



## APLICAÇÃO DO MÉTODO GAMA PARA DIMENSIONAMENTO DE ELEMENTOS DE LAJES DE CLT

<sup>1</sup>**Marcos C. M. Pereira** (marcoscesar@sc.usp.br), <sup>2</sup>**Carlito Calil Junior** (calil@sc.usp.br),

<sup>1</sup> **Universidade de São Paulo**

Departamento de Engenharia de Materiais, Programa de Pós Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, EESC-USP, Av. Trabalhador São Carlense, nº 400, Pq. Arnold Shimitt, São Carlos - SP

<sup>2</sup> **Universidade de São Paulo**

Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), EESC-USP, Av. Trabalhador São Carlense, nº 400, Pq. Arnold Shimitt, São Carlos – SP

**RESUMO:** O uso do Cross Laminated Timber (CLT) como material de construção tem obtido grande ascensão nos últimos anos em países da Europa, América do Norte e Oceania, porém as normas de estruturas de madeira ainda não contemplam tópicos específicos para o dimensionamento de elementos de CLT. Na Europa foi desenvolvido o Método Gama que é a adaptação do Anexo B do Eurocode 5 (CEN, 2006) que originalmente foi desenvolvido para cálculo de elemento unidos por pregos e parafusos para confecção de vigas I e outros elementos compostos. Neste trabalho é feito a demonstração do uso do método gama usando como material um painel de CLT desenvolvido em laboratório, fabricado em madeira de *Pinus elliottii* e adesivo melamina-ureia-formaldeído, usando os requisitos de fabricação indicados pela norma americana ANSI/APA PGR 320. Também é demonstrado como o efeito do rooling shear afeta a resistência e reduz o valor da inércia efetiva. O resultado obtido para o cálculo da inércia efetiva da seção foi de 39,6%, valor que foi comparado aos valores de referência obtidos por um painel similar fabricado por uma indústria de grande porte Alemã, que foi de 43,8%. Com este resultado é possível concluir que o uso do método gama é uma aproximação coerente que leva em consideração o efeito do rolling shear, que reduz a capacidade de resistência do painel na direção contrária ao plano de trabalho das lamelas atuantes, e também o modulo de elasticidade da madeira utilizada no painel.

**Palavras Chave:** CLT, Cross Laminated Timber, Método Gama, MLCC.

## APPLICATION OF GAMMA METHOD FOR SIZING OF SLABS CLT'S ELEMENTS

**ABSTRACT:** The use of Cross Laminated Timber (CLT) as a building material has obtained large rise in recent years in countries of Europe, North America and Oceania, but the standards of wooden structures also do not include specific topics for the design elements CLT. In Europe we developed the Gamma method which is the adaptation of Eurocode 5, Annex B (CEN, 2006), which was originally developed for element calculation together by nails and screws for making I-beams and other composite elements. This paper presents a demonstration of the use of the gamma method using as material one CLT panel developed in the laboratory, made of *Pinus elliottii* and adhesive melamine-urea-formaldehyde, using the manufacturing requirements of the American ANSI / APA PGR 320. It is also demonstrated how the effect of shear rooling affects the resistance and reduces the amount of effective inertia. The result obtained for the calculation of the effective inertia of the section was 39.6%, which was compared to reference values obtained by a similar panel manufactured by a German major industry, which was 43.8%. With this result it concludes that the use of the gamma method is a coherent approach that takes into account the effect of shear rolling, which reduces the panel's resilience in the opposite direction to the work plan of the acting plates, and also the module elasticity of the wood used in the panel.

**Keywords:** CLT, Cross Laminated Timber, Gamma Method, MLCC

## 1 INTRODUÇÃO

A construção em madeira é mais tradicional e mais bem aceita pelo mercado dos países do centro e norte da Europa e da América do Norte, por motivos ligados à cultura local ou a colonização, tanto que nos Estados Unidos, 95% das residências são fabricadas em estruturas de woodframe (MOLINA e CALIL JUNIOR, 2010). No final da década de 80 e início dos anos 90 começou a se desenvolver um novo sistema construtivo em madeira que na última década vem se tornando um dos mais usados, principalmente em países da Europa, que veio a se chamar Cross Laminated Timber – CLT, ou madeira laminada cruzada colada, numa tradução literal. Originalmente desenvolvido na Áustria, por pesquisadores da Universidade de Graz, onde foi testado inicialmente para residências, o CLT começou a ser difundido no início dos anos 2000, e atualmente existem diversas fábricas de grande porte manufaturando este produto na Europa, América do Norte e Oceania. Um dos diferenciais competitivos do CLT frente aos outros sistemas de construção em madeira é que, por ser um painel portante, é possível fabricar prédios multipavimentos, principalmente aliado ao uso de vigas de madeira laminada colada – MLC. É caso do edifício Stadhaus Murray Grove, localizado em Londres, Reino Unido, que possui 30 metros de altura e nove pavimentos, que foi montado em 2008.



**Figura 1: Edifício Stadhaus Murray Grove em Londres. FONTE: Trada Technology, (2009)**

O sistema de laminação cruzada unida com adesivo estrutural é o que possibilita ao CLT trabalhar como um elemento rígido e portante, sendo que o número de camadas das lamelas deve ser sempre ímpar, sendo no mínimo três, e simétricas em torno do eixo da camada central. Crespeel e Gagnon (2010) definem o CLT como um painel de madeira serrada multi camadas, onde cada uma é colada transversalmente à camada adjacente para aumentar a rigidez e estabilidade em número ímpar de camadas, simétrica em torno da camada intermediária. A figura 2 apresenta o modelo de painel de CLT.