



UM MODELO PARA O MECANISMO DE RUPTURA AO CISALHAMENTO PARALELO ÀS FIBRAS DE MADEIRA

¹**Takashi Yojo**(yojos@ipt.br), ¹**Lucas Bizarria Freitas**(lucasbf@ipt.br), ¹**Suelem Maurício Fontes Macena**(suelem@ipt.br), ¹**Paulo de Assis** (passis@ipt.br)

¹**Instituto de Pesquisas Tecnológicas**

Centro de Tecnologia em Recursos Florestais/Laboratório de Árvores, Madeiras e Móveis. Av. Prof. Almeida Prado, 532 – 05508-901 - Cidade Universitária - São Paulo – S.P.

RESUMO: Apresentamos, com o presente trabalho, uma modelagem teórica do mecanismo de ruptura ao cisalhamento paralelo às fibras da madeira. A preocupação em constituir hipóteses teóricas por meio de modelagens matemáticas está ligada à predominância de uma atitude eminentemente empírica no campo dos estudos e das aplicações da madeira. Criar relações entre grandezas do mundo macro e do micro a partir de modelos matemáticos traria uma série de abordagens pouco exploradas no campo de estudos das propriedades físicas e mecânicas da madeira. Tendo em vista tais apontamentos, visamos relacionar a tensão de ruptura da madeira às resistências das paredes celulares de suas fibras. Procuramos estabelecer uma relação entre a densidade da madeira – considerando o volume vazio caracterizado pelos vasos e fibras – e as espessuras das paredes celulares a partir de uma configuração geométrica. Admitimos a atuação de duas camadas celulares distintas: a lamela média que une as paredes celulares e as próprias paredes celulares. Os indicativos dessa modelagem sugerem que as correlações estabelecidas têm uma sólida capacidade preditiva para avaliar o mecanismo de ruptura. Por conseguinte, nosso modelo apresenta um potencial para futuros refinamentos e, portanto, constituiria uma investida inicial maleável no sentido de uma caracterização teórica das microinterações na madeira.

Palavras Chave: madeira, modelo teórico, cisalhamento, resistência.

MODELLING THE FAILURE MECHANISM OF WOOD IN SHEAR PARALLEL TO GRAIN

ABSTRACT: This paper presents a theoretical modeling of the rupture mechanism shear parallel to the fibers of the wood. The concern to establish theoretical hypotheses through mathematical modeling is linked to the prevalence of an attitude eminently empirical field studies and applications of wood. Create relationships between quantities of macro and micro world from mathematical models bring a range of approaches unexplored field of study of physical and mechanical properties of wood. Considering these notes, we aim to relate the breakdown voltage of the resistance of wood cell walls of fibers. We seek to establish a relationship between the density of the wood - considering the volume characterized by empty vessels and fibers - and cell wall thickness from a geometric configuration. We assume in our model the action of two distinct cell layers: the middle lamella that joins the cell walls and cell walls themselves. The indications of this modeling suggest that correlations have established a strong predictive capability to assess the mechanism of rupture. Therefore, our model has a potential for further refinements and therefore constitute a soft initial thrust towards a theoretical characterization of wood microinteraction.

Keywords: wood, theoretical model, shear, strength.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho propõe um modelo matemático para avaliar a resistência da madeira ao cisalhamento na direção paralela às fibras. A madeira foi considerada como um material constituído de fibras cuja seção transversal é quadrada. A geometria simples desse constituinte básico foi escolhida de modo a promover uma ligação entre a densidade de massa aparente e o mecanismo de ruptura da madeira. Assim, a ruptura da madeira ao cisalhamento é causada pela combinação das resistências das lamelas médias que unem as células e a parede celular. Vale ressaltar que em nosso modelo a lamela média e a parede celular são como duas camadas com características mecânicas distintas, ainda que homogêneas. Admite-se que a ruptura poderá ocorrer tanto na lamela média como na parede celular, sendo que os parâmetros de resistência representando essas duas camadas são as incógnitas a serem buscadas na experimentação utilizando-se dados como a densidade de massa, o índice de vazio dos vasos e a resistência ao cisalhamento das diferentes espécies que deverão ser conhecidos. A modelagem foi simplificada de modo a expressar a espessura da parede celular em função da densidade aparente da madeira.

Apresentamos a seguir uma lista dos termos algébricos utilizados no modelo.

V_{ap} Volume total aparente da célula;

D Largura da seção transversal da célula;

L Comprimento da célula;

α Fração de volume de vaso do elemento de madeira, expresso em relação ao volume das células;

a Largura da seção vazia da célula;

V_a Volume de vazio do lúmen;

V_{ef} Volume efetivo;

V_{vaso} Volume de vazio dos vasos;

E_{MP} Espessura da lamela média;

E Espessura da parede celular;

ρ_w densidade aparente da água;

$\rho_{ap} = \frac{M_M}{V_M}$ Densidade aparente com a massa e volume à H_M % de teor de umidade;

$G_M = \frac{M_0}{V_M}$ Peso específico com massa à 0% de teor de umidade (seca em estufa) e volume à H_M % de teor de umidade;

ρ_M Densidade da substância madeira, cujo valor foi adotado como 1,5 g/cm³;

ρ_0 Densidade aparente da madeira seca em estufa;

G_0 Peso específico da madeira seca em estufa;

G_{sM} Peso específico da madeira à M % de teor de umidade;

F_1 Resistência de uma parcela correspondente à lamela média conforme o modelo geométrico;

F_2 Resistência de uma parcela da lamela média juntamente com uma atribuída à toda a largura da parede celular;

F_3 Resistência de uma parcela da lamela média juntamente com uma atribuída à parede celular;

p_1 Parcela de frequência da resistência F_1 ;

p_2 Parcela de frequência da resistência F_2 ;

p_3 Parcela de frequência da resistência F_3 ;

f_1 Resistência ao cisalhamento da lamela média devido ao esforço paralelo às fibras;

f_2 Resistência ao cisalhamento da parede celular devido ao esforço paralelo às células.