

## Avaliação das Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira de Cedro Australiano para Fins Madeireiros

MAURÍCIO ALVES RAMOS<sup>1</sup>; MARÍLIA LAZAROTTO<sup>2</sup>

RAFAEL BELTRAME<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – mauricioaramos@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – marilia.lazarotto@ufpel.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – beltrame.rafael@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A busca por alternativas sustentáveis no uso de recursos florestais tem impulsionado o interesse em madeiras provenientes de plantios comerciais, especialmente aquelas oriundas de práticas silviculturais como o desbaste. O Cedro Australiano (*Toona ciliata*) tem se destacado como uma espécie com grande potencial para plantios comerciais, principalmente devido à boa qualidade de sua madeira, ao seu rápido desenvolvimento e à resistência natural ao broqueador das pontas (*Hypsipyla grandella*), uma praga que comumente compromete o crescimento de cedros nativos (MANGIALAVORI et al., 2003).

O Cedro Australiano foi introduzido no Brasil no final da década de 1970, pertence à família Meliaceae, possuindo outras espécies de madeira de lei utilizadas em fins madeireiros. Outras espécies são plantadas para esse fim como Cedro rosa (*Cedrela fissilis*), mogno (*Swietenia macrophylla*) e mogno africano (*Khaya* spp.) (OLIVEIRA et al., 2019).

A madeira oriunda de desbaste pode ser uma fonte de renda antecipada para o silvicultor, além desse uso é necessário ter os conhecimentos das propriedades tecnológicas do material, que irão dizer qual o melhor uso da madeira (PYORALA et al. 2019). As propriedades tecnológicas descrevem como a madeira reage quando submetida a diferentes esforços físicos e mecânicos, possibilitando sua comparação com outras madeiras cujas características são conhecidas (BRAZ et al., 2013).

Para tanto, o conhecimento de algumas propriedades físicas e mecânicas são importantes para seleção da madeira destinada à fabricação de móveis e para outros usos. Essas propriedades realçam especialmente nas partes estruturais dos móveis, onde se evidenciam os parâmetros de Módulo de ruptura (MOR) e a resistência à dureza. Geralmente madeiras provenientes de árvores maduras, as quais apresentam lenhos adultos apresentam maior resistência, refletindo um desempenho superior (BRAZ et al., 2013).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a madeira de Cedro Australiano proveniente de um desbaste de plantio, por meio da avaliação de suas propriedades físico-mecânicas.

### 2. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas do curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas. Para a realização do estudo foram utilizadas quatro árvores de 11 anos oriundas do segundo desbaste seletivo em plantio de Cedro Australiano (*Toona ciliata*), contendo 500 mudas de origem seminal, localizada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Foram cortados cinco toretes na região do diâmetro a altura do peito (DAP – 1,30 m), onde foram confeccionados os corpos de prova (cps), seguindo a norma ASTM D143-22. Em seguida, os corpos de prova foram acondicionados em câmara climatizada a 20°C e 65% de umidade relativa e após a estabilização, foram realizados os ensaios mecânicos de compressão paralela às fibras e dureza Janka.

Diante disto, foram produzidos cps de 25 x 25 x 100 mm nos planos radial, tangencial e longitudinal, respectivamente. Após, foi determinada a densidade aparente a 12%, por meio do seu peso e volume a 12% de umidade. A compressão paralela tem como objetivo determinar os módulos de elasticidade (MOE) e resistência à compressão (RC) aplicada em cada CP, para dureza Janka foi introduzida uma esfera metálica de 10 mm de diâmetro nos 3 planos da madeira. Para estes ensaios foi utilizada uma máquina universal de ensaio EMIC DL 30000.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a madeira de Cedro australiano apresenta baixa densidade aparente a 12% de umidade, com valores médios próximos de 0,36 g/cm<sup>3</sup> (Tabela 1), em árvores provenientes do mesmo horto florestal. Este valor é superior ao observado por BARBOSA (2022), que obteve 0,38 g/cm<sup>3</sup> em árvores oriundas do primeiro desbaste do mesmo plantio, aos cinco anos de idade.

Estudos de densidade básica realizados em diferentes localidades de Minas Gerais apontam valores médios de 0,30 g/cm<sup>3</sup> para árvores de quatro anos de idade, evidenciando que a densidade da madeira tende a aumentar com a idade da árvore, resultado esperado devido à maior proporção de lenho adulto. Essa baixa densidade classifica a espécie como madeira leve, o que tem implicações diretas no processamento, estabilidade dimensional e usos finais (TRIANOSKI et al., 2014).

**Tabela 1.** Valores médios de densidade 12% das árvores de *Toona ciliata*.

	A	B	C	D	Média
<b>Densidade (g/cm<sup>3</sup>)</b>	0,3622 <sup>a</sup>	0,3713 <sup>a</sup>	0,3525 <sup>a</sup>	0,3714 <sup>a</sup>	0,3657
<b>C. V. (%)</b>	-	-	-	-	12,71

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C.V.: Coeficiente de variação.

As propriedades mecânicas de *Toona ciliata* (Tabela 2) foram avaliadas considerando a resistência à compressão paralela às fibras e a dureza Janka, a qual representa a força necessária para a penetração de uma esfera metálica padronizada na superfície da madeira.

Para a compressão paralela às fibras, os valores médios de módulo de ruptura (MOR) variaram de 272,5 a 303,58 kgf/cm<sup>2</sup>, enquanto o módulo de elasticidade (MOE) apresentou amplitudes entre 62.633 e 95.043 kgf/cm<sup>2</sup>. Esses resultados evidenciam uma madeira de resistência moderada. Comparando com espécies de mesma densidade, como a madeira de conífera estudada por CORREA et al. (2025), observa-se um comportamento distinto: apresentando um MOR mais elevado (551,45 kgf/cm<sup>2</sup>) e um MOE substancialmente inferior (23380,5 kgf/cm<sup>2</sup>) em relação ao Cedro. Isso sugere que, apesar da resistência à ruptura ser menor, a rigidez relativa de Cedro é superior, possivelmente associada a características anatômicas.

Madeiras de Cedro com 18 anos de idade mostraram MOR de 258 kgf/cm<sup>2</sup> e MOE de 100813 kgf/cm<sup>2</sup>, de acordo com TRIANOSKI et al. (2014), valores próximos aos obtidos neste estudo, reforçando a influência da idade do plantio na resistência mecânica, já que árvores mais jovens apresentam maior proporção de lenho juvenil, o que reduz a resistência.

**Tabela 2.** Propriedades mecânicas da madeira de quatro árvores de *Toona ciliata*.

	Compressão paralela às fibras (kgf/cm <sup>2</sup> )		Dureza Janka (kgf/cm <sup>2</sup> )		
	MOR	MOE	Radial	Tangencial	Transversal
A	272,50 <sup>a</sup>	75903,6 <sup>ab</sup>	148,09 <sup>a</sup>	142,84 <sup>a</sup>	301,24 <sup>a</sup>
B	284,14 <sup>a</sup>	95043,0 <sup>a</sup>	152,30 <sup>a</sup>	168,92 <sup>a</sup>	294,72 <sup>a</sup>
C	279,72 <sup>a</sup>	62633,0 <sup>a</sup>	143,89 <sup>a</sup>	154,83 <sup>a</sup>	270,74 <sup>a</sup>
D	303,58 <sup>a</sup>	73919,2 <sup>ab</sup>	144,10 <sup>a</sup>	181,57 <sup>a</sup>	279,57 <sup>a</sup>
C.V (%)	14,94	19,70	23,15	14,78	14,71

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância. C.V.: Coeficiente de variação.

Para a dureza Janka, o IBAMA (2012) reporta para o cedro uma resistência de 693 kgf/cm<sup>2</sup>, porém sem especificar o plano anatômico em que o ensaio foi conduzido, informação essencial, uma vez que a orientação das fibras influencia significativamente os resultados.

Observou-se que, nos planos radial e tangencial, os valores de dureza foram semelhantes, variando entre 142,84 e 181,57 kgf/cm<sup>2</sup>, diferença esperada devido à pequena variação estrutural entre essas orientações. No entanto, no plano transversal, os valores foram substancialmente superiores, variando de 270,47 a 301,24 kgf/cm<sup>2</sup>, ou seja, aproximadamente 100 kgf/cm<sup>2</sup> acima dos valores obtidos nos outros planos.

Os valores obtidos por TRIANOSKI et al. (2014), de 208 kgf/cm<sup>2</sup>, na qual não especifica o plano analisado, estão próximos à faixa de variação encontrada neste estudo, reforçando a coerência dos resultados e destacando a importância de considerar a orientação anatômica ao comparar resultados de dureza.

#### 4. CONCLUSÕES

Os dados físicos e mecânicos confirmam que a *Toona ciliata* é uma madeira de baixa densidade e com resistência moderada, com desempenho homogêneo entre árvores, especialmente na compressão paralela e dureza Janka. Assim, a madeira é adequada para usos que demandam baixa resistência mecânica e produtos de valor agregado como móveis, desde que respeitadas suas limitações de rigidez e estabilidade dimensional.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM D143-22. American Society for Testing Materials. Annual Book of ASTM Standards, **American Society for Testing Materials**, Philadelphia.
- BARBOSA, K.T.; et al. Technological characterisation of wood from Australian red cedar after first thinning of a plantation at five years. **Southern Forests**, 83(1): 01–08. 2021.
- BRAZ, R.L.; OLIVEIRA, J.T.S.; RODRIGUES, B.P.; ARANTES, M.D.C. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toona ciliata* em diferentes idades. **Floresta**. Curitiba PR, v.43, n.4, p.663-670, 2013.
- BUFALINO, L.; PROTÁSIO, T.P.; CÉSAR A.A.S.; SÁ V.A.; MENDES, L.M. Modelagem de propriedades físicas e mecânicas em painéis aglomerados de cedro Australiano. **Floresta e Ambiente** 19: 243–249, 2012.
- IBAMA (Brasília, DF). **Madeiras brasileiras**. 2012. Disponível em: <<http://ibama.gov.br>>. Acesso em: 23 out 2012.
- CORREA, J.A.R., et al., Influence of Tree Diameter and Height on the Physical and Mechanical Properties of *Retrophyllum rospigliosii* Wood. **Forests**, 16 (4), 593, p. 2-12. 2025.
- MANGIALAVORI, A.; MINETTI, J.M.; MOSCOVICH, F.; CRECHI, E. Growth measurements in commercial plantations of Australian red Redar (*Toona ciliata* var. australis) in Salta province, Argentina. **SAGPyA Forestal**, Buenos Aires, n.26, p.2–6, 2003.
- OLIVEIRA, L.F.R.; SANTOS, P.H.R.; SILVA, L.G.; CORREIA, L.P.S.; LAFETÁ, B.O. Cultivo de meliáceas arbóreas no Brasil. **Applied Research and Agrotechnology** 12: 139–151, 2019.
- PEREYRA, O.; SUIREZS, T.M.; PITSCH, C.; BÁEZ, R. Estudio de las propiedades físico-mecánicas y comportamiento en procesos industriales de la madera de kiri, grevillea, paraíso y toona. **Floresta** 36: 13–23, 2006.
- PYORALA, J.; SAARINEN, N.; KANKARE, V.; COOPS, N.C.; LIANG, X.; WANG, Y. Variability of wood properties using airborne and terrestrial laser scanning. **Remote Sensing of the Environment** 235: 111474, 2019.
- RIBEIRO, A.O. et al. Variação da densidade básica da madeira de *Toona ciliata* Roem cultivada em diferentes localidades. **Scientia Forestalis**., Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 359-366, set. 2011.
- TRIANOSKI, Rosilani; MATOS, Jorge Luis Monteiro de; IWAKIRI, Setsuo. Propriedades físicas, químicas e mecânicas da madeira de cedro australiano cultivado em Corupá, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 34, n. 80, p. 435–441, 2014.