

ESTUDO DO DIMENSIONAMENTO DAS LAJES DO MATERIAL COMPOSTO: MADEIRA LAMINADA CRUZADA E CONCRETO

Sílvia Teixeira Andrade Amorim, Departamento de Engenharia de Estruturas - UFMG, silvia.taa@hotmail.com

Gabriel de Oliveira Ribeiro, Departamento de Engenharia de Estruturas - UFMG, gabriel@dees.ufmg.br

Vanesa Baño, Instituto de Estructuras y Transpore – Universidad de la República de Uruguay, vanesab@fing.edu.uy

Resumo

Os painéis de madeira laminada cruzada - CLT (*Cross Laminated Timber*) são constituídos de lâminas de madeira com grandes dimensões arranjadas ortogonalmente e unidas com adesivo estrutural sob alta pressão. A disposição ortogonal das lâminas de madeira proporciona estabilidade dimensional ao painel que trabalha como um elemento autoportante e são utilizados como lajes ou paredes estruturais em edificações de vários pavimentos. As lajes de CLT quando combinadas com uma camada de concreto na superfície superior tem seu desempenho estrutural melhorado quanto à sua rigidez à flexão, dinâmica da estrutura, além da melhor eficiência no atendimento aos requisitos do sistema construtivo como o isolamento térmico, acústico e segurança contra o incêndio. Este trabalho estuda o dimensionamento das lajes do material composto formado por painéis de CLT e concreto sujeitas à flexão no Estado Limite Último (ELU) e Estado Limite de Serviço (ELS) a partir dos métodos analíticos atualmente empregados para o CLT. Os métodos estudados são: o Método Gama, sendo este uma adaptação do anexo B do Eurocode 5 e o método Analogia de Cisalhamento. A partir dos resultados dos cálculos verifica-se que a eficiência estrutural é melhorada a partir da atuação conjunta dos dois materiais, o que possibilita a redução da seção transversal, maiores vãos livres e um projeto arquitetônico mais sustentável.

Palavras-Chave: CLT. Compósito. CLT e concreto. Flexão de Lajes de CLT e Concreto

Abstract

Cross laminated timber panels (CLT) are formed by large-sized orthogonally arranged wood layers bonded with structural adhesive under high pressure. The cross arrangement system provides dimensional stability to the panel that works as a self-supporting structural element and are used as plates or closing walls in multi-floor constructions. The CLT slabs when combined with a top concrete layer on the upper surface have their structural behavior optimized for flexural stiffness, structure dynamics, as well as better efficiency in construction system requirements such as thermal, acoustic and fire safety. This work studies the CLT-concrete composite slab design subject to flexion in the Ultimate Limit State (ULS) and Serviceability Limit State (SLS) from the analytical methods currently used for CLT. The methods studied are: the Gamma Method, which is an adaptation of Annex B of Eurocode 5 and the Shear Analogy method. From the results it is verified that the structural efficiency is improved from the joint action of the two materials, which allows the reduction of the cross

section, larger spans and a more sustainable architectural design.

Keywords: CLT. Composite. CLT and concrete. CLT and Concrete flexural slabs

1 Introdução

A madeira laminada colada ou CLT (*cross laminated timber*) é um painel estrutural formado por várias camadas de tábuas de madeira justapostas coladas com adesivo estrutural e arrançadas ortogonalmente. Com alto grau de pré-fabricação e constituídos de madeira de espécies resinosas são utilizados como placas ou paredes estruturais em edifícios de múltiplos pavimentos, conforme em Brandner et al. (BRANDNER et al., 2016).

A aplicação do CLT nos edifícios se iniciou nos anos 90 na Áustria e Suíça, conforme (BRANDNER et al., 2016) e nos últimos 20 anos a aplicação dos painéis de CLT em edifícios de múltiplos pavimentos vem aumentando.

Conforme (SCHMIDT; GRIFFIN, 2013) uma das limitações das placas de CLT aplicadas aos edifícios residenciais é a capacidade de atingir vãos livres amplos devido à deformação excessiva da madeira e baixa rigidez estrutural. O dimensionamento dessas placas é governado pelo seu comportamento no Estados Limites de Serviço (ELS).

Uma possível solução para melhorar o funcionamento dessas placas é combinar a placa de CLT com uma camada de concreto na superfície superior, formando uma laje composta. Segundo (THILÉN, 2017) o CLT tem seu desempenho estrutural melhorado por aumentar a resistência e rigidez à flexão, com a consequente diminuição dos deslocamentos. Essa composição contribui também para o comportamento à vibração, dinâmica da estrutura, além de melhorar a construtibilidade, o isolamento térmico, acústico e segurança contra o incêndio. Além disso, o CLT funciona como a fôrma da laje de concreto.

No material composto a rigidez estrutural é influenciada pela conexão entre o concreto e a madeira, sendo que quanto melhor aderência na interface maior é a sua rigidez. Uma revisão dos vários tipos de conexões, com entalhes, nós ou parafusos e comparação do grau de rigidez entre elas está apresentada no trabalho de (CECCOTTI, 2002). O autor afirma que a composição desses materiais proporciona vantagens importantes como as já citadas acima além da eficiência na capacidade de carga da estrutura em relação ao seu peso próprio.

Para dimensionamento das placas de CLT sujeitas a cargas perpendiculares ao seu plano, diversas teorias e métodos analíticos baseados nas teorias de vigas vem sendo propostas e testadas. Apesar dos painéis serem elementos estruturais bidimensionais e resistirem à flexão nas duas direções quando são utilizados como lajes de piso ou cobertura sua largura máxima é de aproximadamente 2,5m e esta dimensão é muito menor que o comprimento da peça e portanto trabalham como se fossem elementos de vigas, placa ortótropa, mas funcionando em uma única direção.

As teorias analíticas se baseiam na determinação da rigidez efetiva à flexão e ao cisalhamento da peça, de acordo com a configuração geométrica dos painéis, espessura e direção das fibras da madeira. Determina-se um modelo de painel equivalente como uma hipótese simplificada para tratar o comportamento do painel à flexão. De acordo com Thiel e Schickhofer (THIEL; SCHICKHOFER, 2010), em 1999 Kreuzinger propôs o método Analogia de Cisalhamento para o dimensionamento de lajes de CLT descrito em (GAGNON; PIRVU, 2011) e em 2003 Blass e Gölz propuseram o método Gama ou “Mechanically