



## **ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS PARA FABRICAÇÃO DE ELEMENTO VERTICAL COM NÚCLEO MACIÇO DE MADEIRA EM VIENA E NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

<sup>1</sup>**Rafael Passarelli** (arquiteto@rafaelpassarelli.com), <sup>2</sup>**Akemi Ino** (inoakemi@sc.usp.br)

<sup>1</sup>**The University of Tokyo**

Faculty of Engineering / 4-6-1 Komaba Meguro-ku, Tokyo

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

Instituto de Arquitetura e Urbanismo/ Avenida do Trabalhador San Carlense, 400 - São Carlos, SP

**RESUMO:** O trabalho tem por objetivo comparar os custos para fabricação de elemento vertical com núcleo maciço de madeira (utilizando o princípio da laminação cruzada) em Viena e na RMSP, visando assim determinar quais procedimentos e materiais envolvidos no processo de fabricação do elemento tem maior influência na adequação dessa solução ao setor madeireiro local. Após descrição detalhada do elemento vertical estudado o orçamento para sua fabricação em Viena foi transcrito da e os valores foram analisados. A seguir, utilizando a mesma quantificação de material e horas de trabalho, foi elaborada uma estimativa de custos para a produção do elemento vertical na RMSP. Os valores obtidos foram então analisados e os dois orçamentos comparados. Obteve-se que, ao contrário de Viena, gastos com remuneração do trabalho em São Paulo tem pouca influência no custo de fabricação do elemento, mostrando a adequação processos com uso intensivo de mão de obra no contexto local; por outro lado, gastos com madeira serrada, materiais de isolamento e revestimento apresentam maior participação percentual no custo de fabricação do elemento em São Paulo, apontando para a baixa oferta e/ou alto custo de certos materiais no setor madeireiro paulista.

**Palavras Chave:** madeira laminada cruzada, pré-fabricação em madeira, painel maciço em madeira, orçamento.

## **SOLID TIMBER CORED VERTICAL ELEMENT COST ESTIMATION. COMPARATIVE ANALYSES IN AUSTRIA AND SÃO PAULO METROPOLITAN AREA**

**ABSTRACT:** The study aims to compare manufacturing costs for a vertical element built with a solid panel core (utilising cross lamination principle) in Vienna and São Paulo's Metropolitan Region, thus meaning to determine which procedures and materials in the element's manufacturing process have a greater influence on the suitability of this solution to the local context. After detailed description of the studied vertical element the budget for its manufacture in Vienna was transcribed and the values analysed. Next, using the same material and work load quantification a cost estimation for the element's manufacture in São Paulo was developed. The values obtained were then analysed and compared with Vienna. It was found that, unlike Vienna, work wages in Sao Paulo have little influence on final manufacturing cost of the element, showing that intensive labor processes are suited to the local context. On the other hand, sawn timber, insulation and cladding have shown a higher percentage share in the element's manufacturing manufacturing cost in São Paulo, hence showing the high high cost of certain materials and it inadequacy as a cost-effective solution in São Paulo.

**Keywords:** cross laminated timber, timber pre-fabrication, solid timber panel, cost estimation.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido às preocupações de cunho ambiental, especialmente em países europeus signatários do protocolo de Kyoto, a utilização da madeira na construção passou a ser vista como uma possibilidade para reduzir os impactos do setor no meio ambiente do ponto de vista da emissão de CO<sub>2</sub> (Kolb, 2008) e vem aumentando a sua participação frente aos materiais convencionais. Um exemplo do crescimento do uso da madeira no setor da construção pode ser observado na Áustria, país de tradição construtiva com base mineral – pedra e tijolo – que em 1998, possuía apenas 25% de todas as construções habitacionais em madeira. No decorrer de apenas 10 anos, em 2008, esse número havia subido para 39% (Teinshinger, 2011).

O aumento da utilização da madeira a partir da primeira década do século XX coincide com o desenvolvimento de novos produtos que possibilitam uma construção mais rápida e com melhor desempenho em termos de isolamento térmico e fechamento hermético. Destaca-se entre esses produtos a difusão de diversos tipos de painéis maciços em madeira, dos quais o CLT (*Cross Laminated Timber*) seria o exemplo de maior destaque.

Entretanto, apesar das vantagens mencionadas acima, o CLT possui desvantagens tais como a utilização adesivo poliuretano para fixação das diferentes camadas de lamelas de madeira, material que, além de proveniente de fonte não-renovável, demanda um processo produtivo com elevado grau de mecanização, devido ao curto tempo de cura do adesivo, e necessidade de prensagem do painel. Assim sendo, sua produção requer grande investimento em maquinaria e portanto elevadas quantias de capital imobilizado (Passarelli e Ino, 2012).

Por outro lado, opções alternativas para o CLT como o elemento MW5, estudado neste trabalho, emprega modelo “artesanal” para fabricação dos painéis maciços mantendo o conceito da laminação cruzada. Por esse motivo, apresenta um melhor potencial para apropriação dentro das possibilidades e limitações da indústria habitacional brasileira, de baixa mecanização e reduzida capacidade de investimento (Farah, 1996).

O trabalho desenvolve uma análise comparativa dos custos de fabricação do elemento MW5 em Viena e na Região Metropolitana do Estado São Paulo, visando determinar quais procedimentos ou materiais envolvidos mais influem no preço de fabricação do elemento em São Paulo. Com isso, objetiva-se obter subsídios para o aprimoramento do desenho do produto, buscando sua melhor adaptação ao contexto local de produção do ponto de vista econômico.

## 2. MÉTODO

Primeiramente, a estimativa de custos para fabricação do elemento MW5 elaborada pela pesquisa *Holzbauweisen für den Verdichteten Wohnbau* (Winter, et al., 2001) foi transcrita e analisada do ponto de vista do custo total por metro quadrado e participação percentual de cada etapa produtiva e grupo de materiais no custo total de fabricação.

A seguir, utilizando como base a mesma quantificação de material e horas de trabalho, foi elaborada uma estimativa de custos para a fabricação do MW5 na RMSP, substituindo-se os valores de Viena por valores orçados para o Estado. As informações sobre os preços dos materiais e remuneração da mão-de-obra foram obtidas no banco de dados da PINIweb, Guia da construção, em janeiro de 2012. A estimativa de custos para fabricação do MW5 em São Paulo foi analisada do ponto de vista da participação percentual de cada etapa produtiva e grupo de materiais no custo total de fabricação.

Por fim, os valores obtidos na estimativa de custos para fabricação do MW5 em Viena e em São Paulo foram comparados em termos da participação percentual de cada etapa produtiva e grupo de materiais nos custos totais.

## 3. DESCRIÇÃO DO ELEMENTO VERTICAL MW5

O elemento MW5, desenvolvido na pesquisa denominada *Holzbauweisen Für Den Verdichteten Wohnbau* (Winter, 2001), foi projetado para ocupar a altura total da construção, e é composto por um núcleo maciço de madeira sobre o qual são fixados os materiais de isolamento e fechamento.