

INFLUÊNCIA DA IDADE DA ÁRVORE EM PROPRIEDADES DE RESISTÊNCIA E DE RIGIDEZ DA MADEIRA DE PINUS

INFLUENCE OF TREE AGE ON STRENGTH AND STIFFNESS OF PINUS WOOD

Cinthya BERTOLDO¹, Mônica RUY², Raquel GONÇALVES³

RESUMO - As propriedades mecânicas da madeira variam com a idade da árvore, mas, acima de uma determinada idade essas propriedades tendem a se estabilizar. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da idade da árvore na resistência e no módulo de elasticidade, obtidos em ensaio de compressão e de tração paralela às fibras. Para isso foram utilizados 356 corpos de prova de compressão e 178 corpos de prova de tração. Os corpos de prova, retirados de 12 árvores de *Pinus elliottii* de 6 diferentes idades (8, 9, 13, 15, 22 e 23 anos), foram confeccionados com dimensões indicadas pela NBR 7190 (1997). A amostragem, composta por corpos de prova retirados de forma aleatória de uma árvore e sem a separação em função de defeitos, apresentou resultados com grande variabilidade, não permitindo detectar, de forma nítida, a variação das propriedades com a idade da árvore. Esse resultado permite concluir que a presença de defeitos e a variabilidade intrínseca da madeira dentro da árvore são fatores que impactam fortemente nas propriedades da madeira, quando avaliada sob a forma de corpos de prova, fazendo com que não seja possível detectar de forma nítida a variação das propriedades com a idade da árvore. Considerando apenas os corpos de prova na umidade de equilíbrio e isentos de defeitos, as propriedades de resistência e de rigidez da madeira tenderam a se manter constantes quando as árvores atingiram idade em torno de 13-15 anos, considerada por muitos autores como sendo a idade de transição entre a madeira juvenil e adulta.

Palavras-chave: resistência à tração, resistência à compressão, módulo de elasticidade.

ABSTRACT - The mechanical properties of wood vary with tree age, but above a certain age these properties tend to stabilize. This study aimed to evaluate the influence of tree age in the strength and modulus of elasticity obtained in compression and tension tests parallel to grain using small specimens. We used 356 specimens for compression tests and 178 specimens for tension tests. The samples were taken from 12 trees of *Pinus elliottii* with six different ages (8, 9, 13, 15, 22 and 23 years old), and the specimens were made with dimensions established by the NBR 7190 (1997). The sample, consisting of specimens taken randomly of the tree and without separation due to defects, showed results with great variability, not allowing clear detection the behavior of the properties variation with the tree age. This result shows that the presence of defects and the intrinsic variability of wood within the tree are factors that have a strong impact on the wood properties evaluated using small specimens. Considering only the small clear specimens in equilibrium moisture content, the properties of strength and stiffness of the wood tended to remain constant when the trees has around 13-15 years, considered by many authors as the juvenile and mature transition age.

Keywords: tension strength, compressive strength, modulus of elasticity.

¹ Engenheira Agrícola, doutoranda da Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI, Laboratório de Ensaios Não Destrutivos – LabEND, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, cinthyabertoldo@gmail.com

² Aluna de graduação, FT - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, monica.ruy@hotmail.com

³ Engenheira Civil, Dra., Professora Associada, Coordenadora do Laboratório de Ensaios Não Destrutivos – LabEND, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, raquel@feagri.unicamp.br

INTRODUÇÃO

As propriedades mecânicas da madeira sofrem variações de acordo com a idade da árvore. Estudos mostram que acima de uma determinada idade essas propriedades permanecem aproximadamente constantes.

Há, na literatura, diversos artigos que apresentam resultados de pesquisa que visam avaliar a influência da idade em propriedades da madeira. Nesses trabalhos é possível verificar a existência de três abordagens metodológicas. Uma delas é a utilização de peças estruturais ou de corpos de prova retirados de árvores de diferentes idades. Uma segunda metodologia envolve os trabalhos que utilizam corpos de prova retirados de uma mesma árvore, nas quais a variação de idade é obtida pela posição radial de retirada das peças. Nesses casos o mais comum é a retirada de corpos de prova de pequenas dimensões, pois é necessário que a amostra avaliada esteja totalmente incluída na parte correspondente aos anéis de crescimento que se quer considerar para se correlacionar com as idades. Uma terceira metodologia abrange trabalhos que utilizam, também, árvores de uma mesma idade, nas quais a variação é obtida pela posição longitudinal de retirada das peças uma vez que, tendo em vista a forma de crescimento das árvores, nas posições mais altas do tronco encontra-se a madeira mais jovem.

Innes (2007) avaliou a variação de propriedades de resistência e de rigidez na madeira de *Eucalyptus obliqua* proveniente de árvores de 36, 54, 69 e 102 anos e concluiu não haver diferenças estatísticas entre as propriedades. Esse resultado indica que, acima de uma determinada idade as propriedades permanecem aproximadamente constantes.

Zhu et al. (2005) avaliaram as diferenças entre propriedades mecânicas (módulo de ruptura e módulo de elasticidade em flexão, módulo de cisalhamento, resistência a compressão paralela e resistência ao cisalhamento), densidade e aspectos anatômicos (comprimento do traquéide e ângulo da microfibrila) na madeira juvenil e adulta. A espécie utilizada foi o *Cryptomeria japonica* e foram avaliadas 4 árvores retiradas de uma plantação de 75 anos de idade. As propriedades mecânicas e a densidade apresentaram valores menores próximos a medula e aumentaram rapidamente nos anéis seguintes, alcançando a estabilidade por volta do décimo quinto anel. No caso das propriedades mecânicas o módulo de elasticidade à flexão (E_M) apresentou as variações mais significativas entre madeira juvenil e adulta. O módulo de ruptura na flexão (f_m) e a resistência a compressão cresceram de 12 a 16% da madeira juvenil para a adulta e a resistência ao cisalhamento (f_v) e o módulo de cisalhamento (G) cresceram de 6 a 13% da madeira juvenil para a adulta.

Gonçalves et al. (2009) estudaram algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* de duas idades (6 e 14 anos aproximadamente) e provenientes de talhadia simples e de reforma. Os corpos de prova foram retirados de diferentes posições radiais (medula-casca) para realização dos ensaios de flexão estática de onde foram obtidos o módulo de elasticidade (E_M) e o módulo de ruptura (f_m). Para a medição da umidade, após os ensaios de flexão foram retiradas pequenas amostras. A umidade média dos corpos de prova foi de 16,7%. Os valores de E_M e de f_m foram corrigidos para 12% utilizando-se as equações de correção da NBR 7190 (1997). O módulo de ruptura (f_m) teve acréscimo de 24% com a idade e o módulo de elasticidade (E_M) de 28%. Em relação às diferentes alturas de retirada a segunda tora apresentou os maiores valores tanto para f_m quanto para E_M . As maiores diferenças entre as toras 1 e 2 ocorreu para a árvore mais jovem. Considerando as discussões de ZHU et al. (2005) relativas à variação do ponto de transição da madeira juvenil para adulta e também da variação de propriedades anatômicas com a altura, é possível que no caso da madeira mais jovem a diferenciação em termos de porcentagem de madeira juvenil tenha sido mais significativa do que para a madeira mais velha, já que as toras