

# CLASSIFICAÇÃO E PROPRIEDADES DA MADEIRA DE PINUS E EUCALIPTO

Alexandre Miguel do Nascimento<sup>1</sup>

José Tarcísio da Silva Oliveira<sup>2</sup>

Ricardo Marius Della Lucia<sup>3</sup>

## RESUMO

A técnica de classificação de madeira por suas características visuais e mecânicas pode melhorar o desempenho de uma estrutura, além de permitir um uso mais amplo de madeira de diferentes classes de qualidade. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do tamanho de nó de aresta no módulo de elasticidade das madeiras de pinus (*Pinus taeda* e *P. elliottii*) e de Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), além de definir algumas propriedades físicas e mecânicas destas madeiras. Três classes de tamanho de nó localizado na aresta da madeira foram estabelecidas. Ficou evidente que as madeiras pertencentes às maiores classes tiveram um menor módulo de elasticidade.

**Palavras-chaves:** Classificação de madeira, massa específica, propriedades mecânicas

## ABSTRACT

### GRADING AND PROPERTIES OF PINE AND EUCALYPT WOODS

Lumber grading through mechanical and visual characteristics may improve the performance of a structural member, and allow more applications of woods from different quality classes. The objective of this work was to verify the influence of the size of edge knots on the modulus of elasticity of pine lumber (*Pinus taeda* and *P. elliottii*) and eucalypt (*Eucalyptus citriodora*), and describe some physical and mechanical properties of these woods. Three classes of knot size located at the edge of the pieces were established. It got evident that the lumber from the greatest class, had an smaller modulus of elasticity

**Key words:** Lumber grading, specific gravity, mechanical properties

## INTRODUÇÃO

A classificação da madeira é um procedimento que permite uma utilização mais ampla e segura. Essa classificação pode estar baseada apenas na inspeção das características visuais. Uma outra técnica,

posterior, foi a da classificação mecânica, que mede o módulo de elasticidade longitudinal na flexão e que surgiu como uma informação adicional que permitia melhorar a classificação das peças. Um exemplo importante do emprego desses critérios

---

<sup>1</sup> DPF, IF, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

<sup>2</sup> DEF, Universidade Federal de Viçosa

<sup>3</sup> DEF, Universidade Federal de Viçosa

de classificação é o posicionamento das lâminas num elemento estrutural como as vigas de madeira laminada-colada, em que as lâminas, segregadas pelas suas classes de qualidade, são dispostas em regiões desse elemento estrutural em função do nível de solicitação maior ou menor a que elas serão submetidas. Uma prova de carga pode ser conduzida como uma opção adicional para garantir a melhor qualidade das lâminas tracionadas, quanto à resistência, tendo assim um melhor controle e segurança na construção de vigas

A classificação visual das peças leva em conta características da madeira tais como a presença, o tamanho, a frequência e a localização dos nós, a massa específica, a inclinação da grã, o crescimento, a proporção de lenho tardio, a presença de madeira de reação, entre outras. Essa técnica foi bastante investigada e permitiu, em vários países, a edição de normas, por órgãos de padronização, que estipulam que características podem ou não ocorrer, e em que tamanho ou proporção, em certa classe de qualidade. É notório que a qualidade visual de uma peça tem também implicações na sua qualidade mecânica. Assim, FILLER et al. (1964), trabalhando com classificação de lâminas de madeira para construção de vigas de madeira laminada colada, perceberam que uma simples ordenação das lâminas garantiu um significativo aumento da resistência e do módulo de elasticidade.

A classificação de lâminas é uma obrigatoriedade, na construção de vigas de MLC. Nas lâminas mais tracionadas, além de se preocupar com as propriedades dos nós, deve-se também levar em consideração a massa específica da madeira, a presença e a frequência de medula e a inclinação da grã (NORMA AITC 119-71 em AITC, 1974).

A classificação mecânica das lâminas baseia-se principalmente na determinação do módulo de elasticidade, que pode ser feito pela medição estática ou medição automatizada. O método estático consiste na medição do módulo de elasticidade à flexão, em lâminas, por carga aplicada no meio do vão (GROHMANN e SZÜCS, 1998) ou, ainda, com a aplicação dessa carga em dois pontos

simétricos em relação ao meio do vão (MANTILLA CARRASCO, 1989). Nessa medição, mencionado pela ASTM D-3737 (ASTM, 1994b) que a relação entre o vão e a espessura das lâminas esteja entre 90 e 110 vezes. Os métodos de medição automatizada usam máquinas classificadoras ou método de vibração (dinâmico). HERNANDEZ et al. (1997) compararam o método dinâmico com o método estático, obtendo um coeficiente de determinação de 0,96 na madeira de yellow poplar (*Liriodendron tulipifera*).

Associando as informações das características visuais da madeira com as de módulo de elasticidade, pode-se melhorar substancialmente o desempenho das estruturas. Alguns dos trabalhos feitos no Brasil com classificação mecânica da madeira devem ser destacados. ARRUDA e SZÜCS (1995) compararam dois grupos de seis vigas, construídas com madeira de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, cujas lâminas foram classificadas ou não pela rigidez. Eles encontraram valores de resistência e módulo de elasticidade de 24,47 MPa e 7.431 MPa nas vigas com lâminas não classificadas e 47,56 MPa e 13.646 MPa, nas vigas de lâminas classificadas.

A classificação da madeira pelo módulo de elasticidade não tem apenas utilidade na construção de vigas de madeira laminada colada (MLC). PETRAUSKI (1991) construiu e testou nove tesouras de telhado usando madeira de pindaíba (*Xilopia sericea*), tendo sido a madeira classificada pelo módulo de elasticidade. Trabalhos mais recentes, na construção e testes de vigas, consideraram todos a classificação visual e mecânica das lâminas (JANOWIAK et al., 1995; HERNANDEZ et al., 1997; MANBECK et al., 1993; MOODY et al., 1993).

Face a importância em se classificar as peças de madeira nas utilizações estruturais, os objetivos deste trabalho foram:

- fazer a classificação mecânica da madeira de pinus e eucalipto, pela determinação do módulo de elasticidade

- Fornecer informações sobre as propriedades mecânicas das madeiras estudadas, assim como estabelecer algumas correlações entre essas propriedades.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a condução deste trabalho, foram adquiridos 12 m<sup>3</sup> de madeira de pinus, oriunda do estado do Paraná, na forma de tábuas com espessura de 2,5 cm, largura de 18 cm e comprimento de 400 cm e 4 m<sup>3</sup> de madeira de *Eucalyptus citriodora*, vulgarmente conhecida como eucalipto citriodora, em pranchas de 5 cm de espessura, 10 cm de largura e 400 cm de comprimento, provenientes do estado de Minas Gerais. Por intermédio de observação macroscópica, conclui-se que a madeira de pinus adquirida consistia de uma mistura de *Pinus elliottii* e de *Pinus taeda*.

Essas madeiras foram secas em estufa desumidificadora de baixa temperatura. Após a secagem, elas foram conduzidas para o laboratório de propriedades físicas e mecânicas para os testes necessários à descrição das propriedades das madeiras.

### Classificação da madeira

Uma vez seca, as tábuas foram desempenadas e cortadas com 81 mm de largura, produzindo peças com comprimentos variados, que foram devidamente identificadas. Em seguida, a espessura da madeira de pinus e da madeira de *E. citriodora* foi uniformizada em 21 mm e 44 mm, respectivamente. Seguindo a norma ASTM 3737 (ASTM, 1994b), as amostras foram classificadas em função do tamanho máximo dos nós localizados nas arestas das tábuas, ocasião em que três classes foram estabelecidas:

- Tamanho máximo do nó menor que 1/6 da largura das tábuas
- Tamanho máximo do nó maior que 1/3 da largura das tábuas
- Tamanho máximo do nó entre 1/3 e 1/6 da largura

das tábuas

Foram também determinados os módulos de elasticidade de todas as tábuas, para cada classe de tamanho do nó. O valor médio do módulo de elasticidade encontrado passou a ser tomado como o valor de referência da classe. Foram também determinados os percentis de 5 e de 95%.

Para determinação do módulo de elasticidade, após medição da espessura e a largura de cada uma das tábuas, elas foram colocadas em dois suportes cilíndricos sobre dois cavaletes de madeira, gerando um vão entre 90 e 110 vezes a espessura. Após isto, foram colocadas duas cargas de 40 N cada no centro do vão formado, sendo a cada carregamento de 40 N medida a flecha formada. A flecha foi medida com auxílio de relógio comparador com resolução de 0.01 mm e capacidade de curso de 100 mm. O módulo de elasticidade (E, em MPa) das tábuas foi calculado com a diferença entre as flechas e com o valor da segunda carga, pela expressão que segue:

$$E = \frac{8P'L^3}{384I\Delta'10^6}$$

em que P' é o valor da segunda carga (40N); L é o vão entre apoios (m); I é o momento de inércia da lâmina (m<sup>4</sup>); Δ' é a diferença entre as flechas (m).

### Testes físicos e mecânicos da madeira

Na Tabela 1 tem-se o demonstrativo dos ensaios mecânicos realizados e as respectivas normas utilizadas. Estes foram realizados com o objetivo de se obter parâmetros de resistência mecânica da madeira.

Amostras de peças radiais foram coletadas do lote de madeira de pinus e eucalipto e empregadas para a confecção dos corpos de prova, que foram acondicionados a uma temperatura de 20° C e 65% de umidade relativa. Observa-se que o número de amostras quase sempre foi superior ao recomendado pelas respectivas normas. Isto foi feito para se obter correlações entre as propriedades.

As dimensões das amostras dos testes de

**Tabela 1.** Testes realizados em laboratório para caracterização da madeira de Pinus e *E. citriodora*, normas ASTM D-143 (ASTM, 1994a) e ABNT MB 26 (ABNT, 1940) utilizadas e número de corpos de prova testados.

Testes	Norma
Módulo de elasticidade à tração - pinus	ASTM D -143
Resistência à tração paralela as fibras - pinus	ASTM D -143
Módulo de elasticidade à tração - <i>E. citriodora</i>	ASTM D -143
Resistência à tração paralela as fibras - <i>E. citriodora</i>	ASTM D -143
Resistência à compressão paralela às fibras - pinus	ABNT MB 26
Resistência à compressão paralela às fibras <i>E. citriodora</i>	ASTM D -143
Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras - pinus	ASTM D -143
Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras - <i>E. citriodora</i>	ASTM D -143
Resistência à flexão - pinus	ABNT MB 26
Resistência à flexão - <i>E. citriodora</i>	ABNT MB 26
Módulo de elasticidade à flexão - <i>E. citriodora</i>	ASTM D -143

módulo de elasticidade à flexão e resistência a compressão, para o eucalipto, foram um pouco abaixo do recomendado pela norma, ou seja, 45 mm.

O teste de cisalhamento na madeira de pinus foi realizado em amostras com 2x2x3 cm, em razão do lote recebido apresentar uma espessura de 25 mm. O formato dos corpos de prova de tração não foi feito segundo a norma ASTM, e sim desenvolvido em laboratório, e suas dimensões e formato estão apresentadas na Figura 1.

Foi também determinada a massa específica aparente da madeira de pinus e o seu teor de umidade, fazendo uso de amostras semelhantes às usadas no ensaio de compressão paralela às fibras. Na madeira de *E. citriodora* foram determinadas a massa específica e o teor de umidade, em amostras retiradas dos corpos de prova de qualificação à flexão. A massa específica foi calculada tomando-se o volume e peso da madeira seca em estufa à 105°C. A medição do volume da amostra foi feito pelo método hidrostático usando-se o mercúrio no lugar da água.

Os valores das propriedades mecânicas foram corrigidos para um teor de umidade de 12 % como exige a nova norma ABNT NBR-7190 (ABNT, 1997), utilizando-se a seguinte expressão:

$$f_{12} = f_{u\%} \left[ 1 + \frac{3(U\% - 12)}{100} \right]$$

em que  $f_{12}$  é o valor da propriedade a 12% de umidade e  $f_u$  é o valor da propriedade num teor U de umidade.

O módulo de elasticidade foi também corrigido por intermédio da expressão

$$E_{12} = E_{u\%} \left[ 1 + \frac{2(U\% - 12)}{100} \right]$$

em que  $E_{12}$  e  $E_u$  são, respectivamente, o módulo de elasticidade num teor de 12 e num teor U de umidade.

Com base na nova norma foram calculados os valores característicos das propriedades estudadas, dados pela expressão

$$f_{wk} = \left( 2 \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{(n/2-1)}}{(n/2-1)} - f_{n/2} \right) \times 1,1$$

em que  $f_{wk}$  é o valor característico de resistência onde os resultados devem ser colocados em ordem crescente  $f_1 \leq f_2 \leq \dots \leq f_n$ , desprezando o valor mais alto se o número de corpos de prova for ímpar, não se tomando para  $f_{wk}$  valor inferior a  $f_1$ , nem a 0,70 do valor médio.

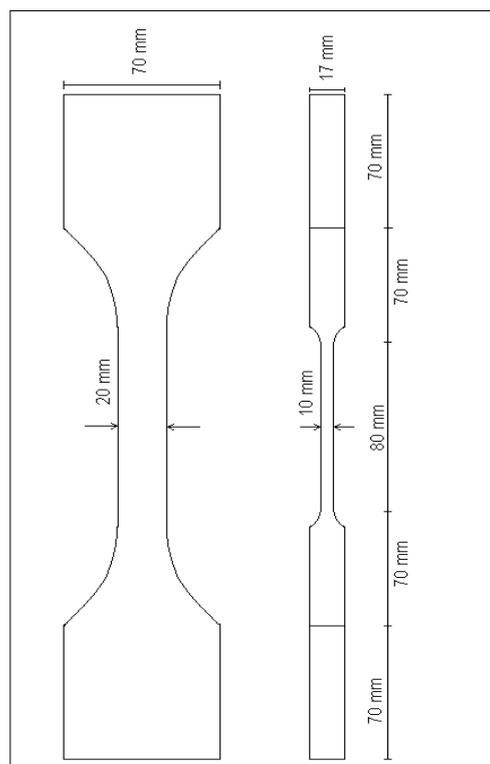
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Classificação das tábuas

Os resultados do módulo de elasticidade para a madeira não classificada estão na Tabela 2 e a classificação das tábuas pelo módulo de elasticidade e pelo tamanho do nó de aresta estão na Tabela 3. Observa-se na Tabela 2 o valor médio do módulo de elasticidade para todas as 598 tábuas de Pinus que foi de 10.536 MPa com um elevado coeficiente de variação, 31,42%.

**Tabela 2.** Algumas estatísticas relativas ao módulo de elasticidade em MPa para as tábuas de Pinus sem classificação visual prévia

Estatísticas	Madeira de Pinus sem classificação prévia
Média	10.536
Mínimo valor	3.539
Máximo valor	23.381
Percentil 5%	5.970
Percentil 95%	16.776
Casos	598
S	3.310
CV (%)	31,42



**Figura 1.** Formato e dimensões do corpo de prova à tração.

**Tabela 3.** Algumas estatísticas relativas ao módulo de elasticidade em MPa para as tábuas de pinus e *E. citriodora* em função das classes dos nós.

Estatísticas	<i>E. citriodora</i>	<i>Pin</i>
	Classe do nó	Clas
	1/6	1/6
Média	22.268	12.063 <sup>a*</sup>
Mínimo valor	18.005	3.539
Máximo valor	28.162	23.331
Percentil 5%	19.595	6.688
Percentil 95%	25.557	17.951
Casos	43	228
S	2.093	3.467
CV (%)	9,40	28,7

Onde: S é desvio padrão e CV é o coeficiente de variação.

\* Os contrastes entre as médias foram avaliados pelo teste t e as diferentes letras mostram diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade.

## CORREÇÃO TAB1 E TAB 3

**Tabela 1.** Testes realizados em laboratório para caracterização da madeira de Pinus e *E. citriodora*, normas ASTM D-143 (ASTM, 1994a) e ABNT MB 26 (ABNT, 1940) utilizadas e número de corpos de prova testados.

Testes	Normas	Corpos
Módulo de elasticidade à tração - pinus	ASTMD -143	61
Resistência à tração paralela às fibras - pinus	ASTMD -143	61
Módulo de elasticidade à tração - <i>E. citriodora</i>	ASTM D-143	35
Resistência à tração paralela às fibras - <i>E. citriodora</i>	ASTM D-143	35
Resistência à compressão paralela às fibras - pinus	ABNT MB 26	72
Resistência à compressão paralela às fibras <i>E. citriodora</i>	ASTMD -143	18
Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras - pinus	ASTMD -143	72
Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras - <i>E. citriodora</i>	ASTMD -143	21
Resistência à flexão - pinus	ABNT MB 26	45
Resistência à flexão - <i>E. citriodora</i>	ABNT MB 26	42
Módulo de elasticidade à flexão - <i>E. citriodora</i>	ASTMD -143	12

**Tabela 3.** Algumas estatísticas relativas ao módulo de elasticidade em MPa para as tábuas de pinus e *E. citriodora* em função das classes dos nós.

Estatísticas	<i>E. citriodora</i>		<i>Pinus spp</i>	
	Classe do nó 1/6	1/6	Classe do nó 1/3	> 1/3
Média	22.268	12.063 <sup>***</sup>	10.882 <sup>b</sup>	9.131 <sup>a</sup>
Mínimo valor	18.005	3.539	4.856	3.825
Máximo valor	28.162	23.331	20.132	19.425
Percentil 5%	19.595	6.688	6.358	5.541
Percentil 95%	25.557	17.951	15.871	13.819
Casos	43	228	98	272
S	2.093	3.467	3.074	2.588
C V (%)	9,40	28,7	28,2	28,4

Onde: S é desvio padrão e CV é o coeficiente de variação.

\* Os contrastes entre as médias foram avaliados pelo teste t e as diferentes letras mostram diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade.

V. 8, n.1, p.27 - 35, jan./dez. 2001

Observando a Tabela 2, vê-se claramente que existe tábua com módulo de elasticidade de até 6,6 vezes mais elevados que o de menor valor. Já para a madeira de eucalipto esta relação não passa de 1,6 vezes. Isto mostra a importância do conhecimento do módulo de elasticidade, em especial quando a madeira possui grande variabilidade em suas propriedades físicas e mecânicas.

A madeira de eucalipto quase não possuía nós, o que permitiu a classificação de todas as peças geradas na classe menor que 1/6.

Com a classificação pelo tamanho do nó de aresta percebe-se uma sensível diminuição do coeficiente de variação (Tabela 3). Se outros fatores tivessem sido incluídos na classificação, tais como presença e percentual de medula, presença de madeira juvenil e intensidade de desvio de grã, certamente poderia se uniformizar mais a madeira

Tabela 4. Resultados das propriedades físicas e mecânicas das madeiras de *Pinus* spp e *Eucalyptus citriodora*, valores corrigidos para 12% de teor de umidade .

Madeira de <i>Pinus</i> spp							
	te	fv	fb	ff	E	Me	T
	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)
Média	45,2	5,9	80,4	84,8	11.810	0,53	11,3
V. c.	37,8	3,2	52,6	47,7	8.267	-	--
Mínimo	31,3	2,3	43,5	40,2	4.291	0,37	10,0
Máximo	74,7	11,0	137,1	161,1	20.875	0,73	13,3
Desvio	8,82	2,1	22,9	29,5	3.944	0,08	0,7
C.v.	19,5	35,6	28,5	34,8	33,4	15,10	5,8

Madeira de <i>Eucalyptus citriodora</i>							
	fc	fv	fb	Bb	Et	Me	T
	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)	(g/cm <sup>3</sup> )	(%)
Média	78,2	18,2	172,9	26.663	26.985	0,98	12,6
V. c.	52,9	15,6	167,9	15.958	16.228	--	-
Mínimo	49,6	14,8	143,7	14.318	16.228	0,76	11,1
Máximo	91,6	22,1	204,1	34.758	37.742	1,06	13,6
Desvio	18,1	2,2	12,6	6.568	4.874	0,10	1,3
C.v.	17,1	11,8	7,3	24,6	18,1	10,2	10,2

em que f<sup>c</sup> é a resistência à compressão; f<sup>v</sup> é a resistência ao cisalhamento; f<sup>b</sup> é a resistência à flexão; f é a resistência à tração; E<sup>^</sup> é o módulo de elasticidade à tração; M<sup>^</sup> é a massa específica da madeira com volume e peso a 0% de teor de umidade; T<sup>^</sup> é o teor de umidade; E, é o módulo de elasticidade a flexão; V. c. é o valor característico.

em cada classe de qualidade visual, diminuindo assim mais o coeficiente de variação.

Ainda no Tabela 3 vê-se que os valores médios do MOE para a madeira de pinus classificada em I 6,1/3 e maior que 1/3 foram respectivamente 12.063, 10.882 e 9.131 MPa e o módulo médio das tábuas de eucaliptos foi de 22.268 MPa. Fica também evidente que o aumento do tamanho do nó de aresta tende a diminuir os valores de módulo de elasticidade.

#### Propriedades físicas e mecânicas da madeira

Os resultados dos testes mecânicos e físicos das madeiras de pinus e *E. citriodora*, ajustados para um teor de umidade de 12%, de acordo com a norma NBR 7190 (1997), são apresentados na Tabela 4.

Os valores médios de resistência da madeira de pinus à compressão, cisalhamento, flexão e tração

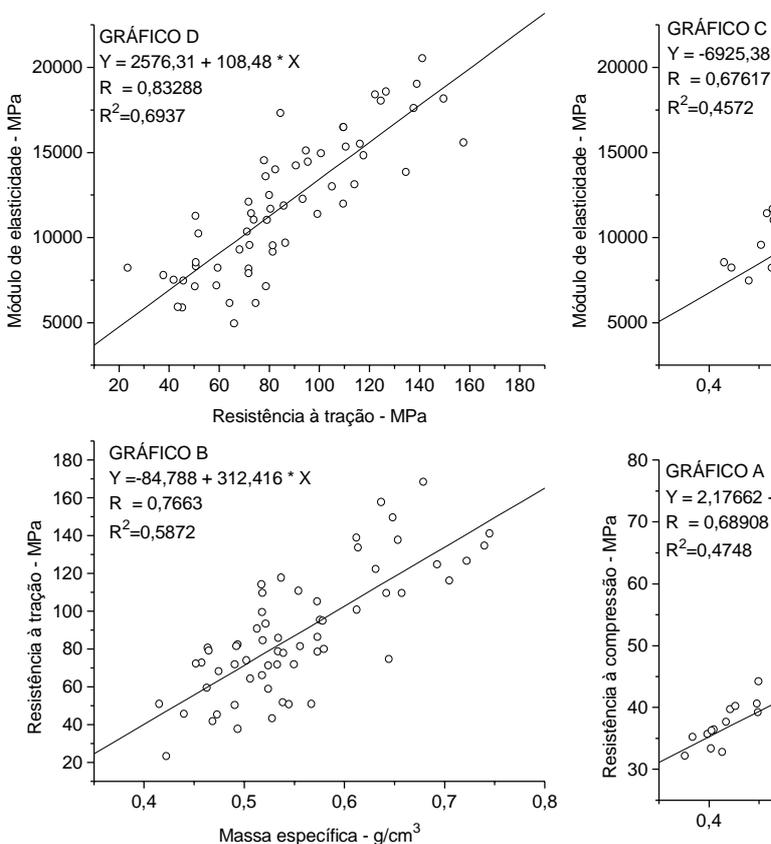
foram 45,2 MPa, 5,89 MPa, 80,42 MPa e 84,84 MPa, respectivamente. Para a madeira de *E. citriodora* os valores de resistência média na compressão, cisalhamento e flexão foram, 78,16 MPa, 18,17 MPa e 172,9 MPa, respectivamente.

Para a madeira de pinus foi determinado o módulo de elasticidade a tração enquanto que na madeira de *E. citriodora* foi determinado o módulo de elasticidade à tração e flexão. O valor médio para a madeira de pinus foi 11.810 MPa e para a madeira de *E. citriodora* foram 26.985 MPa e 26.663 MPa à tração e à flexão, respectivamente.

A massa específica da madeira anidra (peso e volume secos em estufa) de pinus foi 0,53 g/cm<sup>3</sup>

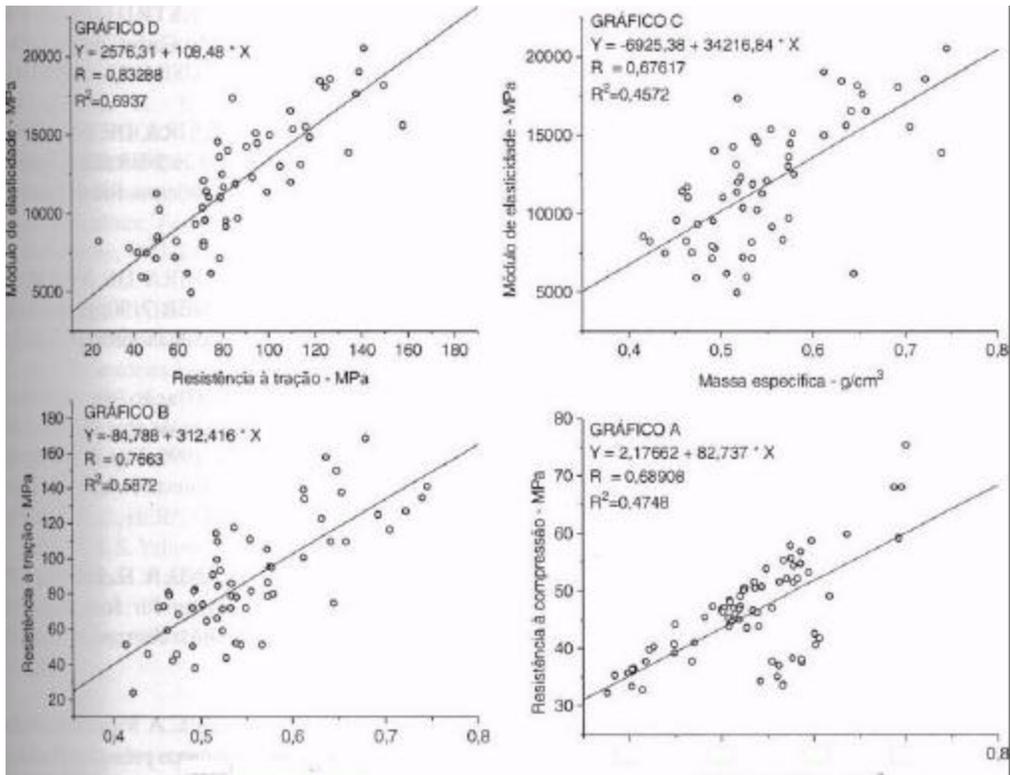
enquanto que para a madeira de *E. citriodora* foi 0,98 g/cm<sup>3</sup>. Estes valores corrigidos, no volume e no peso, para um teor de umidade de 12% ficaram: pinus igual a 0,56 g/cm<sup>3</sup> e *E. citriodora* 1,05 g/cm<sup>3</sup>. Os teores de umidade equilíbrio para uma condição de 20° C e umidade relativa de 60% foram iguais a 11,3% para pinus e 12,6% para o *E. citriodora*.

Na Figura 2 tem-se três gráficos que representam as correlações entre algumas propriedades mecânicas e massa específica da madeira de pinus ( A, B e C) e um gráfico que representa a correlação existente entre a resistência e módulo de elasticidade à tração (D). Observa-se bons índices de correlações



**Figura 2.** Algumas correlações entre a massa específica (peso e volume anidro) e propriedades mecânicas ( A, B e C) e entre resistência e módulo de elasticidade (D).

GRÁFICOS CORRIGIDOS



Analisando ainda o Tabela 4 observa-se que os coeficientes de variação para a madeira de pinus foram elevados. Isto pode ser explicado parcialmente pela grande amplitude da massa específica da madeira, 0,38 - 0,70 g/cm<sup>3</sup>. Para a madeira de *Eucalyptus citriodora* os coeficientes foram bem menores, com exceção do módulo de elasticidade à flexão e à tração. Verifica-se para massa específica, um valor de coeficiente de variação baixo. Em seu trabalho, OLIVEIRA (1997) encontrou um coeficiente de variação médio para a mesma madeira de 9,3%, variando entre 7,2 e 10,5 %. CARMO (1996) estudando a massa específica da madeira das seguintes espécies de eucaliptos: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, *E. pilulares* e *E. maculata* afirmou que o *E. citriodora* e *E. maculata* foram aqueles que apresentaram menor variabilidade.

## CONCLUSÕES

- Para fins estruturais, a classificação pelo módulo de elasticidade é muito importante, em especial para madeiras que possuem uma grande variabilidade em suas propriedades físicas e mecânicas.
- A classificação pelo tamanho do nó de aresta permite diminuir a variabilidade do material;
- Quanto maior o tamanho da classe do nó de aresta, menor é o módulo de elasticidade;
- Para a madeira de pinus, obteve-se boas correlações entre algumas das propriedades físicas e mecânicas estudadas;

## LITERATURA CITADA

- AMERICAN INSTITUTE OF TIMBER CONSTRUCTION. Timber construction manual. New York: John Wiley & Sons. 1974. Paginação irregular
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard methods of testing small clear specimens of timber. ASTM D-143. *Annual book of A.S.T.M. Standards*, v.04. 10, p.24-65, 1994a.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard practice for establishing stresses for structural glued laminated timber (glulam). ASTM D-3737. *Annual book of A.S.T.M. Standards*, v.04.10, p.461-478, 1994b.
- ARRUDA, H. A. C., SZÜCS, C. A. Estudo da influência da classificação das lâminas na composição dos elementos de madeira laminada colada. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 5, 1995, São Carlos. *Anais ... São Carlos: LaMEM; EESC; USP, 1995. v.1, p.63-85.*
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. MB 26 (NBR 6230); ensaios físicos e mecânicos de madeiras. Rio de Janeiro: 1940. 9 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7190; projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: 1997. 107p.
- CARMO, A. P. T. Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto. Viçosa: UFV, 1996. 74 p. *Dissertação (Mestrado em Ciência florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.*
- FILLER, M. C., HOFSTRAND, A. D., HOWE, J. P. Laminated beam design for four western softwoods. *Forest Products Journal*, v.14, n.10, p.451-455, 1964.
- GROHMANN, S. Z., SZÜCS, C. A. Vigas de madeira laminada colada com lâminas pré-classificadas de *Eucalyptus grandis*. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURA DE MADEIRA, 6, 1998,

- Florianópolis. *Anais...* Florianópolis : UFSC; LEE, 1998. v.1, p. 291-301.
- HERNANDEZ R., DAVALOS, J. F., SONTI, S., KIM, Y., MOODY, R. C. Strength and stiffness of reinforced yellow poplar glued-laminated beams. . Madison, WI: U.S. Department of Agriculture; *Forest Service*; Forest Products Laboratory, 1997. 28 p. (Research Paper FPL-RP-554).
- JANOWIAK, J. J., MANBECK, H. B., HERNANDEZ, R., MOODY, R. C., BLANKENHORN, P. R., LABOSKY, P. Efficient utilization of red maple lumber in glued - laminated timber beams. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, *Forest Service, Forest Products Laboratory*, 1995. 23p. (Research Paper FPL-RP-541).
- MANBECK, H. B., JANOWIAK, J. J., BLANKENHORN, P. R., LABOSKY, P., MOODY, R. C., HERNANDEZ, R. Red maple glulam timber beam performance. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture; *Forest Service; Forest Products Laboratory*, 1993. 24 p. (Research Paper FPL-RP-519).
- MANTILLA CARRASCO, E. V. Resistência, elasticidade e distribuição de tensões nas vigas retas de madeira laminada colada. São Carlos: ESSC, 1989. *Tese* (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, 1989.
- MOODY, R. C., HERNANDEZ, R., DAVALOS, J. F., SONTI, S. S. Yellow Poplar glulam timber beam performance. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture; Forest Service; *Forest Products Laboratory*, 1993. 16 p. (Research Paper FPL-RP-520).
- OLIVEIRA, J. T. S. Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil. São Paulo: USP, 1997. 2v. 429 p. *Tese* (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 1997.
- PETRAUSKY, A. Estudo da madeira de Pindaíba (*Xilopia sericea* St. Hill.) para confecção de tesouras de telhado, com ligações de chapas e pregos. Viçosa: UFV, 1991. 102p. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1991