

## AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL E ANALÍTICA DE PAINÉIS DE MADEIRA LAMINADA COLADA CRUZADA PARA PISOS PRODUZIDOS COM *Pinus elliotti*

Taienne Wini Paiz Ecker<sup>1</sup> (taienne.ecker@hotmail.com); José Luiz Miotto<sup>2</sup>  
(jlmiotto@uem.br)

<sup>1</sup>União de Ensino do Sudoeste do Paraná – UNISEP, Francisco Beltrão – PR, Brasil;

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus Sede, Maringá – PR, Brasil.

### Resumo

Considerando-se o cenário da elevada disponibilidade de madeira procedente de florestas plantadas no sul do Brasil, este trabalho teve como foco o estudo de viabilidade técnica relativo ao emprego do *Pinus elliottii* – procedente do sudoeste do estado do Paraná – na produção de Madeira Laminada Colada Cruzada (MLCC) para pisos, por meio da determinação experimental de propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Para este propósito foram produzidos corpos de prova para ensaios na direção de maior resistência, por meio da colagem de três camadas ortogonais de lamelas com a mesma espessura (21,5 – 21,5 – 21,5 mm), aplicando-se adesivo poliuretano monocomponente. Os 12 corpos de prova para ensaios de flexão foram confeccionados mediante o emprego de diferentes consumos de adesivo (120, 160 e 200 g/m<sup>2</sup>), enquanto que os 12 corpos de prova para ensaios de cisalhamento foram produzidos com 200 g/m<sup>2</sup> de consumo. Os valores médios do Módulo de Ruptura ( $S_R$ ) e Módulo de Elasticidade Aparente ( $E_{M,app}$ ) foram 34,12 MPa e 10.067,3 MPa, respectivamente. O valor médio da máxima tensão de cisalhamento aplicada foi 3,16 MPa. Nos ensaios de cisalhamento observou-se que 75% dos painéis tiveram ruptura por cisalhamento iniciada na camada intermediária. Os valores dos módulos de elasticidade experimentais foram comparados com aqueles obtidos por métodos analíticos, encontrando-se uma diferença de apenas 2% com os resultados decorrentes da aplicação do Método Gama (Eurocode 5). Os resultados obtidos nesta pesquisa contribuem para a composição de um banco de dados relativos aos painéis de MLCC fabricados no Brasil, além de revelar características que estendem o campo de aplicação da madeira em estruturas de edificações.

**Palavras-chave:** Madeira laminada colada cruzada. *Pinus Elliottii*. Ensaios de flexão e cisalhamento. Rigidez à flexão. Avaliação analítica.

### Abstract

Considering the scenario of the high availability of wood from planted forests in southern Brazil, this work focused on the technical feasibility study related the use of *Pinus elliottii*, from the Paraná state, for manufacturing of cross-laminated timber floor panels, through the experimental determination of their physical and mechanical properties. For this purpose, test specimens were produced for testing in the in the major strength direction, by bonding three orthogonal layers of lamellae with the same thickness (21.5 – 21.5 – 21.5 mm), applying one-component polyurethane adhesive. The 12 specimens for

bending tests were manufactured by spreading different amounts of adhesive (120, 160 and 200 g/m<sup>2</sup>), while the 12 specimens for shear tests were produced using 200 g/m<sup>2</sup>. The mean values of rupture ( $S_R$ ) and apparent elastic modulus ( $E_{M,app}$ ) were 34.12 MPa and 10.067.3 MPa, respectively. The maximum shear stress was 3.16 MPa. It was observed that in the shear tests 75% of the panels showed shear failure in the middle layer. The values of the experimental modulus of elasticity were compared with values calculated by analytical methods, finding a difference of only 2% with those obtained by the Gamma Method (Eurocode 5). The results obtained in this research contribute to the composition of a database regarding CLT panels made from plantation-grown wood in Brazil, besides revealing characteristics that extend the field of wood application in building structures.

**Keywords:** Cross laminated timber. *Pinus elliotti*. Bending and shear tests. Bending stiffness. Analytical evaluation.

## 1 Introdução

Com a crescente busca por construções que resultem em menores impactos ambientais e melhor nível de produtividade em canteiros de obras, a Madeira Laminada Colada Cruzada (MLCC) se apresenta como uma solução atraente na construção civil. Esta técnica é capaz de associar diversos diferenciais às construções contemporâneas, inclusive àquelas constituídas por múltiplos pavimentos.

Embora a tecnologia de fabricação e o conhecimento do comportamento mecânico da MLCC sejam bem compreendidos, Sikora, McPolin e Harte (2016) enfatizam que ainda faltam dados experimentais sobre o desempenho mecânico dos painéis de MLCC, o que justifica a realização deste estudo. Considerando-se a elevada produtividade de madeiras no Brasil e as extensas áreas produtoras de pinus no Estado do Paraná, esta pesquisa também se justifica sob a perspectiva de gerar alternativa para agregar valor às matérias-primas produzidas na região. Além disso, esta pesquisa contribui para incentivar a produção de MLCC no Brasil, que se encontra em estágio incipiente.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a possibilidade de utilização de *Pinus elliotti* – procedente de florestas plantadas do Estado do Paraná – na produção de painéis de MLCC para pisos. A investigação objetivou a determinação de propriedades mecânicas dos painéis e a análise de seus modos de ruptura. Além disso, em ensaios de flexão foi averiguada a eficiência da colagem das lamelas, por meio da variação da quantidade de adesivo aplicado na confecção dos painéis. Os valores experimentais foram comparados com os valores mínimos estabelecidos pela norma ANSI/APA PRG 320:2012 e com os resultados obtidos por métodos analíticos.

## 2 Revisão de literatura

No início dos anos 90, com o desenvolvimento de painéis de Madeira Laminada Colada Cruzada (MLCC) na Áustria e na Alemanha, surgiu uma oportunidade promissora para superar as limitações intrínsecas das estruturas de madeira. A MLCC é um produto de madeira fabricado em ambiente industrial, feito de camadas de madeira serrada coladas