

## ESTIMATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS DE MADEIRAS TROPICAIS EM FUNÇÃO DE PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS

**Diego Henrique de Almeida, Universidade Federal de São Carlos,  
diegoestruturas@gmail.com**

**Tiago Hendrigo de Almeida, Universidade de São Paulo, tiago.hendrigo@gmail.com**

**Francisco Antonio Rocco Lahr, Universidade de São Paulo, frocco@sc.usp.br**

**André Luis Christoforo, Universidade Federal de São Carlos,  
christoforoal@yahoo.com.br**

### Resumo

A Floresta Amazônica apresenta muitas espécies de árvores que possuem madeira com potencial para sua utilização na construção civil. Dentre as propriedades de interesse para o projeto de estruturas de madeira, a resistência à compressão paralela às fibras é a que se destaca, pois, a partir dela pode-se estimar outras propriedades mecânicas. O objetivo deste trabalho foi gerar modelos de regressão para a estimativa da resistência à compressão paralela às fibras ( $f_{c0}$ ) da madeira de espécies tropicais em função de parâmetros colorimétricos. Nesta pesquisa foram utilizados lotes homogêneos de Cajueiro (*Anarcadium giganteum*) e Tatajuba (*Bagassa guianensis*), com teor de umidade da ordem de 12%. Os ensaios para determinação da resistência à compressão paralela às fibras foram realizados em 18 corpos de prova de acordo com a norma ABNT NBR 7190:1997. Em cada um dos corpos de prova foram determinados os parâmetros colorimétricos luminosidade ( $L^*$ ) e tonalidade nos eixos  $a^*$  (vermelho/verde) e  $b^*$  (amarelo/azul) de acordo com a norma ASTM D2244:2011. Foram gerados modelos de regressão quadráticos completos para estimativa de  $f_{c0}$  em função dos parâmetros colorimétricos. O parâmetro  $b^*$  da madeira de Tatajuba apresentou valor igual ao dobro do obtido pelo Cajueiro. Os modelos de regressão obtidos apresentaram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) iguais a 61% e 73%, para estimativa de  $f_{c0}$  das madeiras de Cajueiro e Tatajuba, respectivamente.

**Palavras-Chave:** Colorimetria. Estruturas de Madeira. Madeira. Modelos de Regressão.

### Abstract

The Amazon Forest presents many species of trees that have wood with potential for their use in the civil construction. Among the properties of interest for the design of timber structures, the compression parallel to the grain strength ( $f_{c0}$ ) is the one that stands out, since, from this it is possible to estimate other mechanical properties. The aim of this paper was to generate regression models for the estimative of  $f_{c0}$  for wood of tropical species as a function of colorimetric parameters. In this research, homogeneous batches of Cajueiro (*Anarcadium giganteum*) and Tatajuba (*Bagassa guianensis*) were used, with a moisture content of 12%. Tests for determination of the  $f_{c0}$  were performed in 18 specimens according to ABNT NBR 7190:1997 Brazilian Standard Code. In each of the specimens the colorimetric parameters luminosity ( $L^*$ ) and tonality in the axes  $a^*$  (red/green) and  $b^*$  (yellow/blue) were determined according to ASTM D2244:2011. Complete quadratic regression models were used to estimate  $f_{c0}$  as a function of colorimetric parameters. Parameter  $b^*$  of the Tatajuba wood

specie presented an amount equal to twice that obtained by Cajueiro. Regression models obtained coefficients of determination ( $R^2$ ) equal to 61% and 73%, to estimate  $f_{c0}$  of the Cajueiro and Tatajuba wood species, respectively.

**Keywords:** Colorimetry. Timber Structures. Wood. Regression Models.

## 1 Introdução

A diversidade de possibilidades de utilizações da madeira na construção civil é devida a alguns fatores, tais como, sua facilidade de obtenção, sua origem de fontes renováveis (desde que a madeira tenha procedência legal). Além disso, a madeira apresenta alta relação entre valores médios de resistência e densidade, quando comparada a outros materiais (aço e concreto, por exemplo) (ALMEIDA, 2015; ALMEIDA et al., 2013a; LAHR, 1983).

No Brasil, 6,28 milhões de hectares de florestas de diferentes biomas são certificadas (FSC, 2017). Em relação à Floresta Amazônica, não existe consenso com relação ao número de espécies de árvores que ela possui, sendo a estimativa mais recente, da ordem de 16 mil espécies. Além disso, no ritmo atual, estima-se que o tempo necessário para catalogação e caracterização das propriedades destas árvores, seja de aproximadamente 300 anos (CARDOSO et al., 2017; STEEGE et al., 2016).

Para a utilização racional da madeira como elemento estrutural é importante o conhecimento de suas propriedades físicas e mecânicas (ALMEIDA et al., 2015; ALMEIDA et al., 2014; ALMEIDA et al., 2013b; CALIL JUNIOR et al., 2003). O projeto de estruturas de madeira abrange o dimensionamento dos elementos estruturais e, além disso, requer o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira a ser utilizada. No Brasil, o projeto de estruturas e os métodos de ensaios para caracterização da madeira são realizados de acordo com a Norma Brasileira Registrada (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ABNT NBR 7190:1997 “Projeto de Estruturas de Madeira”.

Dentre as propriedades mecânicas da madeira destaca-se a resistência à compressão paralela às fibras ( $f_{c0}$ ), cujos os resultados individuais das resistências dos corpos de prova ensaiados possibilitam calcular a resistência característica na compressão paralela às fibras ( $f_{c0,k}$ ) e o posterior enquadramento da madeira nas classes de resistência estabelecidas pela ABNT NBR 7190:1997 (BERTOLINI et al., 2012; FERRO et al., 2015; FERRO et al., 2013).

Com o objetivo de estimar propriedades de rigidez (módulo de elasticidade), métodos alternativos baseados em vibração (transversal ou longitudinal) e ultrassom têm sido utilizados, como notado nas pesquisas desenvolvidas por Almeida et al. (2016), Baar et al. (2015), Calil Junior e Miná (2003), Carvalho et al. (2017), Chauhan e Sethy (2016), Gütenkin et al. (2016) e Oliveira et al. (2002). Nessas pesquisas, foram constatadas boas correlações (de acordo com a análise do coeficiente de determinação –  $R^2$ ) entre o módulo de elasticidade dinâmico proveniente dos ensaios com ultrassom e vibração e o módulo de elasticidade na flexão estática, evidenciando ser possível estimar o módulo de elasticidade pelos parâmetros de ensaios não destrutivos.

De forma alternativa, a técnica de colorimetria, que consiste na determinação de parâmetros colorimétricos de uma superfície, vem sendo aplicada à madeira com algumas finalidades, tais como: caracterização de seus parâmetros colorimétricos; avaliação do efeito de tratamentos termomecânicos e químicos na coloração da madeira; avaliação de infestações