), foi buscando alternativas menos impactantes e estruturalmente resistentes que pesquisadores austríacos desenvolveram o *Cross Laminated Timber* (CLT), que em português é chamado de Madeira Laminada Colada Cruzada (MLCC), um painel formado por lamelas de madeiras coladas em camadas transversais defasadas 90° entre si, com números de camadas variando de 3 a 9, sempre em números ímpares, de modo a obter espessuras de dimensões estruturais, variando de 57 a 500 mm. O CLT é basicamente um compósito formado por madeira e um adesivo químico, que devido a sua característica de cruzamento das camadas consegue obter uma rigidez semelhante às placas de concreto armado.

O CLT (Figuras 1 e 2) ganhou o mercado a partir dos anos 2000, por: propiciar facilidade de construção, ser pré-fabricado, apresentar boa relação resistência x peso, ser ambientalmente amigável e possibilitar a construção de prédios multipavimentos.

Figura 1- Residência unifamiliar construída em CLT na Áustria.



Fonte: Gagnon e Crespell (2011)