

**VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA - JULHO DE 2002**

**CORRELAÇÕES ENTRE OS MÓDULOS DE ELASTICIDADE À COMPRESSÃO PARALELA ÀS
FIBRAS E À FLEXÃO PARA ALGUMAS ESPÉCIES DE EUCALIPTO**

Edgard Silva Santos (awballarin@fca.unesp.br), **Adriano W. Ballarin** (awballarin@fca.unesp.br)
Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA/UNESP – Botucatu - SP

RESUMO: A classificação mecânica de peças de madeira serrada para uso estrutural é atualmente feita, em muitos países, através da avaliação do módulo de elasticidade à flexão por meio de ensaios não-destrutivos (*NDT – nondestructive tests*). Embora essa metodologia de classificação estrutural apresente algumas limitações, ela tem emprego crescente na indústria madeireira. A NBR 7190 (ABNT, 1997) introduziu o conceito de classes de resistência da madeira para a classificação estrutural de madeira serrada. Nesse sistema de classificação, o código normativo não faz referência alguma ao módulo de elasticidade à flexão da madeira, apresentando, a título de informação complementar, o módulo de elasticidade médio à compressão paralela às fibras ($E_{0,m}$). Este trabalho teve como objetivo verificar a validade das relações propostas teoricamente entre o módulo de elasticidade à compressão paralela e à flexão para três espécies de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*), priorizando-se árvores com idades de cerca de 30 anos. Os corpos-de-prova para os ensaios foram obtidos a partir das pranchas centrais de toras com 4 m de comprimento. Todos os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Ensaio de Materiais do Departamento de Engenharia Rural/FCA – UNESP – Botucatu – SP, seguindo-se as prescrições da NBR 7190/1997. O *Eucalyptus citriodora* apresentou valores superiores às demais espécies para os dois módulos de elasticidade. Em todas as situações, o módulo de elasticidade à flexão revelou-se inferior ao módulo de elasticidade à compressão paralela. As relações médias entre os dois módulos variaram de 0,75 a 0,78 para as espécies estudadas.

Palavras-chave: propriedades mecânicas, módulo de elasticidade, *Eucalyptus*, compressão paralela, flexão

**CORRELATION BETWEEN MODULUS OF ELASTICITY IN COMPRESSION PARALLEL TO THE
GRAIN AND IN BENDING (MOE) FOR SEVERAL EUCALYPTUS SPECIES**

ABSTRACT: In many countries, mechanical grading of sawn timber for structural purposes is done using by MOE determination using non-destructive tests. Even with several limitations, this methodology has been increasingly applied in wood products industry. The Brazilian code for wood design (ABNT, 1997) introduced the strength classes concept for sawn timber mechanical grading, in which the main parameter is the strength parallel to the grain. In the code there is no reference to the MOE, but only complementary information about modulus of elasticity in the compression parallel to the grain. This paper aims validating theoretical relation proposed by the code between the modulus of elasticity in the compression parallel to the grain and in bending (MOE) for the *Eucalyptus* species (*Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*) with special emphasis to 30 years old trees. Samples from central boards of the logs (4 mm long) were tested according to the code prescriptions in the Materials Test Laboratory, Rural Engineering Department – FCA/UNESP – Sao Paulo, Brazil. *Eucalyptus citriodora* revealed the higher values for both modulus and, in all situations, MOE was lower than the correspondent modulus in the compression parallel to the grain. Medium relations for the *Eucalyptus* species studied ranged from 0,75 to 0,78.

Keywords: mechanical properties, modulus of elasticity, *Eucalyptus*, compression parallel to grain, flexion

1. INTRODUÇÃO

A classificação mecânica de peças de madeira serrada para uso estrutural é mundialmente encaminhada com a avaliação do módulo de elasticidade à flexão, através de ensaio não-destrutivo (*NDT – nondestructive test*).

Na década de sessenta, estudos realizados com peças estruturais de madeira evidenciaram a existência de correlação significativa entre o módulo de elasticidade à flexão (MOE) e a resistência estrutural desses elementos, mensurada através do ensaio de flexão (MOR - módulo de resistência à flexão).

Essas correlações possibilitaram o desenvolvimento de máquinas automáticas de classificação mecânica da madeira, como é o caso da *MSR – Machine Stress Rating* (Figura 1).

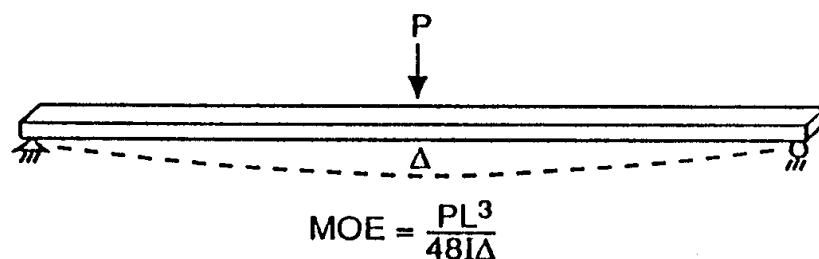


Figura 1 - Fundamentos da máquina de classificação estrutural de madeira (*MSR*) - uma viga simplesmente apoiada, carregada no centro de seu vão livre, e a equação relacionando módulo de elasticidade (MOE) e a flecha (Δ).

Fonte: ROSS *et al.* (1997)

Embora essa metodologia de classificação estrutural apresente algumas limitações (aplicação restrita a elementos isolados de madeira serrada, influência de defeitos congênitos como encurvamentos e encanoamentos da madeira nos resultados da classificação, dentre outras) ela tem emprego crescente na indústria madeireira e versões mais modernas dessas máquinas de classificação chegam a atingir velocidades de classificação de 152m/min (*stress-O-matic*) e 386 m/min (*Continuous Lumber Tester*) (ROSS *et al.*, 1997).

Como desdobramentos desse método, ABBOTT e ELCOCK (1987) desenvolveram um procedimento de campo para avaliação da rigidez de postes de eletrificação, em serviço.

Métodos não-destrutivos mais modernos para avaliação da qualidade da madeira, como por exemplo o método das ondas de tensão (GABRIEL, 2000), método da vibração transversal (ROSS e PELLERIN, 1994; PERSTORPER, 1993, CIRAD, 1998) e método do ultra-som (BUCUR, 1995; VARY, 1979; BEALL, 1996) também utilizam o módulo de elasticidade à flexão como parâmetro final de suas avaliações.

A NBR 7190 (ABNT, 1997), norma brasileira para o projeto de estruturas de madeira, em sua nova versão, introduziu o conceito de classes de resistência da madeira para a classificação estrutural de madeira serrada. Através dele, a madeira é classificada estruturalmente pela sua