

DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE NA FLEXÃO ESTÁTICA PELO USO DO DEFLECTÔMETRO E DO SENSOR DE DESLOCAMENTO EM ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

Geraldo Bortoletto Jr.

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo estudar dois métodos de medição do deslocamento vertical em ensaios não destrutivos de corpos-de-prova de madeira (*Pinus taeda* L.) na flexão estática. No primeiro método, o deslocamento foi medido por meio de um deflectômetro instalado na linha neutra, no centro do vão entre os apoios do corpo-de-prova. No segundo método, utilizando-se dos mesmos corpos-de-prova ensaiados anteriormente, o deslocamento foi medido através de um sensor, embutido na máquina universal de testes empregada em ambos os casos. Os resultados obtidos pelos dois métodos foram analisados e a diferença entre os valores médios do MOE foi de 4,8 %. A diferença entre os valores característicos foi de apenas 2,7%. Os resultados obtidos com o sensor de deslocamento conduziram a valores médio e característico do MOE inferiores e desvio padrão e coeficiente de variação menores. As análises efetuadas revelaram que os dois métodos produziram valores médios de MOE estatisticamente diferentes. Como os valores médio e característico do conjunto de dados obtidos pelo sensor de deslocamento foram inferiores, considera-se que não houve prejuízo com a utilização do método relacionado à segurança, sendo que este método apresentou como vantagem uma menor variabilidade dos dados. Houve alta correlação ($R = 0,99$) entre os resultados obtidos pelos dois métodos. A regressão obtida foi significativa e sua equação ($y = -671,422 + 1,063X$) pode ser utilizada para prever, a partir do uso do sensor de deslocamento, os resultados do MOE que seriam obtidos pelo uso do deflectômetro.

Palavras-chave: módulo de elasticidade, flexão estática, ensaios não-destrutivos

MODULUS OF ELASTICITY DETERMINATION ON STATIC BENDING BY USE OF DEFLECTIONMETER AND DISPLACEMENT SENSOR IN NON-DESTRUCTIVES TESTS

ABSTRACT: The aim of this work was to study two methods to measure vertical displacements in wood specimens (*Pinus taeda* L.) in non-destructive tests in static bending. In the first method, the displacement was determined by using a deflectometer installed in neutral axe, in the middle point of the specimen span. In the second method, using the same specimens, the displacement was determined using a sensor installed in the universal test machine employed. Statistical analysis showed 4,8% of difference between mean values of MOE. The difference between characteristic values was only 2,7%. The displacement sensor showed inferior mean and characteristic values, as well as low standard deviation and coefficient of variation values of MOE. The analysis indicated statistic difference in mean values of MOE. By observing whole results, it's possible to consider adequate the displacement sensor performance, generating low data variability. High correlation ($R=0,99$) in results obtained by these methods was observed. The expression ($y=-671,422 + 1,063X$) can be used in order to predict the MOE values based on the displacement sensor.

Keywords: modulus of elasticity, static bending, non-destructives tests

1 INTRODUÇÃO

Os parâmetros relacionados à resistência e elasticidade de peças fletidas de madeira são de grande importância na sua utilização como material de construção. Todas as propriedades da madeira que influem na sua elasticidade agem simultaneamente na flexão.

Em diversos materiais, incluindo a madeira, a relação entre tensão e deformação é linear, se a tensão não for inferior ao chamado limite de proporcionalidade ou de elasticidade (TSOUMIS, 1991). Além deste ponto a deformação aumenta mais rapidamente que a tensão, em decorrência da danificação no material, que é progressivamente cumulativa e permanente (BROWN, PANSIN e FORSAITH, 1952).

Elasticidade é a propriedade de um corpo retornar à sua condição inicial (dimensão e forma) quando a carga que causou a tensão e a deformação correspondentes é removida. Isto ocorre abaixo do limite de proporcionalidade. Se o carregamento é continuado acima deste limite, parte da deformação é permanente. A relação entre tensão e deformação define o Módulo de Elasticidade (*Young's Modulus*), válido somente até o limite proporcional, parâmetro indicativo da rigidez do material. Quanto maior o MOE mais rígido é o material, ou seja, maior é a sua capacidade de suportar altas tensões sem grandes deformações (TSOUMIS, 1991).

O Módulo de Elasticidade (MOE) da madeira pode ser obtido em ensaios estáticos ou dinâmicos. Entre os estáticos, pode ser obtido nos ensaios de tração paralela, compressão paralela ou flexão, sendo este último bastante comum, utilizando-se corpos-de-prova biapoiados e carregados no centro do vão (KOLLMANN, 1968).

Através do ensaio de flexão estática simples, o MOE deve ser determinado pela inclinação da reta secante à curva carga *versus* deslocamento. Normas específicas que prescrevem o método de ensaio como a ABNT - NBR 7190 (1997), ASTM - D 143 (1990) e COPANT - 555 (1973), por exemplo, sugerem a medição dos deslocamentos, pelo uso de instrumentos como o relógio comparador e o deflectômetro, instalados no centro do vão entre os apoios e na linha neutra do corpo-de-prova de flexão estática.

Certas máquinas universais de ensaios apresentam a possibilidade adicional de efetuar a medição dos deslocamentos através de sensores embutidos na própria máquina. Estes sensores medem o deslocamento da plataforma de suporte do dispositivo de apoio do corpo-de-prova, direcionada contra o cutelo de aplicação da carga e, desta maneira, as medidas não são realizadas propriamente na linha neutra, no centro do vão entre os apoios.

O presente trabalho objetivou avaliar os resultados de MOE obtidos em ensaios de flexão estática não-destrutivos, com corpos-de-prova de madeira juvenil de *Pinus taeda* L., através do uso do deflectômetro e do sensor de deslocamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados numa máquina universal de testes com capacidade para 10 toneladas de força. A máquina encontrava-se conectada a um computador que monitorou os ensaios controlando a velocidade de carregamento, fazendo a aquisição e o processamento dos dados de força e deformação, fornecendo automaticamente os resultados do módulo de elasticidade (MOE), conforme programação prévia.