

## ESTUDO NUMÉRICO DE VIGAS DE CROSS-LAMINATED TIMBER UTILIZANDO O CRITÉRIO DE RESISTÊNCIA DE HILL

João Vítor Felippe Silva<sup>1\*</sup>; Danilo Soares Galdino<sup>1</sup>; Estéfani Suana Sugahara<sup>1</sup>; Maria Fernanda Felippe Silva<sup>2</sup>; Cristiane Inácio de Campos<sup>2</sup>; Julio Cesar Molina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Mecânica, FEG-UNESP, Guaratinguetá/SP, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Industrial Madeireira, UNESP - Instituto de Ciências e Engenharia - Campus de Itapeva, Itapeva/SP, Brasil.

\* e-mail do autor correspondente: [jvf.silva@unesp.br](mailto:jvf.silva@unesp.br)

**Resumo:** A simulação computacional de produtos à base de madeira posa um desafio para profissionais da área, pois se trata de um material com anisotropia, cujas propriedades variam de acordo com a espécie. Dentre os compósitos à base de madeira encontra-se o CLT (*Cross-laminated Timber*), fabricado com lamelas dispostas em camadas cruzadas, geralmente utilizado como elemento de paredes, lajes e pisos. O objetivo deste trabalho foi analisar a distribuição de tensões em modelos numéricos de vigas de CLT submetida à flexão de três pontos. Foram avaliados três tipos de modelos constitutivos: o isotrópico linear; ortotrópico linear; e ortotrópico com não linearidades físicas, sendo este obtido por curvas bilineares pelo critério de resistência de Hill. A validação dos modelos numéricos foi realizada a partir da curva experimental de vigas de CLT fabricadas com *Eucalyptus grandis* e *Toona ciliata* (Cedro Australiano) carregadas até a ruptura. Para as simulações foi utilizado o software ANSYS, e os valores constitutivos dos modelos foram determinados a partir das propriedades de cada uma das lamelas. Foi possível concluir que o modelo ortotrópico com não linearidade física se aproximou mais dos resultados experimentais pela deformação plástica da viga. Os maiores valores de tensão de von Mises se concentraram nos apoios e no ponto de aplicação do carregamento para viga de Cedro Australiano, enquanto que as tensões foram maiores na camada interna da viga de Eucalipto, devido ao efeito de *rolling shear*. A partir da simulação numérica foi possível justificar os modos de falha obtidos experimentalmente.

**Palavras-chave:** CLT, Método dos Elementos Finitos, *Rolling shear*, Flexão

## NUMERICAL STUDY OF CROSS-LAMINATED TIMBER BEAMS USING HILL'S YIELD CRITERION

**Abstract:** The computer simulation of wood-based products poses a challenge for professionals in the area, as it is a material with anisotropy, whose properties vary according to the species. Among

the wood-based composites is CLT (Cross-laminated Timber), manufactured with lamellae arranged in crossed layers and generally used as an element of walls, slabs and floors. The aim of this work was to analyze the stress distribution in numerical models of CLT beams subjected to three-point bending. Three types of constitutive models were evaluated: the linear isotropic; linear orthotropic; and orthotropic with physical nonlinearities, which is obtained with bilinear curves by Hill's yield criterion. The validation of the numerical models was performed from the experimental curve of CLT beams made with *Eucalyptus grandis* and *Toona ciliata* (Australian Cedar) loaded until failure. For the simulations, the ANSYS software was used, and the constitutive values of the models were determined from the properties of each lamella. It was concluded that the orthotropic model with physical nonlinearity was closer to the experimental results due to the plastic deformation of the beam. The highest values of von Mises stress were concentrated at the supports and at the point of application of the load for the Australian Cedar beam, while the stresses were higher in the inner layer of the Eucalyptus beam, due to the rolling shear effect. From the numerical simulation it was possible to justify the failure modes obtained experimentally.

**Keywords:** CLT, Finite element method, *Rolling shear*, Bending