



LIGAÇÕES DE MICROENTALHES E CHAPA EXPANDIDA EM PAINÉIS COMPOSTOS DE CROSS LAMINATED TIMBER E CONCRETO SUBMETIDOS A ENSAIO DE CISALHAMENTO

Gustavo Violin^{1*}, Cassiano Barros²; Nilson Mascia³; Ramon Vilela⁴

*Autor de contato: g.rosaviolin@gmail.com

¹ Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

² Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

³ Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

⁴ Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

RESUMO

O uso da madeira como material estrutural tem se tornado um tema de crescente interesse, principalmente devido à sua natureza sustentável. Nesse contexto, os produtos engenheirados de madeira têm ganhado destaque no setor da construção civil, ampliando as possibilidades construtivas. Entre esses produtos, o CLT (Cross-Laminated Timber) se sobressai, sendo composto por lamelas de madeira dispostas ortogonalmente entre si em relação ao sentido das fibras e unidas com adesivo estrutural para formar painéis robustos. Com o avanço das pesquisas e da tecnologia nesse campo, uma área em destaque envolve a combinação de CLT com concreto para criar um composto estrutural híbrido. O presente estudo tem como objetivo investigar o comportamento e a rigidez de duas configurações de ligações entre esses materiais, analisando a eficácia das conexões por microentalhes com e sem a adição de chapas expandidas. A investigação foi conduzida por meio de ensaios experimentais de cisalhamento, e faz parte de uma pesquisa mais ampla sobre elementos compostos de CLT-concreto, que também busca compreender o comportamento dessas ligações em situações de flexão.

Palavras-chave: análise experimental; madeira engenheirada; rigidez ao cisalhamento; microentalhes.

ABSTRACT

The use of timber as a structural material has become an increasingly relevant topic, primarily due to its sustainable nature. In this context, engineered timber have gained prominence in the construction industry, expanding the range of construction possibilities. Among these products, CLT (Cross-Laminated Timber) stands out, being composed of layers of wood lamellas arranged orthogonally to the grain direction and bonded with structural adhesives to form robust panels. With the advancement of research and technology in this field, one area of focus involves combining CLT with concrete to create a hybrid structural composite. This study aims to investigate the behavior and stiffness of two connection configurations between these materials, analyzing the effectiveness of micro-notch connections with and without the addition of expanded metal plates. The investigation was conducted through experimental shear tests as part of a broader research project on CLT-concrete composite elements, which also seeks to understand the behavior of these connections in bending situations.

Keywords: experimental analysis; engineered timber; shear stiffness; micro-notches.

1. INTRODUÇÃO

A discussão acerca de sustentabilidade tem sido bastante premente no campo da construção civil. Segundo Ustev (2022), apesar desse setor ter um impacto grande no Produto Mundial Bruto, tal campo é responsável por 36% do uso mundial de energia e por 39% das emissões mundiais de CO₂, um dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa. Além disso, a construção civil também é responsável por gerar entre 45% e 65% dos resíduos depositados em aterro (Lima, 2021). Frente a esse cenário, urge a busca por soluções mais sustentáveis em toda a cadeia da construção civil de forma a atenuar esses impactos, sendo um recorte bastante relevante os materiais envolvidos na obra.

Nesse sentido, a utilização da madeira como estrutura tem ganhado bastante destaque, uma vez que tal material tem se mostrado uma alternativa com menor impacto ambiental quando comparada com os materiais estruturais comumente utilizados na construção civil, o concreto e o aço. Além disso, o uso da madeira está fortemente ligado à discussão sobre construções sustentáveis, uma vez que ela desempenha um papel crucial no ciclo do carbono, por meio da absorção e liberação de CO₂. Aproximadamente 50% da massa da madeira é composta de carbono, fixado no material orgânico durante o processo de fotossíntese, que ocorre através da absorção de CO₂ da atmosfera e da ação da energia solar.

Nesse cenário, é de suma importância compreender o papel dos produtos engenheirados de madeira que tem sido responsáveis por ampliar as possibilidades de usos do material de forma a atender as demandas modernas da construção civil e da arquitetura contemporânea. Além do processo de industrialização da madeira possibilitar a criação de produtos mais homogêneos, ao adicionar um grau de pré-fabricação ao material, agregam-se características cada vez mais essências à construção moderna como a agilidade e a precisão.

Nesse grupo, um dos produtos de maior destaque é o CLT (*Cross Laminated Timber*), que se caracteriza pela disposição ortogonal de lamelas de madeira coladas entre si, resultando em placas ou chapas. Essa configuração proporciona uma ação bidirecional, tornando o CLT amplamente utilizado em estruturas de paredes e pisos (Destefano, 2020). Além disso, a alternância das direções das lamelas reduz os efeitos da temperatura e da umidade no plano do painel, minimizando a ocorrência de rachaduras e empenamentos, o que confere maior estabilidade ao produto em comparação com a madeira serrada (Jeska, 2015). O crescente uso desse produto tem ensejado um maior número de pesquisas e de desenvolvimento para implementar a sua performance, com destaque para a combinação de CLT com uma camada de concreto.

Placas mistas de madeira e concreto foram desenvolvidas na década de 1920 para reduzir a quantidade de concreto e aço utilizadas em pisos. Desde a década de 1990, esse composto voltou a ser amplamente utilizado em novas construções, tornando-se os componentes híbridos mais frequentes na construção em madeira (Kaufmann, 2022). Comparados a estruturas compostas apenas de madeira, essas placas melhoram o desempenho estrutural, o isolamento acústico e as características de segurança contra incêndios, além de reduzirem vibrações indesejadas. Nesse arranjo, ambos os materiais atuam de maneira complementar, com cada um posicionado na região onde apresenta melhor desempenho (Dias, 2018).