

RESISTÊNCIA E RIGIDEZ DE TORAS DE CEDRO AUSTRALIANO OBTIDAS EM ENSAIO DE FLEXÃO ESTATICA

STRENGTH AND STIFFNESS OF CEDRO AUSTRALIANO LOGS IN BENDING TEST

Raquel GONÇALVES¹; Cinthya BERTOLDO²; Rafael Gustavo Mansini LORENSANI³; Fernando Augusto Franco BATISTA⁴

RESUMO - O ensaio de flexão em toras recém abatidas, para a determinação do módulo de elasticidade, tem sido estudado como um possível ensaio não destrutivo a ser utilizado para prever a resistência e a rigidez da madeira proveniente dessa tora. No entanto, as toras obtidas de forma manual não possuem diâmetro constante, o que faz com que se tenha dúvida à respeito de qual diâmetro deve ser utilizado nas expressões de determinação do módulo de elasticidade e de ruptura. O objetivo desse trabalho foi avaliar o módulo de elasticidade (E_T) e a tensão de ruptura em flexão (f_T), obtidos em toras recém-abatidas, utilizando o diâmetro equivalente (E_{T1} e f_{T1}) e o diâmetro no ponto de aplicação da carga (E_{T2} e f_{T2}). Também foi analisada a influência do diâmetro e da conicidade das toras no cálculo de E_T e f_T . Para os ensaios foram utilizadas 50 árvores de cedro australiano (*Toona ciliata*) de onde foram obtidas as 50 toras da base, com diâmetros e conicidades, no ponto de aplicação da carga, variando de 43,2 mm a 146,4 mm e de 0,29 a 0,46, respectivamente. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre E_{T1} e E_{T2} nem entre f_{T1} e f_{T2} . A conicidade e o diâmetro não tiveram influência estatística nos valores de E_{T1} e E_{T2} nem de f_{T1} e f_{T2} . No entanto, a inclusão do diâmetro no modelo de regressão que permite a obtenção de f_T em função de E_T melhorou levemente a correlação, com R^2 passando de cerca de 73% para 82% para as duas expressões de cálculo.

Palavras-chave: módulo de ruptura, módulo de elasticidade, conicidade.

ABSTRACT – The bending tests in recent felled logs to determine the elasticity modulus has been studied as a potential nondestructive method to predict the strength and stress of beams obtained from these logs. However, tapered logs have no constant diameter and this raises doubts about which diameter utilize on the expression to determine the modulus of elasticity and rupture. The objective of this work was to evaluate the modulus of elasticity (E_T) and modulus of rupture (f_T) in bending, obtained in freshly felled logs using the equivalent diameter (E_{T1} e f_{T1}) and the diameter at the point of the charging (E_{T2} e f_{T2}). Also was analyzed the influence of the diameter and of the taper on E_T and f_T . For the tests were used 50 *Toona ciliate* trees with diameter at the charge point varying from 43,2 mm to 146, 4 mm and taper from 0,29 a 0,46. The results indicated that there are no statistical differences between E_{T1} e E_{T2} or between f_{T1} e f_{T2} . The taper and diameter has no statistical influence on E_{T1} and E_{T2} or in f_{T1} and f_{T2} . Nevertheless, including the diameter on the regression model, to obtain the f_T as a function of the E_T , we obtained lightly increase of the correlation, with R^2 growing from 73% to 82% for both calculus expressions.

Keywords: modulus of rupture, modulus of elasticity, taper.

¹ Professora Doutora da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, raquel@agr.unicamp.br

² Doutoranda da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, cinthyabertoldo@gmail.com

³ Mestrando da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, rafaelmansini@hotmail.com

⁴ Mestrando da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, f.batista@msn.com

INTRODUÇÃO

A madeira advinda de florestas plantadas, sob a forma roliça, tem sido bastante utilizada na confecção de postes de distribuição de energia e também de telefonia. Esse tipo de material também é muito utilizado em pilares e vigas de estruturas rurais (galpões e pontes).

Quando as toras são utilizadas como peças estruturais a caracterização torna-se fundamental, visto que esta tem impacto direto na segurança da estrutura e no meio ambiente, uma vez que somente conhecendo-se as propriedades do material é possível a execução de projetos mais racionais.

Para a determinação da rigidez e da resistência de peças roliças se pode utilizar o ensaio de flexão estática em esquema bi-apoiado, com carga concentrada no meio do vão. O cálculo do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura exige a adoção de um diâmetro nominal. O diâmetro das toras de madeira não é constante, por não se tratarem de cilindros, mas sim de peças em forma de cone.

Miná (2005) propôs equação que considera os troncos de árvores como uma composição de 2 cones de comprimento igual a metade do comprimento da tora, de forma que as conicidades das toras considerando da base para o meio e do meio para a base pudessem ser levadas em consideração. Em seu trabalho o autor propõe o uso de equação que leva em conta o diâmetro da base, o diâmetro do topo e o diâmetro médio (Equação 1).

$$E_M = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot \Delta \cdot I_{EQ}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde Δ é o deslocamento vertical no meio do vão; I_{EQ} é o momento de inércia equivalente, obtido através da Equação 2 e D_{EQ} é o diâmetro equivalente, fornecido pela Equação 3, e L é o vão livre.

$$I_{EQ} = \frac{\pi \cdot D_{EQ}^4}{64} \quad \text{Equação 2}$$

$$D_{EQ} = \sqrt[4]{\frac{2 \cdot D_T \cdot D_M^3 \cdot D_B}{(D_T + D_B)}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde D_T , D_M e D_B são, respectivamente, o diâmetro obtido na base da tora, o diâmetro obtido no meio da tora e o diâmetro obtido no topo da peça.

Além disso, os autores utilizaram a Equação 4, para a determinação da resistência a flexão (F_M).

$$f_M = \frac{M_{rup}}{W} \quad \text{Equação 4}$$

Onde: M_{rup} é o momento de ruptura obtido pela aplicação de carga e W é o módulo de resistência elástica, determinado a partir do diâmetro D_M .