



## **Classificação de pinus para utilização em painéis para sistemas construtivos**

Priscila Roel de Deus<sup>1</sup>  
Romulo Rezende Dias<sup>2</sup>  
Ailton Albert da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professora da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito ([priscila.roel@fatec.sp.gov.br](mailto:priscila.roel@fatec.sp.gov.br)),

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Mecânica UNESP Guaratinguetá ([romulo@squariomadeiras.com.br](mailto:romulo@squariomadeiras.com.br))

<sup>3</sup>Graduando em Silvicultura da Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito ([ailton.silva25@fatec.sp.gov.br](mailto:ailton.silva25@fatec.sp.gov.br))

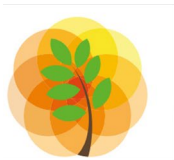
**RESUMO:** *Devido à abundância de florestas e tecnologia disponíveis, o mercado de construção civil em madeira no Brasil vem apresentando um crescimento expressivo e um futuro promissor. A madeira oferece vantagens na usinagem de componentes pré-fabricados e semiartesanais em relação à construção em alvenaria, o que tem atraído o interesse de empresas do setor em investir em construções com este material. Contudo, um dos principais desafios enfrentados no país é a falta de madeira beneficiada adequadamente, o que dificulta a execução de construções em madeira. Neste contexto, a sustentabilidade tem se tornado um objetivo importante para as empresas, que buscam formas de lidar com a escassez de recursos naturais e minimizar os impactos ambientais causados pela construção civil. O objetivo deste estudo foi comparar as propriedades físicas do *Pinus elliottii* som mancha, sem mancha e com medula e analisar sua influência na classificação normativa. Os resultados indicam que o *Pinus elliottii* apresenta resistência mecânica equivalente aos encontrados na literatura e é adequada para a construção de painéis, com classificação C50, e os resultados de elasticidade foram superiores aos encontrados na literatura. O estudo enfatiza a importância de investir em tecnologia e disseminar conhecimento para avançar nesse mercado.*

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

### **Introdução**

O avanço tecnológico no setor florestal deve priorizar o uso consciente e sustentável de recursos, através do incentivo às florestas plantadas, a fim de reduzir a exploração de florestas nativas. Para atender às exigências do mercado, a produção de madeira serrada requer características físico-mecânicas adaptáveis, com foco na flexibilidade, durabilidade, estética e segurança. Devido ao aumento do valor agregado desse produto, cresceu o interesse em pesquisas de novas aplicações e na melhoria da qualidade (Silva, 2017).

O setor madeireiro brasileiro apresentou um crescimento expressivo nos últimos anos, com a produção de 9,55 milhões de hectares de plantio para cultivos industriais e 6 milhões de hectares para conservação em 2021 (IBÁ, 2022). Os cultivos destinados à produção de madeira serrada vêm ganhando crescente importância, fomentando a pesquisa e análise de híbridos com resistência à secagem e fendilhamento. A determinação do comportamento e qualidade da madeira é fundamental para orientar o controle de qualidade do produto final (Deus et al., 2018).



A avaliação das propriedades físicas da madeira é um aspecto fundamental para garantir sua utilização segura e racional (Deus, et al., 2018). A aplicação adequada da madeira, com qualidade e segurança, requer a análise das características fisicomecânicas por meio da caracterização da madeira (Salvo et al., 2017). Para tanto, é necessário investir em híbridos com diferentes finalidades, que vão além da produção de carvão e celulose.

Com o crescimento do consumo de madeira e as limitações à exploração das florestas nativas, as florestas plantadas, especialmente aquelas compostas por espécies do gênero *Pinus*, têm sido amplamente empregadas como alternativa para suprir as necessidades do mercado. O mercado da construção civil utiliza-se de painéis de *Pinus*, conferindo maior homogeneidade ao material (Iwakiri et al., 2009; Lucena, 2017).

As características renováveis e sustentáveis vêm desde o crescimento da floresta, porém além disso a madeira possui características de isolamento térmico e acústico proporcionando conforto ao ambiente interno, o que contribui para saúde e bem-estar dos que ocupam este ambiente (Filho e Dias, 2018).

Contudo, o objetivo deste trabalho é classificar madeira híbrida de *Pinus* provenientes de empresas com suas características industriais de mancha e medula, para sua utilização em painéis de sistemas construtivos.

## **Material e métodos**

### *Material*

As madeiras testadas nesta etapa são de um híbrido de *Pinus elliottii* com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, com origem na Austrália (replicado as melhores árvores implantadas no Brasil. O plantio possuía espaçamento de 2,5 m x 2,0 m, totalizando duas mil plantas por hectare.

Dessa amostra foram cortadas pela empresa parceira e secadas. Em seguida, foram separadas as tábuas sem a presença de medula com mancha e sem mancha, e também foi separada tábuas com presença de medula e com mancha. Sendo assim os testes físicos foram separados em três lotes denominados: Sem Medula e Sem Mancha, Sem Medula e com Mancha e Com medula e com Mancha. Após essa denominação foram encaminhados para confecção de corpos de prova de 5 cm x 3 cm x 2 cm para determinação da umidade, densidade e retratibilidade e com dimensões de 15 cm x 5 cm x 5 cm para determinação da compressão paralela as fibras.

### *Determinação das propriedades físicas*

Os corpos de prova foram destinados aos ensaios densidade aparente a 12 % e densidade



básica e de Compressão Paralela as fibras segundo a 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 valores médios encontrados para a densidade básica e densidade aparente estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Valores médios das densidades básica e aparente para o lote Com Mancha, Sem Mancha e Com medula e com mancha.

Média	Sem Mancha	Com Mancha	Com medula	valor-P	Tukey
$\rho_{bas}$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,335 a	0,322 a	0,343 a	3,04.10 <sup>3</sup>	A
$\rho_{ap}$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,448 a	0,391 a	0,432 a		B

Os resultados da densidade aparente e básica apresentam valor de p menor que 0,005 o que indica diferenças estatística significativas, assim o teste de Tukey demonstra que os resultados são diferentes a 5% de significância. Entre os lotes sem mancha com Mancha e com Medula não houve diferenças significativas entre os resultados. O valor médio para densidade básica é inferior ao encontrado em Andrioni (2019) que encontrou valor de 0,427 g/cm<sup>3</sup> para *Pinus elliottii*, assim como em Schulz (2019) com o valor 0,434 g/cm<sup>3</sup>, já em Maciel et al. (2020) estudou *Pinus elliottii* com 22 anos de idade e encontrou valor de 0,346 g/cm<sup>3</sup>, valor coerente com o encontrado neste estudo. A densidade aparente encontrada em Maciel et al. (2020) foi de 0,560 g/cm<sup>3</sup> valor superior a este estudo, assim como em Melchiorretto e Eleotério (2003) 0,640 g/cm<sup>3</sup> mesmo valor encontrado na NBR 7190 (1997). Os valores de densidade inferiores podem significar tratamento silvicultural ou espaçamentos diferentes.

Na Tabela 2 estão descritos valores de Fator de Anisotropia no qual não apresentam diferenças no Teste de Tukey. Os valores médios são coerentes com os encontrados em IPT (2022) que é de 1,85, assim como em Ribeiro et al (2019) que encontrou o valor de 1,26.



**Tabela 2** – Valores médios para o Fator de anisotropia para o lote Com Mancha, Sem Mancha e Com medula e com mancha.

Fator A	Sem Mancha	Com Mancha	Com medula
Média	1,85 a	1,59 a	1,39 a
D. Padrão	0,83	0,63	0,38
CV (%)	44,76	39,62	27,57

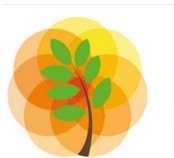
Os valores médios encontrados para resistência e elasticidade estão descritos na Tabela 6, só foram possíveis para as amostras com mancha e sem mancha pois as amostras com medula não suportaram o ensaio mecânico e estão sendo refeitos de outro modo. No ensaio de compressão paralela as fibras, a média de elasticidade demonstrou diferenças significativas entre o lote sem mancha e com mancha. Esses valores são inferiores ao encontrado em Schulz (2019) no valor de 13699 MPa mas são superiores ao encontrados em Andrioni (2019) e IPT (2022), 1624,46 e 8846 MPa, respectivamente. Porém a média com mancha é coerente ao encontrado na NBR 7190 (1997) 11889 MPa e sem mancha é superior a este valor.

Os valores referentes a resistência não demonstraram diferenças entre si e são coerentes aos encontrados em IPT (2022) e Andrioni (2019), 31,5 e 37,98 MPa respectivamente. Porém são inferiores ao encontrados na NBR 7190 (1997) e em Schulz (2019) 40,4 e 41,16 MPa respectivamente.

**Tabela 3** – Valores médios para elasticidade e resistência para o lote Com Mancha, Sem Mancha e Com medula e com mancha.

		Ec0 (MPa)	fC0 (MPa)	
<b>Com Mancha</b>	Média	11389,29 a	30,05 a	<b>Valor p</b>  0,001
	D.Padrão	1172,42	2,17	
	CV	10,29	7,24	
<b>Sem Mancha</b>	Média	14725,98 b	37,76 a	
	D.Padrão	1144,40	3,80	
	CV	7,77	10,08	

O valor característico de densidade encontrado corresponde a 579 Kg/m<sup>3</sup>, valor superior a classificação máxima de coníferas C50 segundo a NBR 7190 (2022). Para o resultado de resistência a compressão paralela às fibras o valor característico de 31 MPa também é superior a classificação C50, o mesmo acontece com a elasticidade com valor característico de 13584 MPa que é superior e se classifica como C50.



## Conclusão

Observa-se que os valores médios das propriedades físicas apresentam diferenças significativas em alguns aspectos, porém os resultados se aplicam na mesma classe normativa da NBR 7190 (2022), ou seja, os valores estão dentro de um padrão C50. Porém sabe-se que a madeira é um material isotrópico.

## 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.
- DEUS, P.R. LIMA, J.H. BILESKY, L.R. DE DEUS, C.F. Elasticity of *Eucalyptus cloeziana* Wood within a Sawmill Industry. Mechanics, Materials Science & Engineering, Vol. 16 2018 – ISSN 2412-5954
- IBÁ - Indústria Brasileira De Produtores De Árvores. Informações relevantes da produção de madeira nacional. IBÁ em números 2019. Disponível em: <<https://www.iba.org/dados-estatisticos>>. Acesso em: 30 agosto. 2022
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Informações sobre madeiras. São Paulo, 2022. Disponível em: <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=7](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.
- MACIEL, G.O.P., FERREIRA, B.S., SOUZA, C.G. Propriedades físicas da madeira juvenil e adulta do *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. I Seminário Online: Tecnologia e Inovação de Produtos florestais. 2020.
- MELCHIORETTO, D.; ELEOTÉRIO, J.R. Caracterização, classificação e comparação da madeira de *Pinus patula*, *P. elliottii* e *P. taeda* através de suas propriedades físicas e mecânicas. In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, XVIII, 2003, Blumenau, SC. Anais... Blumenau: FURB, 2003. 5 p.
- SALVO, L.; LEANDRO, L.; CONTRERAS, H.; CLOUTIER, A.; ELUSTONDO, D.M. E ANANÍAS, R.A. (2017) – Radial variation of density and anatomical features of *Eucalyptus nitens* trees. Wood and Fiber Science, vol. 49, n. 3, p. 1-11.
- SCHULZ, H.R, GALIO, E., ACOSTA, A.P., BARBOSA, K.T., Gatto, D.A. Efeito da furfurilação em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Pinus elliottii*. Revista Matéria, v.24, n.3, 2019.
- SILVA, M. R. R. Construções sustentáveis: um estudo sobre o método construtivo em wood frame para unidades residenciais. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça. 2017. 73p.

