



RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA DA MADEIRA SOB AÇÃO TÉRMICA

¹Dr. **Manuel Jesús Manríquez Figueroa** (manuel.manriquez@umag), ²Dr. **Poliana Dias de Moraes** (poliana.moraes@ufsc.br).

¹Universidade de Magallanes

Chefe de Departamento, Departamento de Engenharia em Construção
Avenida Bulnes 01855 - Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile.

²Universidade Federal de Santa Catarina

Professora, Departamento de Engenharia Civil / Campus Universitário - Trindade Caixa Postal 476 CEP 88010-970 Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, Brasil.

RESUMO: A madeira, quando submetida a mudanças de temperatura, sofre alterações em suas propriedades anatómicas, físicas e mecânicas, as quais devem ser determinadas. A redução em as propriedades mecânicas pode chegar a 80% da resistência obtida à temperatura ambiente. Este trabalho visa avaliar a resistência à flexão estática da madeira, sob a ação térmica do *Pinus taeda* e do *Eucalyptus saligna* oriundo de florestas plantadas do estado de Santa Catarina. A amostra de *Pinus taeda* é composta por 150 corpos de prova com massa específica média de 427 kg/m³ à temperatura ambiente, enquanto a amostra de *Eucalyptus saligna* é composta por 150 corpos de prova com massa específica média de 724 kg/m³ à temperatura ambiente, ambas com 13% teor de umidade. As amostras foram distribuídas em 15 grupos com massas específicas estatisticamente homogêneas, os quais foram pré-aquecidos por 150 min e ensaiados a quente nos 15 níveis de temperatura predefinidos entre 20 e 230 °C. Verifica-se que a resistência das amostras diminui com o aumento da temperatura de ensaio. A 230 °C, constata-se uma redução da resistência média à flexão estática para *Pinus taeda* de 53% e para o *Eucalyptus saligna* de 28% em relação à resistência obtida a 20 °C.

Palavras Chave: Temperatura, flexão, madeira.

Static bending strength of timber under thermal action

ABSTRACT: The timber, when subjected to temperature changes, undergoes alterations in its anatomical, physical and mechanical properties, which must be determined. The reduction in the mechanical properties can reach 80% of the strength obtained at room temperature. This study aims to evaluate the resistance to bending of wood under the thermal action of *Pinus taeda* and *Eucalyptus saligna* from planted forests in the state of Santa Catarina. A sample of *Pinus taeda* is composed of 150 specimens with an average of 427 kg/m³ density at room temperature, while the sample of *Eucalyptus saligna* is composed of 150 specimens with average density of 724 kg/m³ at room temperature, both with 13% moisture content. The samples were divided into 15 groups with statistically homogeneous specific mass, which were preheated to 150 min and tested in hot 15 preset temperature levels between 20 and 230 °C. It is found that the resistance of the samples decreases with increasing test temperature. At 230 °C, it is observed a reduction of 53% at average resistance to bending of *Pinus taeda* and at 28% resistance of the *Eucalyptus saligna* for resistance obtained at 20 °C.

Keywords: Temperature, bending, timber.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira como material de construção está limitada devido ao preconceito relativo à sua durabilidade, principalmente, quando se trata de madeira de florestas plantadas, e seu desempenho em relação ao fogo. A exposição da madeira a altas temperaturas causa efeitos transitórios e permanentes. O aquecimento da madeira por curtos períodos de tempo causa a redução temporária da resistência mecânica que é recobrada quando a temperatura volta ao normal. Se a exposição a altas temperaturas é mantida por um período prolongado, os efeitos na madeira são permanentes (ATREYA, 1983; BRYDEN, 1998; BROWNE, 1958; MILLER; BELLAN, 1996; SHAFIZADEH, 1985). Para o estudo da madeira exposta ao fogo, as propriedades térmicas e as propriedades relacionadas à resistência e à rigidez são as que mais influenciam seu desempenho. A maioria destas propriedades está relacionada a fatores próprios à madeira, como a densidade, o teor de umidade, a orientação às fibras, a composição química. O conhecimento do comportamento da madeira a temperaturas elevadas permite avaliar a segurança das estruturas afetadas por um incêndio e prever, com boa precisão, o tempo de resistência ao fogo dos elementos estruturais da edificação.

Dos fatores extrínsecos, a temperatura é o fator estudado nesta pesquisa. Quando a madeira é submetida a temperaturas elevadas, ocorrem mudanças da coloração, degradação térmica e alteração das propriedades mecânicas. As mudanças da coloração ocorrem, principalmente, devido à saída dos extrativos, os quais migram para a superfície durante o aquecimento (BURTON et al., 1998; McDONALD et al., 2000; VIITANIEMI, 2001). Com relação à degradação térmica, verifica-se que o primeiro carboidrato a se degradar é a hemicelulose, entre 160 e 260 °C, em seguida a celulose, entre 200 e 280 °C, e por último a lignina entre 150 e 300 °C (ROFFAEL; SCHALLER, 1971; SCHNIEWIND, 1985). A alteração das propriedades mecânicas devida à temperatura foi constatada por vários pesquisadores (SCHAFFER, 1973; KNUDSON e SCHNIEWIND, 1975; GERHARDS, 1982; MORAES et al., 2005; MANRIQUEZ e MORAES, 2008; 2009, 2010 e 2013).

Segundo Chafe (1979), a redução da resistência da madeira tem relação com a degradação térmica de seus polímeros. Segundo Gerhards (1982), Kollman e Côte (1968), Green et al. (1999), a resistência da madeira é relacionada em forma inversa à temperatura. Porém pouca influência foi encontrada na flexão estática (GERHARDS, 1983). Milota (2000) aqueceu amostras de Cicutia oriental e Abeto a 80, 116 e 132 °C e observou uma redução na resistência mecânica entre 40% e 50%. Frühwald (2007) realizou ensaios com espécies de Abeto vermelho e Pinho, em amostras com 6% de teor de umidade. Elas foram aquecidas a 80, 120 e 170 °C. Amostras da mesma espécie foram tratadas a 190 e 210 °C. Os resultados indicam que a temperatura afeta as propriedades de compressão e de tração paralela às fibras, mas os resultados foram distintos para as diferentes espécies estudadas. Manríquez (2008) estudou a espécie paricá (*Schizolobium amazonicum*), oriunda de florestas plantadas da Região Amazônica. Nesse estudo foram realizados ensaios de compressão, tração, cisalhamento paralelo às fibras e de embutimento paralelo e perpendicular às fibras, entre 20 e 230 °C, pelo meio dos quais se constatou que a temperatura influencia diretamente a redução da resistência mecânica da madeira.

Poucos trabalhos foram encontrados na literatura sobre a influência da temperatura sobre o módulo de ruptura na flexão (SCHNEIDER, 1973; TEISCHINGER, 1992; KUBOJIMA et al., 2000; BEKHTA; NIEMZ, 2003). Schneider (1973) encontrou uma redução pequena no módulo de ruptura na flexão, para amostras de Pinho de escócia aquecida entre 130 e 180 °C. Teischinger (1992) constatou que a temperatura tem uma menor influência no módulo de ruptura na flexão (MOR) para amostras de Abeto (*Picea abies*) em relação às outras propriedades mecânicas. Kubojima et al. (2000) constataram, por meio de ensaios com amostras de Abeto vermelho aquecidas de meia hora a 16 horas, a 160 °C, que o MOR diminui fortemente com a temperatura na medida em que o tempo de exposição ao calor aumenta. Bekhta e Niemz (2003) aqueceram amostras de Abeto vermelho a 100, 150 e 200 °C por períodos de tempos diferentes. Verificaram que o módulo de ruptura na flexão (MOR) diminui com o aumento da temperatura e a ruptura dos corpos de prova é do tipo frágil.