



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.223-671-3>

## **Resistência ao embutimento da madeira de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson em diferentes idades, utilizando pinos metálicos**

**Carolina N. Xavier<sup>1</sup>, Alexandre M. do Nascimento<sup>1</sup>, Carlos E. S. da Silva<sup>1</sup>, Pablo V. dos Santos<sup>1</sup>, José H. C. Pace<sup>1</sup>, Alexandre M. de Carvalho<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (ncarolx@gmail.com; amn@ufrj.br; c.eduardo\_silveira@yahoo.com.br; pabloufrj@hotmail.com; josehcpa@gmail.com; amcarvalho.ufrj@gmail.com)

**Resumo:** *A resistência da madeira ao embutimento é um dos fatores levados em consideração durante o dimensionamento de ligações numa estrutura de madeira, visando à segurança, pois a ligação é um ponto crítico, sendo essencial o estudo dos esforços mecânicos envolvidos. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a resistência da madeira de *Corymbia citriodora*, ao embutimento, de dois pinos metálicos, parafuso e barra rosqueada, nas idades de 17 e 64 anos. Para isso, os ensaios realizados seguiram a ABNT NBR 7190:1997. Os resultados da resistência ao embutimento demonstraram que, quando se utiliza parafuso a resistência possui maior valor comparado a barra rosqueada. Outro fator que influenciou na resistência ao embutimento foi a idade da madeira, visto que o resultado do ensaio de embutimento da madeira com 64 anos de idade, tanto para parafuso como para barra rosqueada, apresentaram maiores valor de resistência.*

**Palavras-chave:** Barra Rosqueada; Ligação estrutural; Parafuso.

### **1. Introdução**

A madeira é um material de alta demanda na construção civil, utilizada principalmente como estrutura, nos telhados das residências através de vigas, colunas, caibros, ripas. Dependendo da função estrutural que a madeira exerce, esforços mecânicos são solicitados em diferentes proporções.

Geralmente, para estruturas de madeira é necessário realizar uniões com pinos metálicos, visto que as dimensões da madeira são limitadas. Segundo Almeida (1990), essas ligações são consideradas o ponto mais crítico das peças,

onde a concentração de esforços deve ser controlada. Deste modo, faz-se necessário o estudo da ligação e de seus elementos para garantia da segurança.

A ABNT NBR 7190:1997, normatiza os ensaios realizados para projeto de estruturas de madeira, os ensaios realizados no presente trabalho seguiram esta norma, a qual define a resistência ao embutimento pela razão entre a força  $F_e$  que causa uma deformação específica residual de 0,2% e a área de embutimento do pino, dada através da multiplicação do diâmetro do pino pela espessura do corpo-de-prova.

Stamato e Calil Júnior (2002), consideraram como embutimento, as tensões que surgem do contato entre o pino e a madeira na ligação no momento da penetração, ou durante a atuação de uma força externa quando na atuação dos corpos de madeira.

Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a resistência da madeira ao embutimento de dois pinos metálicos, parafuso e barra rosqueada, nas idades de 17 e 64 anos da madeira de *Corymbia citriodora*.

## **2. Material e Métodos**

A espécie utilizada no estudo foi a *Corymbia Citriodora*, com duas idades distintas, 17 e 64 anos, oriundas do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) no município de Seropédica, no estado do Rio de Janeiro.

Os ensaios de embutimento foram realizados segundo a norma ABNT NBR 7190:1997. Os testes foram realizados na máquina universal de ensaios, no Laboratório de Propriedades Mecânicas da Madeira, da UFRRJ com seis repetições para cada elemento de ligação e para cada idade da madeira.

A espessura do corpo de prova de madeira era de 25 mm e o parafuso e barra rosqueada tinham limite de escoamento característico do aço de 580 MPa e 210 MPa, respectivamente, valores estes especificados pelo fabricante.

Os parafusos utilizados apresentavam diâmetro de 11,8 mm e as barras diâmetro de 12,4 mm, sendo o diâmetro do núcleo igual a 10,5 mm.

Análise de variância foi utilizada para verificar se houve diferença estatística entre os elementos de ligação e as diferentes idades da madeira, para tal usou-se uma análise fatorial. Para comparação entre as médias foi usado o teste de Fisher ( $p=0,05$ ).

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados médios obtidos e as comparações entre as médias. Pode-se observar que houve efeito significativo do tipo de elemento de ligação e da idade da madeira, assim com a interação entre estes dois fatores, e que as resistências ao embutimento da madeira para ambos os elementos de ligação foram maiores com madeira de idade mais elevada (64 anos) e que as resistências ao embutimento foram sempre inferiores quando se usou barra rosqueada.

Em relação ao pino, o parafuso possui maior resistência, o que se pode atribuir ao fato de que este possui o eixo liso, enquanto a barra possui o eixo rosqueado o que confere, inicialmente, uma menor superfície de contato e conseqüentemente maiores tensões surgentes para o mesmo nível de carga e maior propensão em embutir o seu eixo na madeira.

TABELA 1 - Resistência ao embutimento paralelo às fibras ( $f_{e0}$ ) para madeira *Corymbia citriodora* aos 17 e 64 anos de idade e umidade corrigida para 12%, utilizando parafuso e barra rosqueada.

Resistência de embutimento (MPa)			
	Idade (anos)		Média
Pino	17	64	
Parafuso	53,7 bA	70,3 bB	62,0 a
Barra rosqueada	47,2 aA	55,3 aB	51,3 b
<b>Média</b>	50,5 A	62,8 B	56,6

Em que: Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes mostram diferença significativa, pelo teste de Fisher, ao nível de 5% de significância, para o fator idade e letra minúscula para pino. Letra minúscula faz comparação entre médias na mesma coluna e letra maiúscula na mesma linha.

Almeida et al. (2012), verificaram que a resistência ao embutimento utilizando parafuso para *Corymbia citriodora* foi de 69,33 MPa, não foi mencionada a idade da espécie no estudo.

Na pesquisa realizada por Nascimento et al (2012), observou-se que a idade é um fator que influi na resistência a compressão e ao embutimento. Visto que, nesse trabalho os valores resultantes da resistência ao embutimento para *Eucalyptus paniculata*, espécie que apresentava aproximadamente 65 anos de idade e 12% e umidade foi de 82,1 MPa e para *Corymbia citriodora*, com 17 anos a resistência ao embutimento utilizando parafuso foi de 51 MPa.

#### 4. Conclusões

A idade e o tipo de pino metálico utilizado foram fatores que influenciam na resistência ao embutimento da madeira de *Corymbia citriodora*. Quando se utilizou a barra rosqueada, como elemento de ligação, observou-se uma menor resistência de embutimento, este fato pode ser também atribuído ao eixo rosqueado, característica que confere maior propensão de embutimento do eixo na madeira. Em relação à idade, madeiras de árvores mais velhas tendem a ter um aumento da resistência de embutimento.

A média mais alta da resistência ao embutimento foi observada na madeira de *Corymbia citriodora* com idade de 64 anos utilizando o parafuso.

#### 5. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.
- ALMEIDA, P. A. O. **Estruturas de grande porte de madeira composta**. 1990. 280f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1990.
- ALMEIDA D.H. et al. Análise das resistências ao embutimento e à compressão em madeiras de reflorestamento. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 13., 2012, Vitória-ES. **Anais...** Vitória-ES: UFES;IBRAMEM, 2012. CD ROM.
- NASCIMENTO A. M. et al. Resistências à compressão e ao embutimento, e densidade das madeiras de *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus pellita* E *Eucalyptus paniculata*. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 13., 2012, Vitória-ES. **Anais...** Vitória-ES: UFES; IBRAMEM, 2012. CD ROM.
- STAMATO, G. C., CALIL JÚNIOR. C. Resistência ao embutimento da madeira compensada. **Caderno de Engenharia de Estruturas**, São Carlos-SP, v. 4, n. 18, p.49-76, 2002.