

# PROPRIEDADES FÍSICAS, MECÂNICAS E DE CRESCIMENTO DA MADEIRA JUVENIL E ADULTA DE *Pinus taeda* L.

Jocelaine de Araujo Francelino, Evelyn Kumayama Abe, Hernando Alfonso Lara Palma. – Recursos Florestais e Engenharia Florestal – Engenharia Florestal – Departamento de Recursos Naturais – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Campus de Botucatu.

A variabilidade das propriedades da madeira é consequência de diferenças estruturais, desde a ultra-estrutura da parede celular até as geográficas, sendo que a variação radial dentro da árvore talvez seja a mais significativa fonte de variação. A extensão desta variação é, principalmente, determinada pela presença da madeira juvenil, sua proporção no tronco, suas características físico-químicas e anatômicas.

A madeira juvenil corresponde a uma região central da árvore de forma cilíndrica, com diâmetro aproximadamente uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore. A madeira juvenil caracteriza-se por menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada  $S_2$ , traqueídes mais curtos, maior contração longitudinal, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina e hemicelulose, menor conteúdo de celulose e menor resistência, em relação à madeira adulta. Em geral as propriedades de resistência e rigidez da madeira, são altamente correlacionadas com a densidade, portanto estão influenciados pela qualidade da madeira juvenil (Zobel e Sprague, 1998).

Segundo Zobel e Sprague (1998) a madeira juvenil é o xilema secundário, formado durante a fase jovem do câmbio vascular da árvore (estágios iniciais da vida da árvore). Este período varia conforme a espécie e pode ser afetado pelas condições ambientais. A madeira caracteriza-se anatomicamente por um progressivo acréscimo nas dimensões das células e correspondentes alterações na sua forma, estrutura e disposição em sucessivos anéis de crescimento.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo estudar a resistência à compressão paralela às fibras, densidade e características de crescimento (porcentagem de lenho tardio e número de anéis de crescimento presentes nos corpos-de-prova de compressão) da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L., de 43 anos de idade, procedente do Horto Florestal de Manduri, Estado de São Paulo.

Foram amostradas aleatoriamente seis árvores, selecionadas aleatoriamente de um talhão de 4 hectares (espaçamento inicial de 1,5 x 2,8m e 3 desbastes) e de cada árvore foram coletados 4 toras de 3,75m de comprimento. As dimensões médias das árvores foram: altura comercial 18,2m e DAP 40,4cm. Foram confeccionados 96 corpos-de-prova: 48 de madeira juvenil e 48 de madeira adulta, como mostrado na Figura 1.

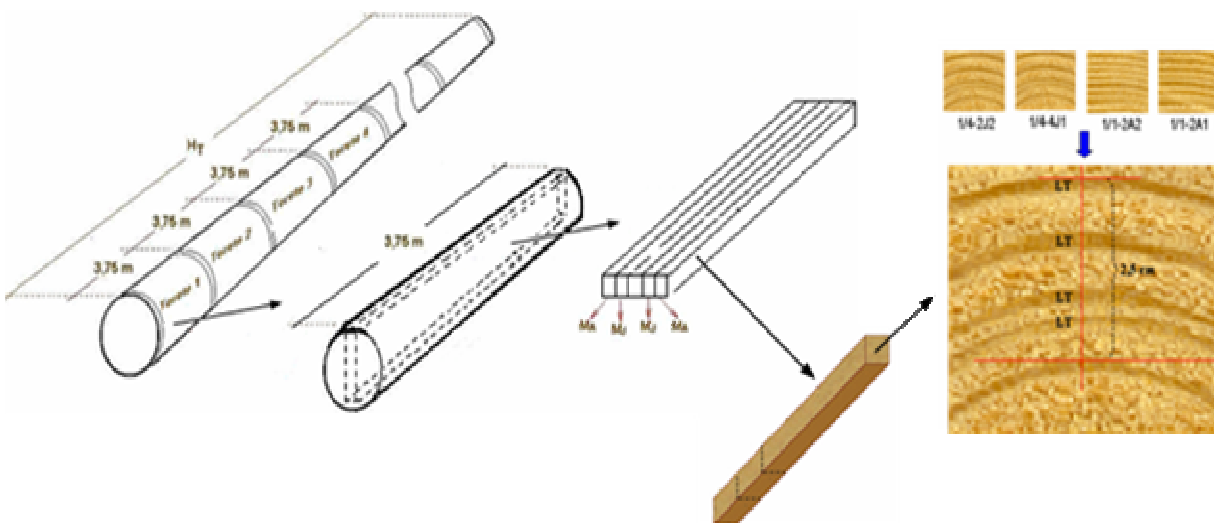


Figura 1 - Retirada do material para o estudo e medição de anéis de crescimento e % de lenho tardio.

Os ensaios de compressão paralela às fibras e densidade aparente (12%) seguiram as especificações da Norma NBR 7190 (ABNT, 1997) e o cálculo do número de anéis de crescimento e porcentagem de lenho tardio presentes na região transversal do corpo-de-prova, seguiram as especificações definidas no Anexo G do projeto de revisão da NBR 7190/97.

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão apresentados os diagramas que mostram a tendência do comportamento da resistência, do módulo de elasticidade e da densidade nos dois tipos de madeira (juvenil e adulta).

Na Tabela 1, são apresentados os resultados médios dos ensaios de compressão paralela às fibras, na forma de módulo de elasticidade ( $E_{c0}$ ), resistência ( $f_{c0}$ ) e da densidade ( $\rho_{ap(12\%)}$ ), obtidos dos valores individuais dos corpos-de-prova de madeira juvenil e adulta.

Os resultados mostram que os valores médios do MOE, da resistência e da densidade da madeira adulta foram sensivelmente maiores que os da madeira juvenil. Os valores médios do MOE, da resistência e da densidade na madeira adulta em relação à juvenil, foram maiores em 34,73%, 19,21% e 14,73%, respectivamente.

O valor médio da resistência à compressão paralela para a espécie, apresentado pela NBR 7190 é 44,4 MPa. Nota-se que o valor médio para a madeira adulta é 12,1% superior ao de referência. Para a madeira juvenil o valor médio é 5,97% inferior ao referencial.

Tabela 1 – Valores médios de resistência, módulo de elasticidade e densidade.

Medida descritiva	Madeira adulta			Madeira juvenil		
	$E_{c0}$ (MPa)	$f_{c0}$ (MPa)	$\rho_{ap(12\%)}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$E_{c0}$ (MPa)	$f_{c0}$ (MPa)	$\rho_{ap(12\%)}$ (g/cm <sup>3</sup> )
Média	16131	49,77	0,623	11973	41,75	0,543
D. Padrão	4344	8,16	0,058	2099	4,19	0,040
C.V. (%)	26,93	16,40	9,35	17,53	10,04	7,27
máximo	23580	60,78	0,721	17590	48,59	0,647
mínimo	8014	35,70	0,498	8104	34,73	0,481

Na Tabela 2, são apresentados os resultados médios do número de anéis de crescimento por polegada (Nº anéis) e porcentagem de lenho tardio (LT) da madeira juvenil, madeira adulta e da espécie, obtidos dos corpos-de-prova de compressão paralela às fibras.

Os valores médios mostram que o número de anéis de crescimento na madeira adulta é 72,2% superior que ao da madeira juvenil. A porcentagem de lenho tardio na madeira adulta é maior que na madeira juvenil em 55% aproximadamente.

De acordo com as classes de densidade para a madeira, especificadas no Anexo G do projeto de revisão da NBR 7190/97, os resultados mostram que, na média, a madeira adulta pode ser considerada como não densa e a madeira juvenil como não estrutural.

Com o objetivo de se estabelecer relações entre as propriedades de compressão paralela e densidade com o número de anéis de crescimento e porcentagem de lenho tardio, para a espécie, foram feitas análises de regressão múltipla e simples entre as variáveis, considerando-se que, de maneira geral, assume-se como satisfatórias regressões com  $R^2 \geq 0,7$ , as regressões múltiplas ajustadas, não revelaram correlações com significância e somente a densidade aproxima-se desse valor convencional.

Tabela 2 – Valores médios do número de anéis por polegada e porcentagem de lenho tardio.

Medida descritiva	Madeira adulta		Madeira juvenil	
	Nº Anéis	%LT	Nº Anéis	%LT
Média	6,2	43,86	3,6	28,30
D. Padrão	1,4	7,01	0,6	6,69
C.V. (%)	22,60	15,98	17,10	23,65
máximo	8,4	58,66	5,0	46,61
mínimo	3,5	30,06	2,3	15,75

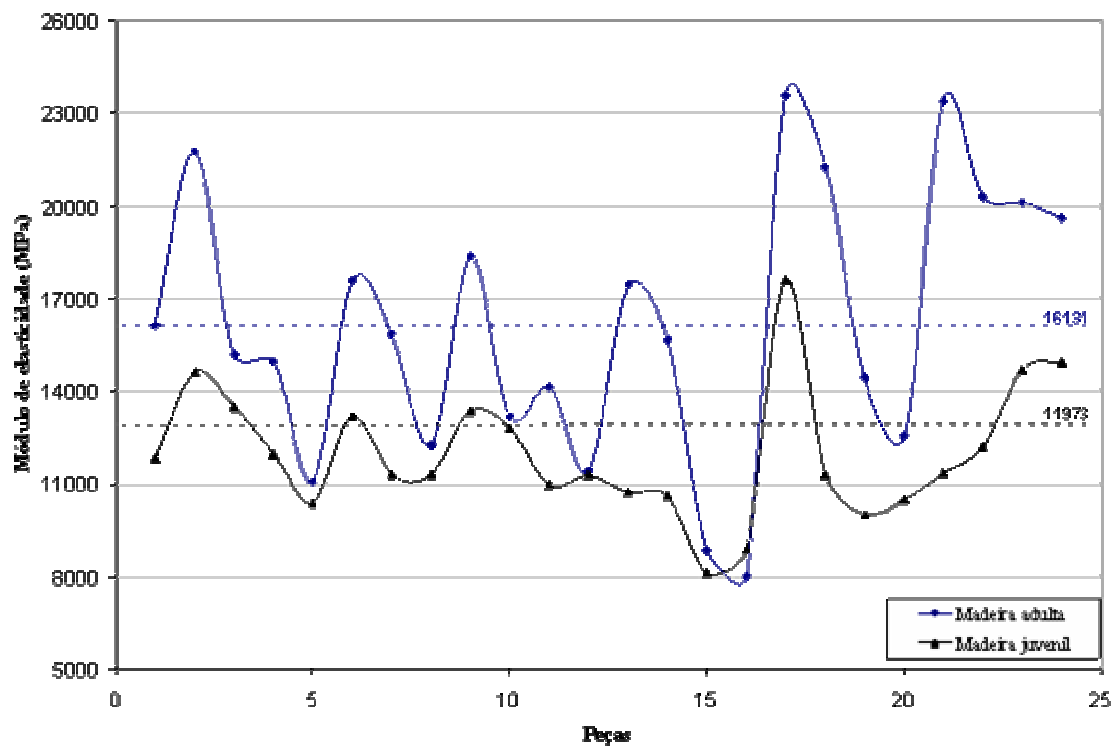


Figura 2 – Módulo de elasticidade da madeira adulta e juvenil.

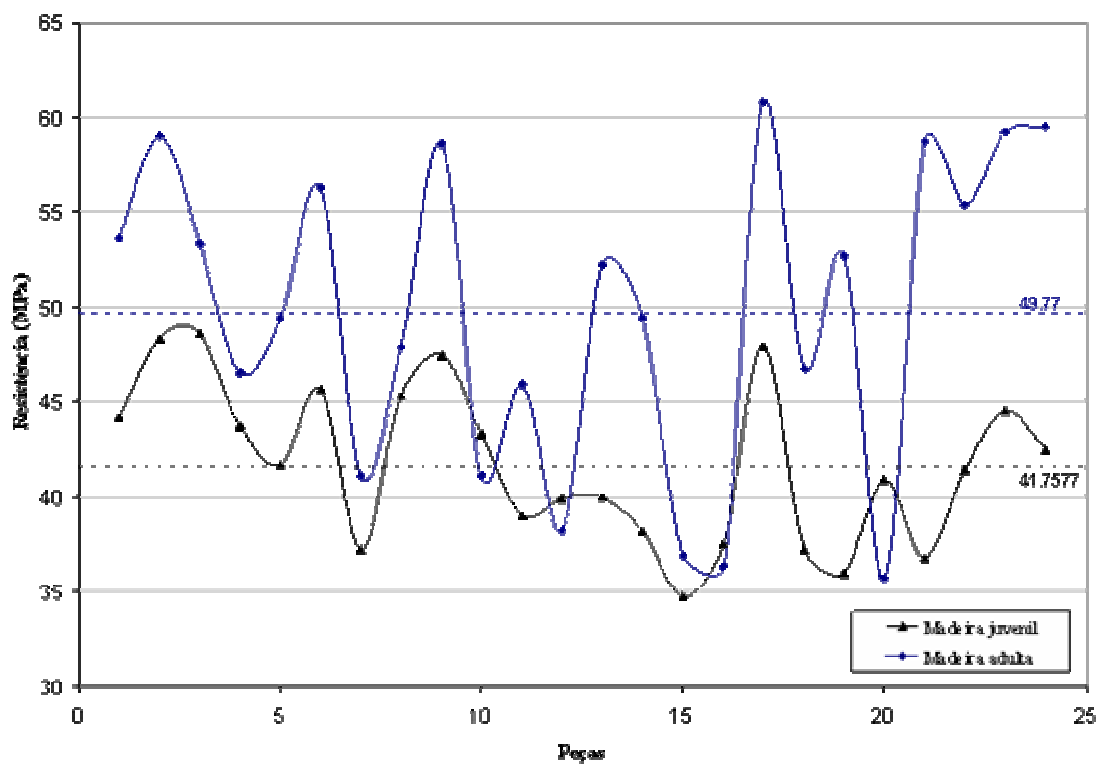


Figura 3 – Resistência da madeira adulta e juvenil.

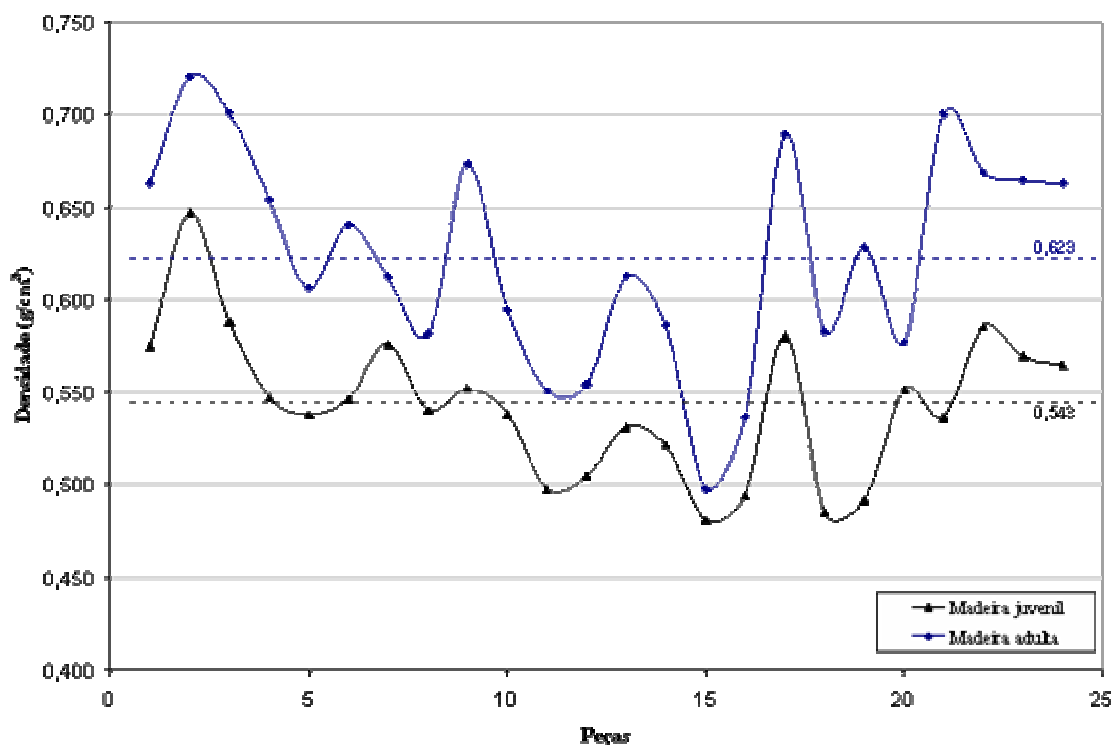


Figura 4 – Densidade da madeira adulta e juvenil.

Com base nos resultados apresentados para as propriedades da madeira de *Pinus taeda* L. estudadas, pode-se concluir: a) as propriedades de resistência e rigidez a compressão paralela às fibras foram superiores na madeira adulta do que na madeira juvenil; b) a densidade aparente da madeira adulta é superior à da madeira juvenil; c) de acordo as especificadas no Anexo G do projeto de revisão da NBR 7190/97 para classes de densidade, a madeira adulta e a espécie ficam classificadas como não densa e a madeira juvenil como não estrutural; d) as equações de regressão múltipla e simples para estabelecer relações entre a compressão paralela às fibras e a densidade aparente com o número de anéis de crescimento e a porcentagem de lenho tardio, para a espécie, fornecem estimativas pouco precisas.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). **NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira**. ABNT. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). **ABNT/CB-02 - Projeto de Estruturas de Madeira CE-02:126.10. Anexo G: Classificação visual de madeira serrada de coníferas**. ABNT. Rio de Janeiro.

ZOBEL, B. J.; SPRAGUE, J.R. (1998). **Juvenile wood in forest trees**. Berlin. Springer-Verlag,. 300p.