

**IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
CUIABÁ - JULHO DE 2004**

**RELAÇÕES ENTRE AS PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA E ELASTICIDADE
NAS DIREÇÕES PARALELA E NORMAL ÀS FIBRAS EM MADEIRAS PARA
DORMENTES.**

Adriano Wagner Ballarin (awballarin@fca.unesp.br), **Ricardo Ramos da Rocha** (eng.ricardo@uol.com.br),
Roberto Antonio Colenci (colenci@uol.com.br)
Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA/UNESP – Botucatu - SP

RESUMO: No trabalho de manutenção e reposição dos dormentes de vias permanentes das ferrovias brasileiras, cada vez mais torna-se imperiosa a utilização de espécies de madeira alternativas, em substituição às madeiras nativas convencionais e de uso consagrado nessa prática. Considerando-se a multiplicidade de espécies alternativas oferecidas pelos fornecedores de madeira às empresas ferroviárias e a dificuldade de implementação de alguns ensaios laboratoriais em condições de campo, evidencia-se a necessidade de estabelecimento de métodos ou critérios mais rápidos e práticos para avaliação de algumas propriedades físicas e mecânicas dessas madeiras, de tal forma que se possa fazer um juízo rápido e preciso sobre a aplicabilidade delas para a dormitação das vias. Neste trabalho, parte de um mais amplo sobre madeiras para dormentes, estudou-se a relação existente entre algumas propriedades de resistência e elasticidade de madeiras para dormentes, procurando-se esclarecer a questão sobre as diferenças existentes na mensuração desses parâmetros nas direções paralela e normal às fibras da madeira. Foram utilizados três grupamentos de madeiras: Vochysiaceae, Lauraceae e Eucalyptus citriodora, representativos das principais utilizações da Ferrovias Brasil S.A., que opera parte da malha ferroviária paulista. Os resultados obtidos para as relações entre as resistências à compressão (normal e paralela) às fibras foram sempre inferiores ao referencial teórico sugerido pela NBR 7190. A relação entre os módulos de elasticidade à compressão nas direções paralela às fibras e normal às fibras foi bastante variável e resultou, na média, entre 12 e 20 para os grupamentos Vochysiaceae e Eucalyptus citriodora, respectivamente. Para o grupamento Lauraceae a relação média obtida ficou em torno de 29.

Palavras chaves: resistência, módulo de elasticidade, direção paralela às fibras, direção normal às fibras.

**RELATIONSHIPS BETWEEN STRENGTH AND ELASTIC PROPERTIES OF
WOOD FOR SLEEPERS ON PARALLEL AND NORMAL TO GRAIN DIRECTIONS**

ABSTRACT: In the maintenance and reposition tasks of brazilian railroads is becoming increasingly imperative the usage of alternative wood for sleepers in substitution to the traditional ones. Considering the great amount of native and exotic species offered by companies for this purpose, it is necessary to establish field methods and practices to easily evaluate several physico-mechanical properties of these timber, in order to analyze its potentials. In this paper, a part of an extensive program dealing with woods for sleepers production it was evaluated the relation between several elasto-mechanical properties in the directions parallel and normal to the grain. Three groups of woods were utilized in this experimental program: Vochysiaceae, Lauraceae and Eucalyptus citriodora, that are representative of the alternative woods for this purpose and are being increasingly applied by Ferrovias Brasil S.A., that operates a part of São Paulo railroad mesh. Results had shown that experimental relation between compression normal and parallel to the grain strength were always lower than the suggested theoretical referential of NBR 7190 – Brazilian Code for Timber Structures Design. Relation between compression modulus of elasticity were highly variable and average relation ranged from 12,5 to 20,0 for Vochysiaceae and Eucalyptus citriodora groups, respectively. For Lauraceae group, the relation was around almost 29.

Key words: strength; modulus of elasticity, direction parallel to the grain, direction normal to the grain

1. INTRODUÇÃO

Nos casos gerais de Engenharia, a “simetria elástica de um material tem a mesma espécie de simetria que a sua forma cristalográfica possui”. Assim, tratando-se a madeira, de forma geral e simplificada, como um material com três planos ortogonais de simetria física, pode-se associar a ela um comportamento elástico de material ortotrópico, com os mesmos três planos de simetria elástica e três direções principais de comportamento — L, R e T (Figura 1).

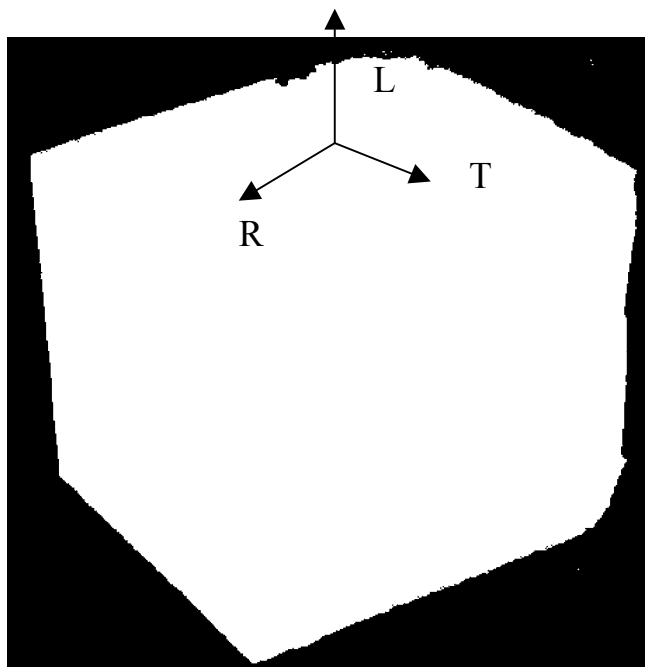


Figura 1 – Madeira – os três planos principais de simetria física sugerem que o material tenha comportamento elástico aproximado de material ortotrópico.

Evidentemente, para o material, de forma simplificada, assume-se ortotropia retilínea. Segundo descrito por BODIG e JAYNE (1993), pelo fato do material apresentar, na realidade, uma estrutura física mais complexa, que sugere ortotropia curvilínea, essa simplificação induz erros, tão maiores quanto menor for o diâmetro da madeira ou a proximidade do corpo-de-prova em relação ao centro da árvore.

Considerando-se os três planos de simetria física (e elástica) LR, LT e RT e a necessária coincidência entre esses planos e a geometria do elemento a estudar, pode-se exprimir o tensor compliance S_{ij} em termos de parâmetros usuais da Engenharia (ver BALLARIN, 1999, entre outros) com três módulos de elasticidade longitudinais (E_L , E_R e E_T), três módulos de elasticidade transversais ou de cisalhamento (G_{RT} , G_{LT} e G_{LR}) e três coeficientes de Poisson (aqui considera-se a simetria do tensor: $\nu_{ij}/E_i = \nu_{ji}/E_j$).

Do ponto de vista anatômico, as diferenças morfológicas entre as três direções principais — observáveis pelas ocorrências de elementos anatômicos nos distintos planos de corte LR, LT e RT — são significativas, justificando essa diferenciação.

Do ponto de vista elasto-mecânico, embora ainda persistam diferentes comportamentos nas três direções principais (L, R e T), as direções radial (R) e tangencial (T) apresentam comportamento muito próximo entre si e bastante inferior, em termos quantitativos, àquele observável na direção longitudinal (L). De fato, pela orientação preferencial dos elementos