

RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE *PINUS SP* CORRELACIONADA COM SEU NÚMERO DE ANEÍS DE CRESCIMENTO E PROPORÇÃO DE LENHO TARDIO.

KELVIN TECHERA BARBOSA¹; MÁRIO ANTONIO PINTO DA SILVA JUNIOR²;
ANDREY PEREIRA ACOSTA²; DARCI ALBERTO GATTO²; EZEQUIEL GALLIO²;
RAFAEL BELTRAME³

¹Universidade Federal de Pelotas – kelvintecherabarbosa@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – mariosilva.eng@gmail.com;
andreysvp@gmail.com; darcigatto@yahoo.com; egeng.forestal@gmail.com;

³Universidade Federal de Pelotas – beltrame.rafael@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo, higroscópico com características distintas entre espécies e regiões de uma árvore. A variação natural de peso em madeiras de iguais dimensões reflete a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume (BURGER; RICHTER, 1991), podem aumentar o peso da madeira. . Em conjunto com a massa específica, umas das influências internas que afetam nas propriedades mecânicas da madeira é a porcentagem de lenho tardio que é contada através dos anéis de crescimentos contidos na madeira, estes são constituídos por dois tipos de lenho: lenho inicial (ou primaveril) e lenho tardio (outonal ou estival).

De acordo com (BOTOSO, 2011) o lenho inicial corresponde ao crescimento da árvore no início do período vegetativo, normalmente a primavera (ou quando as condições são favoráveis ao crescimento). Com a aproximação do fim do período vegetativo, normalmente o outono, as condições ambientais (ex.: clima, disponibilidade hídrica, etc.) tornam-se cada vez mais restritivas ao crescimento das plantas, fazendo com que o câmbio vascular e as células, em geral, diminuam paulatinamente a sua atividade fisiológica. Em consequência, as paredes celulares tornam-se gradualmente mais espessas e suas cavidades menores. Em geral, isso confere ao lenho tardio um aspecto mais escurecido (contrastado), permitindo distingui-lo do primaveril.

Observa-se que o lenho tardio apresenta maior resistência mecânica em relação ao lenho inicial, dentre a caracterização das propriedades mecânicas a compressão paralela às fibras ou compressão axial é um dos testes mais utilizados para analisar a resistência do material com a aplicação de uma carga que efetua pressão na seção transversal axial do corpo-de-prova, ou no sentido paralelo das fibras da madeira, com velocidade controlada, até a sua ruptura (MORESCHI, 2010).

Este trabalho teve como objetivo efetuar uma correlação entre a resistência a compressão paralela as fibras e a porcentagem de lenho tardio contido na madeira da espécie *Pinus sp.*

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira, pertencente ao Curso de Engenharia Industrial Madeireira – UFPel. A madeira de *Pinus* sp. utilizada no presente trabalho, foi adquirida junto à uma empresa parceira.

Para caracterização das propriedades físicas e mecânicas de interesse, confeccionaram-se 12 corpos de prova com dimensões de 3,8 x 3,8 x 15 cm (radial x tangencial x longitudinal, respectivamente), os quais foram encaminhados à uma câmara climatizada (20°C de temperatura e 65% de umidade relativa), permanecendo até a ocorrência de estabilização da massa à 12% de umidade de equilíbrio.

Posteriormente, determinou-se a massa e o volume estereométrico de cada corpo de prova, por meio da utilização de balança de precisão e paquímetro digital, permitindo a determinação da massa específica aparente (Equação 1). Em que: $\rho_{12\%}$ - massa específica aparente ao teor de umidade de 12% (g/cm³), $M_{12\%}$ - massa do corpo de prova ao teor de umidade de 12% (g) e $V_{12\%}$ - volume do corpo de prova ao teor de umidade de 12% (cm³).

$$\rho_{12\%} = \frac{M_{12\%}}{V_{12\%}}$$
Equação (1)

Determinou-se o percentual de lenho tardio por meio da subtração do volume ocupado por esse tipo de lenho, do volume total do corpo de prova. Já a quantidade de anéis de crescimento foi determinada pelo método de contagem, sendo que essa madeira em específico possui as camadas de crescimento bem distintas.

Obtiveram-se o módulo de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR), por meio da realização do ensaio mecânico de compressão paralela às fibras com extensômetro. Conduziu-se o ensaio conforme adaptação da norma ASTM D 143 (2014), em uma máquina universal de ensaios EMIC, modelo DL 30.000, equipada com célula de carga de 300kN, e sistema computadorizado de aquisição de dados.

Obteve-se o coeficiente de correlação de Pearson, visando à verificação da dependência entre as variáveis de interesse. Para tanto, utilizou-se o software Statgraphics Centurion, com uma probabilidade de erro de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores referentes ao ensaio de compressão axial. Percebe-se que os maiores valores de módulo de ruptura e elasticidade correspondem aos corpos de prova com maiores quantidades de anéis de crescimento e percentual de lenho tardio.

Conforme os resultados apresentados o material testado com número de anel menor e porcentagem mais baixa se encontrava com maior lenho juvenil isso acarreta em um material com menor valor de módulo de ruptura e módulo de elasticidade, diferente do material com quantidade de anel maior pois tendo uma porcentagem de lenho maior a madeira apresenta um módulo de ruptura e elasticidade maior.

De acordo SERPA et al. (2003), a madeira madura é mais resistente à compressão que a juvenil. Isso pode ser explicado por que os valores

encontrados para modulo de ruptura e modulo de elasticidade são condizentes aos estudos apresentados por MELCHIORETTO (2003) em estudo similar onde apresentou comparativo de 3 espécies diferentes de *Pinus patula*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*.

TABELA 1 – Valores médios das características tecnológicas de interesse da madeira de *Pinus* sp.

CP	$\rho_{12\%}$ (g/cm ³)	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)	Nº anéis	% lenho tardio
1	0,818	17.412	58	12	61
2	0,817	24.825	60	12	65
3	0,821	23.744	62	11	56
4	0,822	25.061	62	10	55
5	0,831	24.201	61	10	46
6	0,831	18.930	62	11,5	60
7	0,511	13.401	39	5	37
8	0,533	13.232	39	5	23
9	0,519	12.870	37	5,5	28
10	0,528	12.336	37	5	32
11	0,480	9.414	32	4,5	22
12	0,496	11.055	32	4	21
Média	0,667	17.207	48,42	7,96	42,17
DP	0,16	5.670	12,63	3,20	16,12
CV (%)	23,48	32,95	26,09	40,18	38,23

Na tabela 2 é possível visualizar que os parâmetros relacionados a resistência mecânica (MOE e MOR) correlacionaram-se significativamente e proporcionalmente com a massa específica aparente (12% de umidade), quantidade de anéis de crescimento e o percentual de lenho tardio.

TABELA 2 - Correlação de Pearson entre as variáveis de interesse do estudo

	$\rho_{12\%}$	MOE	MOR	Nº anéis	% lenho tardio
$\rho_{12\%}$	1				
MOE	0,91*	1			
MOR	0,99*	0,94*	1		
Nº anéis	0,98*	0,86*	0,96*	1	
% lenho tardio	0,93*	0,84*	0,93*	0,97*	1

Em que: **$\rho_{12\%}$** – massa específica aparente ao teor de umidade de 12% (g/cm³); **MOE** – módulo de elasticidade obtido pelo ensaio de compressão paralela às fibras (MPa); **MOR** – módulo de ruptura obtido pelo ensaio de compressão paralela às fibras; **Nº anéis** – número de anéis de crescimento contados no plano transversal; **% lenho tardio** – percentual de lenho tardio dos corpos de prova testados (%); * – Significativo em 5% de probabilidade de erro; ns – não significativo em 5% de probabilidade de erro.

Segundo GONÇALVES (2010) a determinação do coeficiente de Pearson é importante quando se pretende avaliar a relação entre algumas variáveis para a utilização da madeira como produto sólido em serraria ou estruturas. Assim, uma madeira com lenho adulto, tende a ser utilizada de forma satisfatória para fins estruturais.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a quantidade de anéis de crescimento e o percentual de lenho tardio possuem influência proporcional e direta na resistência mecânica do *Pinus* sp., representado aqui por parâmetros relacionados ao ensaio de compressão paralelo às fibras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTOSO, Paulo Cesar. **Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento**. Embrapa Florestas, 2011.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

GONÇALVES, Fabrício Gomes et al. Parâmetros dendrométricos e correlações com propriedades tecnológicas em um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, 2010.

MELCHIORETTO, Daniela; ELEOTÉRIO, Jackson Roberto. 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**. Blumenau: FURB, 2003.

MORESCHI, José Carlos. **Propriedades da madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010. 186p.

SERPA, Pedro Nicolau et al. Evaluationof some propertiesof *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*and *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 723-733, 2003.