

PAINÉIS DE MADEIRA PARA SISTEMAS CONSTRUTIVOS

PRISCILA ROEL DE DEUS¹

¹Fatec Capão Bonito - Silvicultura
priscila.roel@fatec.sp.gov.br

Wooden panels for construction systems

Eixo Tecnológico: *Recursos Naturais*

Resumo

Os sistemas construtivos industrializados em madeira, especialmente aqueles que empregam painéis engenheirados como o CLT (Cross Laminated Timber) e o MLC (Madeira Laminada Colada), apresentam-se como alternativas tecnicamente mais eficientes em relação à madeira maciça, particularmente por contornarem limitações como anisotropia, baixa durabilidade e reduzida resistência ao fogo. A atualização da norma NBR 7190 (2022) reforça o potencial de aplicação desses materiais no setor da construção civil no Brasil. O objetivo deste estudo foi comparar as propriedades mecânicas da madeira in natura de *Pinus elliottii* com as dos painéis CLT e MLC, através da resistência à compressão paralela às fibras e da elasticidade em flexão estática. A metodologia incluiu a confecção de corpos de prova representativos dos três materiais e a realização de ensaios normativos, com posterior análise estatística dos dados. Os resultados demonstraram que o CLT apresentou o desempenho satisfatório em módulo de elasticidade e resistência à flexão, com acréscimos de 65% na resistência e 432% na rigidez à compressão em comparação ao Pinus maciço. O MLC registrou a maior resistência à compressão (40,79 MPa), com valores 8% superiores aos do CLT e 33,8% acima do Pinus, embora com desempenho inferior em flexão. A madeira maciça apresentou os menores valores em todos os ensaios. Os dados evidenciam que a estrutura multicamada e a disposição cruzada das lamelas no CLT proporcionam maior desempenho mecânico e estabilidade dimensional, sendo mais indicado para elementos sujeitos a esforços de flexão, como lajes e painéis estruturais. Já o MLC mostra-se mais apropriado para elementos submetidos à compressão. Conclui-se que os painéis engenheirados, especialmente o CLT, representam soluções sustentáveis e tecnicamente robustas para atender às exigências atuais da construção civil brasileira.

Palavras-chave: *CLT, MLC, Painéis estruturais, Construções sustentáveis.*

Abstract

Industrialized timber construction systems, particularly those employing engineered panels such as CLT (Cross Laminated Timber) and MLC (Glue-Laminated Timber), stand out as technically more efficient alternatives to solid wood, especially by overcoming limitations such as anisotropy, low durability, and reduced fire resistance. The revision of the Brazilian standard NBR 7190 (2022) reinforces the application potential of these materials in the civil construction sector in Brazil. The objective of this study was to compare the mechanical properties of in natura *Pinus elliottii* wood with those of CLT and MLC panels, by evaluating compressive strength parallel to the grain and static bending modulus of elasticity. The methodology involved the fabrication of representative specimens of the three materials and the performance of standardized laboratory tests, followed by statistical data analysis. The results showed that CLT exhibited satisfactory performance in both modulus of elasticity and flexural strength, with increases of 65% in flexural strength and 432% in compressive stiffness compared to solid Pinus. MLC recorded the highest compressive strength (40.79 MPa), with values 8% higher than those of CLT and 33.8% greater than solid wood, although it showed inferior performance in bending. Solid wood presented the lowest values in all tests. The data indicate that the multilayered structure and crosswise orientation of the lamellae in CLT confer superior mechanical performance and dimensional stability, making it more suitable for elements subjected to bending stresses, such as slabs and structural panels. MLC, in turn, appears more appropriate for components under compression. It is concluded that engineered wood panels, especially CLT, represent sustainable and technically robust solutions to meet the current demands of the Brazilian construction industry.

Key-words: *CLT, MLC, Structural panels, Sustainable constructions.*

1. Introdução

No âmbito das soluções tecnológicas para sistemas construtivos industrializados em madeira, encontram-se as log homes, wood frame e as madeiras engenheiradas, tais como: madeira laminada cruzada (Cross Laminated Timber-CLT) e a madeira laminada colada (MLC). Estes sistemas entre outros superam as limitações inerentes às madeiras maciças, como a anisotropia, a fraca durabilidade biológica, a baixa estabilidade global e a reduzida resistência ao fogo. Tais sistemas construtivos em madeira têm desfrutado de ampla aplicação como material estrutural de construção, seja como substituto ou em combinação com o concreto e o aço [1].

A escolha entre os painéis denominados Madeira Laminada Colada (MLC) e Madeira Laminada Cruzada (CLT) para aplicações na construção civil deve considerar as propriedades mecânicas de cada material, bem como os requisitos específicos do projeto. Estudos recentes fornecem dados importantes sobre o desempenho desses materiais [2].

O painel MLC é composto por lâminas de madeira coladas com as fibras orientadas paralelamente ao eixo longitudinal do elemento estrutural. Essa configuração confere ao material uma elevada resistência à compressão paralela às fibras. No entanto, a resistência à flexão do MLC pode ser limitada devido à orientação unidirecional das fibras, o que pode restringir sua aplicação em elementos sujeitos a cargas transversais significativas [3].

Por outro lado, o CLT é formada por camadas de madeira empilhadas perpendicularmente e coladas entre si. Essa disposição cruzada das fibras proporciona ao material uma resistência e rigidez superiores em múltiplas direções, resultando em um desempenho mecânico equilibrado tanto em compressão quanto em flexão. Além disso, a configuração do CLT confere ao material uma maior estabilidade dimensional, tornando-o menos suscetível a deformações causadas por variações de umidade e temperatura [4].

Ao considerar a aplicação na construção civil, o CLT apresenta vantagens distintas devido à sua versatilidade e desempenho mecânico robusto. Sua capacidade de suportar cargas em diferentes direções e sua estabilidade dimensional a tornam adequada para uma variedade de aplicações estruturais, incluindo paredes, pisos e coberturas. Além disso, a eficiência na montagem e a possibilidade de pré-fabricação de elementos em CLT podem resultar em redução de tempo e custos de construção [5].

Em resumo, embora tanto o painel MLC quanto o CLT sejam materiais engenheirados de madeira com aplicações valiosas na construção civil, a escolha entre eles deve ser baseada nas exigências específicas do projeto. O CLT, com sua resistência multidirecional e estabilidade dimensional, destaca-se como uma opção particularmente adequada para estruturas que requerem desempenho mecânico equilibrado e eficiência construtiva.

Apesar dos benefícios destacados para o sistema construtivo CLT, sua utilização ainda não foi amplamente disseminada no Brasil. No entanto, a publicação da norma [6] NBR 7190 (2022) [5], que regulamenta os painéis de madeira, abre caminho para a criação de políticas de incentivo, investimentos do setor privado e financiamentos, impulsionando a disseminação desse sistema construtivo [7]. Isso contribui para eliminar os preconceitos relacionados ao desmatamento, baixa qualidade e durabilidade da madeira. A atualização da norma e o avanço das pesquisas indicam que os painéis CLT têm potencial para serem utilizados na construção civil em vários pavimentos, aproveitando a disponibilidade de madeira no Brasil. Esses sistemas construtivos podem ser uma solução para o déficit habitacional do país [8].

É importante desenvolver estudos sobre sistemas construtivos em madeira, incluindo suas limitações de forma que seja viável propor adaptações específicas que favoreçam sua consolidação no mercado brasileiro, atendendo a necessidades específicas de cada região [9].

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

Contudo, é cada vez mais perceptível a demanda de madeira adequada para painel engenheirado, assim como é grande a demanda de pesquisas neste sistema construtivo, consolidando a qualidade destes materiais e suas aplicações.

O objetivo deste trabalho foi determinar as resistência e a elasticidade da madeira in natura de *Pinus elliotti*, do painel de madeira serrada - Cross Laminated Timber (CLT) e Madeira Laminada Colada (MLC) para aplicação em sistemas construtivos.

2. Materiais e métodos

Para o painel CLT, a espécie escolhida foi o *Pinus elliotti* e de 25 anos de idade provenientes de Santa Catarina. O processo de desdobro e secagem ocorreu até madeira atingir 12% de umidade. Após a secagem, foram confeccionados os corpos de prova para ensaios de elasticidade e resistência: compressão e flexão. Além da montagem do painel CLT. Para o MLC, a madeira foi comprada já beneficiada e seca. Após a secagem, foi feita a confecção de painéis e em seguida dos corpos de prova no laboratório da Fatec Capão Bonito.

Na determinação da resistência e do módulo de elasticidade realizou-se o ensaio de compressão paralela às fibras e flexão estática [6].

Após o levantamento de todas as propriedades foram realizadas tratamentos estatísticos de comparação no programa Minitab®.

3. Resultados e Discussão

A análise comparativa entre a madeira maciça de Pinus, a Madeira Laminada Colada (MLC) e a Madeira Laminada Cruzada (CLT) revelou diferenças significativas em termos de resistência e elasticidade, características fundamentais para sua aplicação na construção civil. Os resultados indicam que a CLT se destaca em diversos aspectos estruturais, consolidando-se como uma alternativa robusta e eficiente para elementos construtivos.

Os resultados médios da elasticidade e resistência do CLT, MLC e do Pinus maciço no ensaio de compressão estão descritos na Tabela 1.

Tab. 1 - Resultados médios da elasticidade e resistência à compressão paralela do CLT, MLC e do Pinus maciço.

Amostra	Média Resistência (MPa)	Tukey	Média Resistência (MPa)	Tukey
CLT	37,76	A	30464,8	A
MLC	40,79	B	7421,6	B
Pinus maciço	30,49	AB	5720,7	B

Fonte: (Autor, 2025).

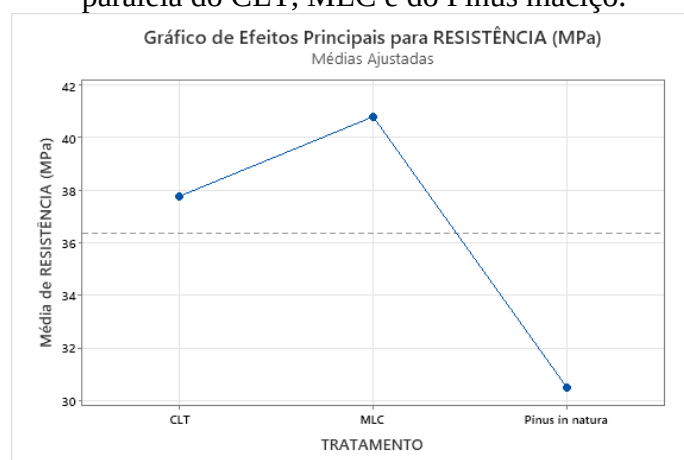
Na resistência à compressão, o painel MLC apresentou o maior valor médio (40,79 MPa), seguido pelo CLT (37,76 MPa) e pelo Pinus maciço (30,49 MPa). O teste de Tukey demonstrou que a MLC pertence a um grupo estatisticamente distinto dos demais, evidenciando a vantagem

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

da colagem longitudinal das lâminas, que reduz descontinuidades e concentrações de tensão. O CLT, embora ligeiramente inferior ao MLC em compressão, ainda apresenta desempenho satisfatório devido à sua estrutura multicamadas, que contribui para a distribuição uniforme das cargas.

Quanto ao módulo de elasticidade na compressão, o CLT demonstrou uma rigidez estrutural expressivamente superior (30464,8 MPa) em comparação ao MLC (7421,6 MPa) e ao Pinus maciço (5720,7 MPa). Essa superioridade pode ser atribuída à disposição cruzada das lâminas no CLT, que reduz a anisotropia da madeira e melhora sua estabilidade estrutural. O MLC, por sua vez, apesar de apresentar uma leve melhora em relação à madeira maciça, ainda sofre limitações decorrentes da sua orientação unidirecional.

Fig. 1 - Comparação entre as médias médios da elasticidade e resistência à compressão paralela do CLT, MLC e do Pinus maciço.



Fonte: (Autor, 2025).

Tab. 2 - Resultados médios da elasticidade e resistência à flexão do CLT, MLC e do Pinus maciço.

Amostra	Média Resistência (MPa)	Tukey	Média Resistência (MPa)	Tukey
CLT	79,35	A	24756,4	A
MLC	26,16	C	15069	B
Pinus maciço	47,67	B	11459,1	AB

Fonte: (Autor, 2025).

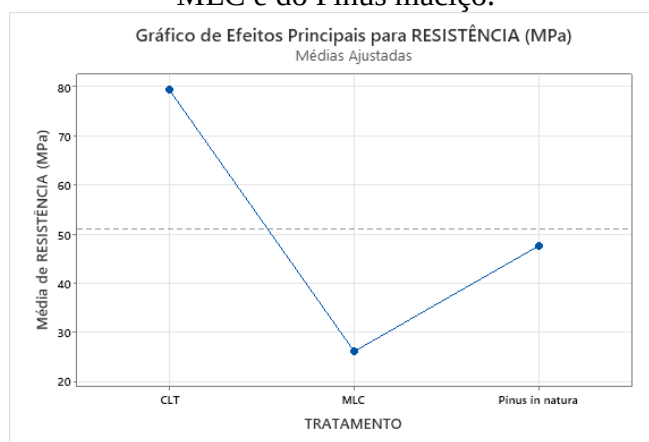
Os resultados obtidos para a resistência e elasticidade à flexão reforçam a superioridade do painel de Madeira Laminada Cruzada (CLT) sobre o Pinus maciço e o painel de Madeira Laminada Colada (MLC), especialmente em aplicações que exigem alto desempenho estrutural.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

Na resistência à flexão, o CLT apresentou o maior valor médio (79,35 MPa), seguido pelo Pinus maciço (47,67 MPa) e, por fim, o MLC (26,16 MPa). A análise estatística de Tukey indicou que cada material pertence a um grupo distinto, evidenciando diferenças significativas entre os tratamentos. A elevada resistência do CLT pode ser atribuída à sua configuração de camadas cruzadas, que permite uma distribuição eficiente das tensões e aumenta a capacidade do painel de suportar cargas transversais. O Pinus maciço, apesar de apresentar resistência superior à MLC, sofre com a heterogeneidade natural da madeira, o que pode resultar em pontos fracos estruturais. Já o MLC, com sua orientação unidirecional das lâminas, possui desempenho inferior na flexão, uma vez que a resistência fica concentrada apenas na direção das fibras, sem o reforço oferecido por camadas perpendiculares, como no CLT.

No módulo de elasticidade à flexão que indica a rigidez do material e sua capacidade de resistir à deformação sob carga, o CLT novamente se destacou (24756,4 MPa), superando tanto o MLC (15069,0 MPa) quanto o Pinus maciço (11459,1 MPa). A análise estatística mostrou que o CLT pertence a um grupo distinto dos demais, enquanto o Pinus maciço e o MLC possuem valores próximos, embora a elasticidade do MLC tenha sido ligeiramente superior. Esse resultado está alinhado com a configuração estrutural de cada material: o CLT, devido à sua construção em camadas cruzadas, apresenta uma rigidez significativamente maior, reduzindo a deformação e garantindo maior estabilidade estrutural. O desempenho do MLC, embora superior ao do Pinus maciço, ainda é limitado pela disposição unidirecional das fibras, que restringe sua capacidade de redistribuir tensões.

Fig. 2 – Comparação entre as médias médias da elasticidade e resistência à flexão do CLT, MLC e do Pinus maciço.



Fonte: (Autor, 2025).

A partir desses resultados evidencia-se que a escolha do CLT como um material para aplicações estruturais na construção civil é eficiente. Sua elevada resistência e rigidez multidirecional a tornam eficaz para componentes sujeitos a esforços de flexão, como lajes, vigas e paredes estruturais. O MLC, por sua vez, pode ser vantajoso em elementos predominantemente submetidos à compressão, mas sua menor resistência à flexão e rigidez limitam seu uso em determinadas aplicações. Já o Pinus maciço, embora tenha desempenho aceitável, é superado pelos painéis engenheirados em todas as propriedades avaliadas, demonstrando a importância da reconfiguração estrutural da madeira para otimização de seu desempenho mecânico.

4. Considerações finais

O CLT demonstrou resistência à compressão 23,8% e na flexão 65% superior ao Pinus, evidenciando sua rigidez estrutural. Já o MLC superou a madeira maciça em resistência à compressão (33,8%) mas apresentou desempenho inferior na flexão (45,1%). Sendo assim, conclui-se que os painéis engenheirados de madeira, especialmente o CLT, apresentam desempenho superior ao Pinus maciço em todas as propriedades mecânicas avaliadas, tornando-se alternativas viáveis e eficientes para a construção civil.

Referências

- [1]. LOPES, S. C.; CARMO, M. E. R. do; SERRA, S. M. B. Levantamento de soluções tecnológicas em madeiraindustrializada no Brasil. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**. Maceió. Anais[...]Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/511>. Acesso em: 2 mar. 2025.
- [2]. ANTUNES, ANA. Sistemas construtivos em madeira: as diferenças entre MLC, NLT, CLT e Wood frame. - **Rewood**. 2021. Acesso em 26 de março 2025. https://rewood.com.br/artigo/sistemas-construtivos-em-madeira?utm_source=chatgpt.com
- [3]. FARIA, D. L. et al. Number of laminae on the mechanical behavior of glued laminated timber (glulam) of *Toona ciliata* produced with vegetable polyurethane adhesive. **Ciência e Agrotecnologia**, 43:e014819, 2019 <http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054201943014819>
- [4]. DEUS et al. Characterization of CLT panels for construction systems. **Revista Foco** | v.17 n.9|e5926| p.01-11 |2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n9-057
- [5]. MINJUAN HE, XIAOFENG SUN, ZHENG LI, Bending and compressive **properties of cross-laminated timber (CLT) panels made from Canadian hemlock**, **Construction and Building Materials**, v. 185, 2018, p. 175-183, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.072>.
- [6] Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. NBR 7190: **Projeto de Estruturas de Madeiras: Parte 1 Critérios de dimensionamento**. Rio de Janeiro, Brasil. 81 p. 2022.
- [7] SHIGUE, E. K. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos**. [Dissertação mestrado] –Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – São Carlos, 2018.
- [8] CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. Barueri, SP: Manole, 2010.
- [9] ARRUDA, WELLINGTON E SILVA, MARCELO DA. **Propriedades mecânicas do painel CLT**. Trabalho de Graduação Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito. Capão Bonito. 2020. 17f.