

XVIII

CIC

XI ENPOS  
I MOSTRA CIENTÍFICA



Evoluir sem extinguir:  
por uma ciência do devir



## PROPRIEDADES DE FLEXÃO ESTÁTICA DA MADEIRA DE *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze EM RAZÃO DA MASSA ESPECÍFICA

**BELTRAME, Rafael<sup>1</sup>; MODES, Karina Soares<sup>1</sup>; VIVIAN, Magnos Alan<sup>1</sup>;  
SOUZA, Joel Telles<sup>2</sup>; MACHADO, Wagner Gugel<sup>2</sup>; HASELEIN, Clovis  
Roberto<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Engenheiros Florestais, Mestrandos pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. browbeltrame@yahoo.com.br, ksmodes@gmail.com, magnosalan@hotmail.com

<sup>2</sup>Alunos de Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. joeltelles@hotmail.com, wagnerwgm1@hotmail.com

<sup>3</sup>Engº Florestal, PhD, Profº Adjunto do Depto de Ciências Florestais, pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. clovis.haselein@smail.ufsm.br

### 1. INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* foi considerada durante um longo período a principal matéria prima madeireira de importância econômica no sul do país. A exploração desordenada, realizada desde o início do século, reduziu drasticamente suas reservas, trazendo dificuldades para a indústria madeireira que não se preveniu contra a falta do produto (SANTINI et al., 2000).

Atualmente, a disponibilização da matéria-prima, proveniente de florestas plantadas de coníferas, induz o mercado consumidor a preocupar-se com a qualidade da madeira. O conhecimento de suas propriedades fornece informações importantes para as diversas fases de processamento industrial, bem como para a utilização do produto final. Entretanto, as características tecnológicas da madeira variam com a espécie, procedência, idade, sítio e altitude (LADRACH, 1986).

As propriedades mecânicas da madeira são dependentes, principalmente, da massa específica, da proporção de lenho juvenil, da espessura dos anéis-decrescimento, do ângulo das microfibrilas, da inclinação da grã, da quantidade de extrativos, do teor de umidade, da intensidade do ataque de xilófagos, do tipo e da localização e quantidade de nós, entre outros (EVANS et al., 2000).

Silva (2002) relata que a massa específica da madeira é o resultado de uma complexa combinação dos seus constituintes internos, fornecendo inúmeras informações sobre as características da madeira, devido principalmente a sua íntima relação com várias outras propriedades. Segundo o mesmo autor, esta característica torna-se um parâmetro muito utilizado para qualificar a madeira nos diversos segmentos da atividade industrial. Haselein et al. (2002) afirmam existir uma estreita relação entre a massa específica da madeira e as propriedades mecânicas sendo

que, desta forma, qualquer fator que acarrete alteração na primeira irá produzir efeitos nas últimas.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo investigar o comportamento da resistência e elasticidade à flexão da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em razão da massa específica aparente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado foi coletado de um povoamento de *A. angustifolia* com 41 anos de idade proveniente da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizada no município de São Francisco de Paula, RS.

Os corpos de prova foram retirados de cinco árvores consideradas do estrato superior. As árvores foram desdobradas em pranchões centrais, de aproximadamente 7 cm de espessura e 2,5 m de comprimento e após trazidos para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram confeccionados os corpos de provas de acordo com os testes. A partir dos pranchões centrais, confeccionaram-se corpos de prova para a determinação da massa específica aparente a 12% de umidade e para os ensaios de flexão estática, segundo a norma ASTM D143-94 (1995). De cada árvore, foram confeccionados 20 corpos de prova com dimensões de 2,5 x 2,5 x 41 cm (dimensão radial, tangencial e longitudinal), totalizando 100 peças para o ensaio. Após a confecção, estes foram armazenados em câmara climatizada na condição de 20° C e 65% de umidade relativa, onde permaneceram até atingirem umidade de equilíbrio em torno de 12%.

Para a realização dos ensaios de flexão estática utilizou-se a máquina universal de ensaios, hidráulica, marca Amsler, com capacidade para 20 toneladas e dotada de um sistema automatizado de aquisição de dados.

Os resultados da aplicação da carga foram registrados pelo computador, para posterior determinação do Módulo de Elasticidade (MOE) e Módulo de Ruptura (MOR).

Os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando pacote estatístico Statgraphic Centurion.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados do Módulo de Elasticidade (MOE) e Módulo de Ruptura (MOR) decorrente da influência da massa específica aparente para a madeira de *A. angustifolia* através dos modelos estimadas pela análise de regressão. A massa específica aparente a 12% de umidade encontrada para a madeira de *A. angustifolia* ficou próxima de  $d 0,52 \text{ g/cm}^3$ .

Tabela 1 - Modelos de regressão para a estimativa do Módulo de Elasticidade (MOE) e Módulo de Ruptura (MOR) em razão da massa específica aparente (MEA).

Modelos de regressão	R <sub>aj</sub> . <sup>2</sup> (%)	F	Prob>F
MOE= -19149 + 232957*MEA	38,6	59,5	0,000**
MOR= -265,631 + 1909,2*MEA	72,8	250,7	0,000**

Em que: Raj.<sup>2</sup>= coeficiente de determinação ajustado; F= valor de F calculado; Prob.>F= Nível de probabilidade de erro; \*\*= significativo ao nível de 1% de significância.

Os resultados obtidos indicam que os modelos ajustados em função da MEA foram significativos tanto para o MOE quanto para o MOR, indicando que a MEA apresenta grande influência sobre as propriedades estudadas da madeira de *A. angustifolia*.

A Figura 1 mostra o comportamento do MOE em razão da MEA para a madeira de *A. angustifolia*.

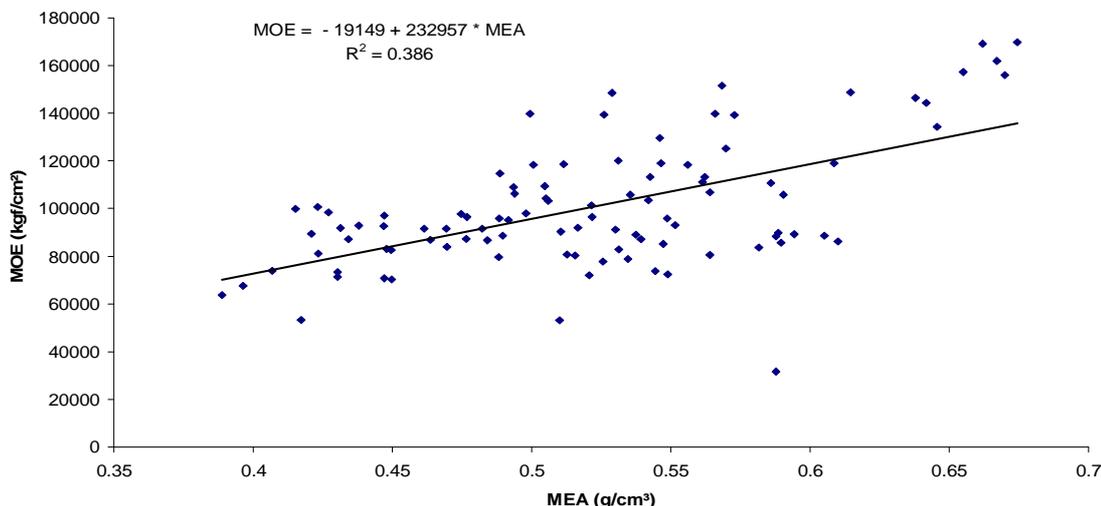


Figura 1 - Módulo de elasticidade (MOE) em razão da massa específica aparente (MEA) para madeira *A. angustifolia*.

Estudos apresentados por Tanaami (1986) indicam existir uma relação linear para a massa específica com a resistência convencional ao ensaio de flexão estática.

Através da Figura 2 verifica-se que o MOE é diretamente proporcional a MEA, constatando que à medida que aumenta a MEA, aumenta a elasticidade da madeira de *A. angustifolia*.

Pode-se verificar na Figura 2 o comportamento do MOR em razão da MEA para a madeira de *A. angustifolia*.

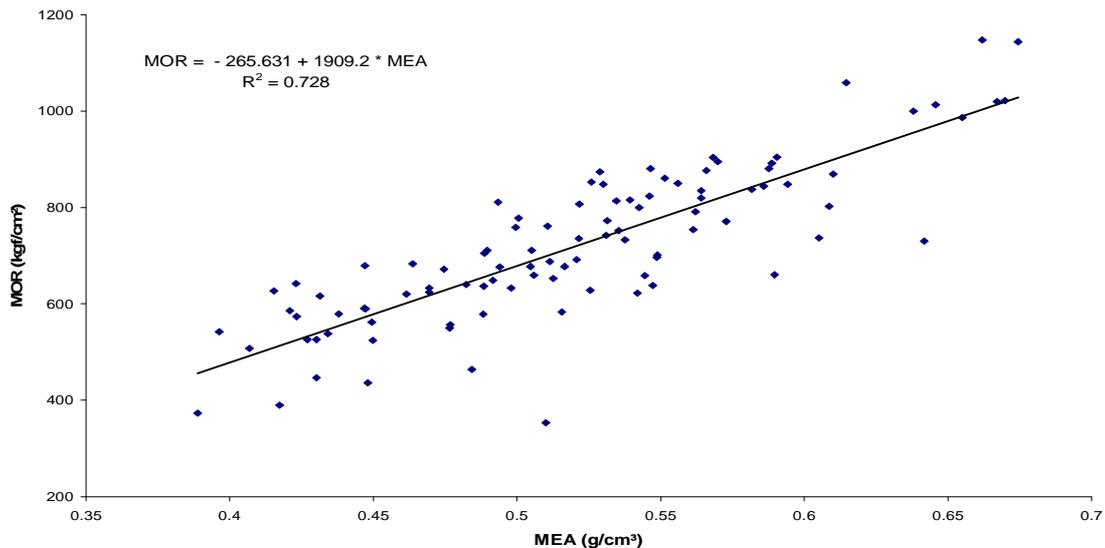


Figura 2 - Módulo de Ruptura (MOR) em razão da massa específica aparente (MEA) para madeira *A. angustifolia*.

Observa-se na Figura 3 que a resistência (MOR) da madeira de *A. angustifolia* é proporcional a MEA. Com isso, pode-se constatar que madeiras mais densa apresentam maiores resistências mecânicas, sendo possível determinar a sua utilização através da massa específica.

#### 4. CONCLUSÃO

A resistência, verificada através do módulo de ruptura, e a elasticidade, verificada pelo módulo de elasticidade, são maiores à medida que aumenta a massa específica aparente da madeira de *A. angustifolia*.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM. American Society for Testing and Materials. **Standard methods of testing small clear specimens of timber**: ASTM D143 – 94. Philadelphia, PA: 1995.

EVANS, J.L.W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, v.50, n.7/8, p.75-87, 2000.

HASELEIN, C. R. et al. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12 % de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith quando submetido a diferentes espaçamentos e doses de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 147 – 152, 2002.

LADRACH, W.E. Control of wood properties in plantations. In: IUFRO WORLD CONGRESS 18.,1986, Ljubljana. **Proceedings...**Ljubljana,1986. p. 369-379.

SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; GATTO, D. A. Análise comparativa das propriedades físicas e mecânicas da madeira de três coníferas de florestas plantadas. **Revista Ciência Florestal**, v.10, n. 1, 2000.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002.148p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2002.

TANAAMI, R.G. **Influência da umidade e densidade em propriedades de resistência e elasticidade à flexão da madeira.** São Carlos, 1986. 200p. Tese (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.