



Caracterização de painéis CLT para sistemas construtivos

Priscila Roel de Deus¹
Ana Paula dos Santos Ribeiro²
Ruan Nicolas Brandino²

¹Professora da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito (priscila.roel@fatec.sp.gov.br)

²Graduando em Silvicultura da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito (ruan.brandino@fatec.sp.gov.br e ana.ribeiro46@fatec.sp.gov.br),

RESUMO: *O mercado de construção civil com madeira no Brasil apresenta crescimento e apresenta um futuro promissor devido à disponibilidade de florestas e tecnologia. A madeira oferece vantagens na trabalhabilidade de componentes pré-fabricados e semiartesanais em relação à construção em alvenaria. A sustentabilidade é um objetivo importante para as empresas do setor que investem na construção com madeira. Destaca a dificuldade na execução da construção de madeira no Brasil devida à falta de madeira beneficiada adequadamente. O objetivo deste trabalho foi comparar as propriedades físicas do *Pinus elliottii* e do painel CLT. Os resultados destacam que o painel CLT agrega muito em resistência mecânica em relação ao *Pinus elliottii*. A madeira serrada in natura é adequada para a construção de painéis, com classificação C50, e os resultados de elasticidade foram superiores aos encontrados na literatura. O estudo destaca a importância de investir em tecnologia e disseminar conhecimento para avançar nesse mercado.*

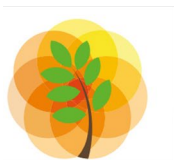
Palavras-chave: pinus, resistência, elasticidade, construção em madeira.

Introdução

Com o aumento do consumo de madeira e as restrições à utilização das florestas nativas, as florestas plantadas, especialmente as do gênero *Pinus*, têm sido cada vez mais utilizadas como alternativa para atender à demanda do mercado. Um produto sustentável que surgiu como inovação nos anos 90 e tem sido cada vez mais utilizado na construção civil é o sistema de Cross Laminated Timber (CLT), fabricado a partir de madeira de reflorestamento, proporcionando maior homogeneidade ao material (Iwakiri et al, 2009 e Lucena, 2017).

O sistema construtivo de CLT é composto por painéis pré-fabricados, formados por lamelas de madeira dispostas perpendicularmente às camadas adjacentes, sendo estas compostas por camadas de madeira opostas em relação à direção das fibras. Embora amplamente utilizado nos EUA e Europa, onde tecnologias avançadas permitem a construção de edifícios elevados combinando CLT, concreto e aço, a falta de tecnologia e normas regulatórias pode limitar seu crescimento no Brasil (Oliveira, 2018).

Por se tratar de um material com função estrutural, é necessário o conhecimento de parâmetros como rigidez e resistência para possibilitar o melhor dimensionamento de estruturas e aplicação adequada e segura.



Contudo, o objetivo deste trabalho é comparar as propriedades físicas do *Pinus elliottii* com o painel CLT.

Material e métodos

Material

A madeira testada é de *Pinus elliottii* proveniente de Capão Bonito com espaçamento de 2,5 x 2,0 m. A partir deste *Pinus* foram elaborados painéis CLT e produzidos corpos de prova de Compressão Paralela às fibras de dimensão 15 cm x 5 cm x 5 cm de madeira in natura e de painel CLT e todas as amostras foram secadas.

Determinação das propriedades físicas

Os corpos de prova de *Pinus* e do painel CLT foram destinados aos ensaios densidade aparente a 12% e de Compressão Paralela as fibras baseadas na NBR 7190 (2022).

Ao final todos os resultados foram tratados estatisticamente pelo ANOVA, para determinação do valor de p e também de Tukey.

Resultados e discussão

Os resultados para a resistência a compressão paralela às fibras do *Pinus elliottii* e do CLT são demonstrados na Tabela 1 e apresenta o valor característico de 33,2 MPa do CLT é superior a classificação C50 normatizada na classificação da NBR 7190 - Parte 1 (2022) e o mesmo ocorre para o *Pinus*.]

Tabela 1 - Agrupamento Tukey para Fator de resistência.

f_{c0}	Média (MPa)	Valor =P	TUKEY
CLT	30,82	0,000	A
<i>P. elliottii</i>	33,2		A

Os valores referentes a resistência não demonstraram diferenças entre si e são coerentes aos encontrados em IPT (2022), Andrioni (2019) e NBR 7190 (1997); 31,5 e 37,98 MPa respectivamente. Porém são inferiores aos encontrados na NBR 7190 (1997) e em Schulz et al (2019), 40,4 e 41,16 MPa respectivamente. Um trabalho analisou-se painéis CLT com 3 camadas obteve o resultado para resistência foi de 35,4 MPa descritos em Sigrist & Lehmann (2014) e em Ecker (2017) num trabalho



de produção e caracterização mecânica de painéis de CLT com 3 camadas com madeira conífera obteve resistência igual a 34,21 MPa. Deste modo, o resultado encontrado neste trabalho foi inferior ao encontrado na literatura.

Na Tabela 2 observa-se a elasticidade com valor característico de 11567 MPa para o CLT que é superior e se classifica como C50, bem como o mesmo ocorre para o *Pinus*.

Tabela 2 - Agrupamento Tukey para Fator de elasticidade.

E_{c0}	Média (MPa)	Valor =P	TUKEY
CLT	30326,9	0,272	A
<i>P. elliottii</i>	11567		B

O Teste de Tukey também salienta a diferença entre os resultados para painel CLT e para a madeira serrada de *Pinus elliottii*. Esses valores são inferiores ao encontrado em Schulz et al. (2019) no valor de 13699 MPa mas são superiores ao encontrados em Andrioni (2019) e IPT (2022), 1624,46 e 8846 MPa, respectivamente. Porém é coerente ao encontrado na NBR 7190 (1997) 11889 MPa para madeira in natura. No trabalho de Pereira (2014) com painéis de 5 camadas e com lamelas únicas de madeira na transversal com a espécie de *Pinus elliottii* e obteve resultado para elasticidade de 1433,54 MPa. Já em Buck (2016) realizou-se testes com painel CLT com 5 camadas com a espécie *Picea abies* uma espécie conífera de densidade média e encontrou resultado para Elasticidade de 8243 MPa. Deste modo, o resultado deste trabalho foi superior ao encontrado na literatura.

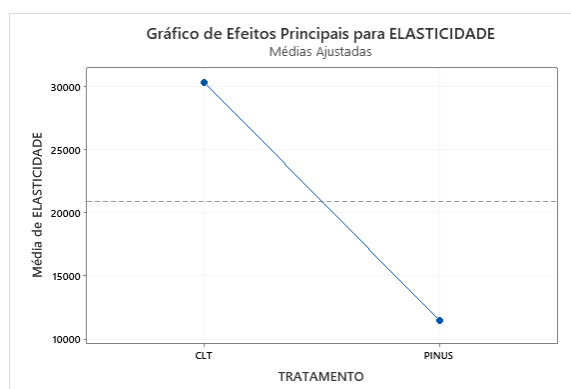


Figura 1: Relação média da elasticidade do CLT com o *Pinus elliottii*.



Na Figura 1 podemos observar que a média obtida do módulo de elasticidade para a madeira de pinus em comparação com o CLT apresentou diferença significativa, sendo que a madeira laminada colada cruzada evidenciou um valor quase três vezes maior do que o adquirido para madeira serrada.

Conclusão

A madeira de *Pinus elliottii* in natura não pode ser empregada como peça estrutural, porém ao agregar valor confeccionando painel CLT ela corresponde a propriedades físicas que contemplam peças estruturais.

Referências bibliográficas

- ANDRIONI, C.N. Estudo de caracterização física e mecânica da madeira *Pinus elliottii*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa – Alegrete- RS. 2019 66p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira. Rio Janeiro, 1997.
- 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.
- BUCK, D. et al. Further development of Cross-laminated timber (CLT): Mechanical tests on 45° alternating layers. WCTE 2016. Anais... In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING. Viena, Austria: TU-MV Media Verlag GmbH, 2016.
- ECKER, T W. E. Produção e caracterização mecânica de painéis de cross laminated timber (CLT) para aplicação como placas de piso. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá. 2017. 159p.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Informações sobre madeiras. São Paulo, 2022. Disponível em: <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=7>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- IWAKIRI, S.; MATOS, J. L.; LIMA, A. J; FERREIRA, E. S.; BATISTA, E. C; ROMÃO, S. A. A.; produção de painéis compensados de pinus tropicais colados com resina fenol-formaldeído – Rev. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 669-673, jul./set. 2009.
- LUCENA, R. Análise teórica de rigidez e resistência à flexão de painéis de madeira lamelada colada cruzada. Monografia. 2017. Universidade Federal de Santa Catarina. 2017.
- OLIVEIRA. G. L., Cross laminated timber (clt) brasil: processo construtivo e desempenho - Dissertação (Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e urbanismo da Universidade de São Paulo., São Paulo, 2018.
- SCHULZ, H.R, GALIO, E., ACOSTA, A.P., BARBOSA, K.T., GATTO, D.A. Efeito da furfuração em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus elliottii*. Revista Matéria, v.24, n.3, 2019.
- SIGRIST, C.; LEHMANN, M. Potential of CLT Produced from Non-Structural Grade Australian Pinus radiata, Word Conference on Timber Engineering, Quebec City-Canadá, 2014. Anais.

