



xi ebramem

XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA LONDRINA –JULHO 2008

DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ À FLEXÃO DE PEÇAS ROLIÇAS DE MADEIRA POR MEIO DO PTV

Alexandre José Soares Miná (alexminah@gmail.com), Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Tecnologia Rural. **Antonio Alves Dias** (dias@sc.usp.br), **Carlito Calil Junior** (calil@sc.usp.br) - Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Estruturas

RESUMO: Por causa da grande variabilidade de suas propriedades mecânicas é importante que a madeira estrutural seja adequadamente caracterizada, por meio de flexão estática, por exemplo. Este trabalho introduz uma equação geral, que leva em conta a influência da geometria, para o cálculo da rigidez à flexão de peças roliças de madeira, por meio da aplicação do Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV), para o esquema estático de viga engastada e livre, com carga concentrada nessa extremidade. Para a dedução da equação geral considerou-se o comprimento da viga dividido em partes iguais. Além disso, considerou-se a seção transversal como circular nas extremidades da viga e nos pontos de divisão. Entre os pontos de divisão foi considerada uma variação linear para a seção transversal. Assim, a dedução da equação foi feita considerando-se a viga formada por troncos de cones justapostos de comprimentos iguais, mas com variações lineares que podem ser diferentes. Na medida em que a quantidade de troncos de cones considerados aumenta, mais próximo do real será a geometria da peça, e conseqüentemente mais realista será a determinação de sua rigidez. A equação deduzida foi usada para a determinação da rigidez de 12 estacas de madeira de eucalipto citriodora, considerando-se os casos de divisão da viga em 1, 2, 5 e 10 troncos de cones. Por meio de análise da variância foi verificado, que a geometria de peças roliças de eucalipto citriodora não tem grande influência na determinação de sua rigidez à flexão. E também que a rigidez de peças roliças de eucalipto citriodora pode ser determinada a partir da seção transversal medida no meio da viga, mas não a partir da seção transversal no meio do vão, nem da seção a um terço da extremidade mais delgada.

Palavras-chave: Madeira roliça, rigidez, PTV

DETERMINATION OF THE BENDING STIFFNESS OF ROUND TIMBER BEAMS THROUGH THE PRINCIPLE OF VIRTUAL WORK

ABSTRACT: In view of the fact that timber beams with structural size have a great variability of mechanical properties, it is important that they are properly characterized, by bending tests, for example. This work introduces a general equation, which takes into account the influence of the geometry in the determination of the bending stiffness of round timber beams, through the application of the Principle of Virtual Work, for the static scheme of cantilever beam with a concentrated load at the free end of the beam. The deduction of the general equation was made considering that the length of the beam was divided into equal parts. At each end of the beam and at the points of division, the cross section was considered circular, and between these points it was considered a liner variation for the cross section, which can be different for each part considered. With the increase in the number of parts, the considered geometry will get closer to the real geometry of the beam, and therefore, the determination of its stiffness will be more realistic. The found general equation was used to determine the stiffness of 12 timber piles of eucalyptus citriodora species, in the cases of considering that the beam was formed by 1, 2, 5 and 10 equal parts. Through analysis of variance it was found that the geometry of round timber beams of eucalyptus citriodora species does not have great influence on the determination of their bending stiffness. And also that their stiffness can be determined using the cross section in the middle of the beam, but not using the cross section in the middle of the span, neither with the cross section at one third from the thinner end.

Keywords: Round timber, stiffness, Principle of virtual work

1. INTRODUÇÃO

A madeira roliça tem baixo custo de produção por requerer pouco processamento depois do corte, e por isso representa um dos mais eficientes usos da madeira estrutural. Exemplos do uso estrutural de peças roliças de madeira são os postes e as estacas, que também apresentam a vantagem de serem produzidos a partir de matéria-prima renovável e sustentável.

Por causa da grande variabilidade de suas propriedades mecânicas é importante que a madeira roliça estrutural seja adequadamente caracterizada. No Brasil essa caracterização deve ser feita de acordo com a NBR 6231 (1980): Postes de Madeira – Resistência à flexão – Método de Ensaio, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). No entanto, essa norma possui alguns erros, conforme apontado por MINÁ et al. (2006), que dificultam o seu uso. Um desses erros diz respeito à equação usada para determinação do módulo de elasticidade à flexão, que possui um erro dimensional. Por isso, em geral, na determinação do módulo de elasticidade em ensaio de flexão estática de peças roliças de madeira, os pesquisadores preferem considerar as peças como de seção uniforme, tomando como diâmetro nominal, o diâmetro medido no meio da peça, ou no meio do vão da viga.

Com relação a peças de seção circular variável, a NBR 7190 (1997): Projeto de Estruturas de Madeira, da ABNT, afirma que as mesmas podem ser calculadas como se fossem de seção uniforme, igual à seção situada a uma distância da extremidade mais delgada de $1/3$ do comprimento total, não se considerando, no entanto, um diâmetro superior a 1,5 vezes o diâmetro nessa extremidade.

A determinação do módulo de elasticidade à flexão de peças roliças de madeira vai depender do modelo adotado. Na medida em que a geometria adotada nos ensaios se aproxime da geometria real da peça, mais realista será a determinação de sua rigidez. Valores mais realistas de rigidez devem contribuir para uma melhor caracterização e melhor uso da madeira roliça, bem como deve servir como um melhor parâmetro para comparação e correlação com valores de rigidez determinados por outros processos não destrutivos, de mais fácil e rápida realização, como a vibração transversal ou o uso de ultra-som.

Este trabalho tem como objetivo a dedução de uma equação geral para o cálculo da rigidez à flexão de peças roliças de madeira, que leve em consideração o efeito da variação da seção circular ao longo do comprimento da peça, utilizando para isso o Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV). Pretende-se também verificar o uso da equação desenvolvida, aplicando-a em um conjunto de 12 estacas de eucalipto citriodora.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Modelo adotado

Considera-se a viga (peça roliça) formada por “n” troncos de cone justapostos de comprimentos iguais. Devem ser conhecidos os diâmetros extremos de cada tronco de cone, considerando-se uma variação linear da seção circular, dentro de cada trecho. Assim, cada tronco de cone considerado poderá ter uma diferente variação linear. Além disso, o esquema estático adotado é o de viga engastada e livre, com carga concentrada nessa extremidade, que também é a mais delgada. A Figura 1 mostra o modelo adotado.