

Comparação do custo de produção de painel CLT produzido artesanalmente com outros materiais de construção convencionais**Comparison of the production cost of CLT panel produced by hand with other conventional construction materials**

DOI:10.34117/bjdv6n9-340

Recebimento dos originais: 01/09/2020

Aceitação para publicação: 15/09/2020

Rodrigo Figueiredo Terezo

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina
Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil
E-mail: rodrigo.terezo@udesc.br

Talitha Oliveira Rosa

Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina
Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil
E-mail: rosa.tailtha@gmail.com

Cleide Beatriz Bourscheid

Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina
Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil
E-mail: cleidib@gmail.com

Carlos Augusto De Paiva Sampaio

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade de Campinas
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina
Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil
E-mail: carlos.sampaio@udesc.br

Leonardo Seibert Kuhn

Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina
Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil
E-mail: leoskuhn@gmail.com

Rodolfo Cardoso Jacinto

Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina
Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil
E-mail: rodolfo_cj@hotmail.com

Débora Dalmolin Ciarnoschi

Engenheira Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina

Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina

Endereço: Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro, Lages – SC, Brasil

E-mail: dbora_ciarnoschi@hotmail.com

RESUMO

A crescente utilização da madeira na construção civil coincide com o desenvolvimento de novos produtos que possibilitam uma construção mais rápida, econômica e com maior qualidade. Destaca-se entre esses produtos o painel CLT – *Cross Laminated Timber*. Este produto foi desenvolvido na Europa nas últimas décadas. O trabalho tem como objetivo realizar uma análise de custos de produção do painel CLT com os materiais convencionais utilizados na construção. Foi confeccionado um painel estrutural em tamanho real com 3 camadas com madeira reflorestada de *Pinus taeda*. Durante a produção a quantidade de produtos e tempo gastos para a fabricação de forma artesanal foram mensurados. A comparação de custos foi realizada em relação a alvenaria estrutural e a alvenaria de vedação. Notou-se que o painel CLT apresenta um custo de 37% menor que a alvenaria de vedação e de 18,5% menor que a alvenaria estrutural, indicando um grande potencial para a sua produção na região de Lages- SC.

Palavras-chave: Painel autoportante, madeira laminada cruzada, compósito estrutural em madeira.

ABSTRACT

The growing use of wood in civil construction coincides with the development of new products that enable faster, more economical and higher quality construction. Among these products, the CLT - Cross Laminated Timber panel stands out. This product has been developed in Europe in the last few decades. The work aims to perform an analysis of production costs of the CLT panel with conventional materials used in construction. A 3-layer life-size structural panel was made with reforested *Pinus taeda* wood. During production, the quantity of products and time spent on handcrafted manufacturing were measured. The cost comparison was made in relation to structural masonry and sealing masonry. It was noted that the CLT panel has a cost of 37% less than the sealing masonry and 18.5% less than the structural masonry, indicating a great potential for its production in the region of Lages-SC.

Keywords: Self-supporting panel, cross laminated wood, structural composite in wood.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população nos grandes centros, busca-se aumentar o desenvolvimento, porém de forma sustentável. Esse objetivo é alcançado quando o desenvolvimento é capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. Em busca da materialização desse conceito, iniciou estudos com madeira processada e os resultados alcançados têm sido satisfatórios.

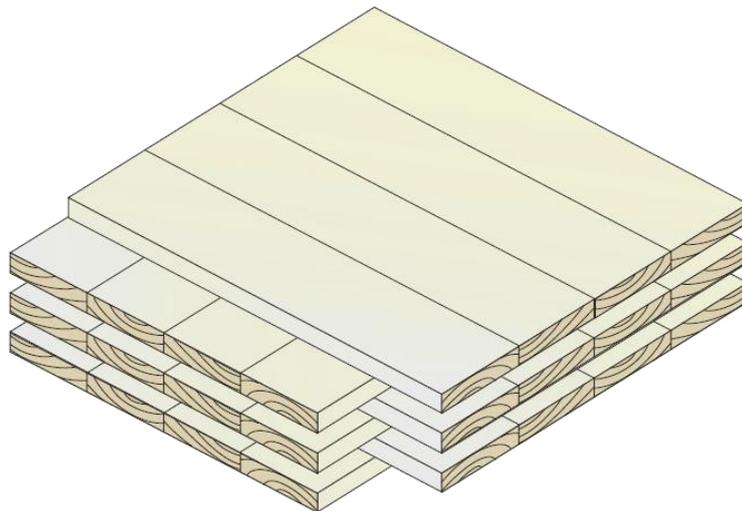
A madeira é o material de construção mais antigo utilizado pelo homem e ainda desempenha um papel importante no setor da construção. Por ser um material ecológico, facilmente reciclável; baixo peso específico em relação a sua capacidade de resistir à esforços; é vantajosa para o

transporte, trabalhabilidade e produção, além de ter qualidades estéticas, que dão grandes possibilidades aos projetos arquitetônicos (DESTRO, 2015).

No entanto, apesar das vantagens, o uso da madeira como material de construção não está livre de desafios. As propriedades da madeira não são homogêneas, e variam muito conforme a espécie, arranjo celular, teor de umidade e dentro da mesma árvore (BERGMAN, 2010). Assim, as atuais pesquisas buscam a utilização em produtos em que pudesse diminuir a heterogeneidade da madeira como painéis *Oriented Strand board* – OSB (CHIROMITO et al, 2016), elementos em Madeira Laminada Colada – MLC (TEREZO & SZÜCZ, 2010) e painéis de madeira laminada colada cruzada (PEREIRA, 2014), ou do inglês *Cross Laminated Timber* – CLT.

CLT é um produto novo de madeira no mercado brasileiro, no mundo sua produção tem aumentado para o mercado de construção. O CLT possui boas vantagens em relação aos produtos de madeira tradicionais e sobre os principais materiais de construção como concreto armado e aço (CHRISTOVASILIS, 2016). Segundo o mesmo autor, os painéis CLT são construídos a partir de camadas de placas estruturais de madeira, que são coladas perpendicularmente umas às outras, formando os elementos bidirecionais que podem ser utilizados como paredes, placas de pavimento ou até mesmo elementos viga e pilar.

Figura 1. Disposição das lâminas de madeira para composição do painel *Cross Laminated Timber* – CLT.



Esta orientação específica resulta em excelentes características de resistência e rigidez. O grau de anisotropia das propriedades e a influência das variações naturais, tais como nós, são reduzidos em comparação com a madeira maciça para a construção (JÖBSTL, 2008; FORTUNE,

2010; BRANDNER, 2013). Nos dias atuais, diversas pesquisas no exterior, principalmente em países como Canadá, Áustria, e Suíça (VESSY, 2009), têm avaliados a capacidade de suportar cargas em painéis, além de formas de melhorar o processo de produção. Contudo no Brasil, as pesquisas com esse tipo de painel estrutural são escassas, dificultando a entrada desse material no mercado e possível fabricação do painel por empresas.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica de um painel CLT produzido de forma artesanal com produtos e mão de obra brasileiros, em relação a alvenaria de vedação e a alvenaria estrutural utilizados na construção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a composição do preço por m² do CLT foi confeccionado um painel com dimensões de 100 cm x 300 cm com 3 camadas de madeira reflorestada de *Pinus taeda*, doadas gentilmente pela empresa Righez Madeira Ltda., localizada em Capão Alto - SC.

As tábuas com dimensões de 2 cm x 20 cm x 300 cm foram trazidas para a Universidade do Estado de Santa Catarina, no Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV. As tábuas foram aplainadas, para uniformização das dimensões da espessura e melhorar a qualidade da colagem, passadas em um jato de ar para retirar possíveis resíduos do processo e em seguida foram coladas.

Para montar o painel foram utilizadas 15 tábuas. Nas camadas externas as peças foram posicionadas para ficar na posição vertical e para a camada interna 5 peças foram destopadas para ficar com as dimensões de 20 cm x 100 cm, sendo esta camada posicionada perpendicularmente às camadas externas.

As peças foram posicionadas e marcadas para seguir com o processo de colagem. A cola utilizada foi à base de poliuretano da marca Kleiberit, com gramatura de 200 g/m², para o controle da gramatura, o peso foi controlado com o auxílio de uma balança.

A cola foi espalhada com uma espátula e em seguida as peças foram levadas à prensa manual por 24 h. Após esse tempo o painel foi retirado da prensagem e colocado para término da cura por 2 dias.

Durante todas as etapas do processo de fabricação, o tempo de cada tarefa foi cronometrado para realizar a composição dos preços por hora de trabalho. Para obter o custo global por m², foram obtidos os preços e a quantidade de materiais utilizados, e o custo de mão-de-obra foi conforme valores médios da região de Lages para o ano de 2016, sendo adicionadas as cargas tributárias.

Os custos para os outros materiais de construção foram feitos com auxílio da Tabela de Composição de Preços e Orçamento - TCPO (2013), o custo do material e mão-de-obra foi feito com média dos preços na mesma região citada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se a composição por m² para produzir um painel de CLT de maneira artesanal utilizando produtos e mão de obra na região de Lages- SC. Nota-se que o custo total para se produzir 1 m² é de R\$ 73,76. Esse valor pode ser reduzido consideravelmente com uma produção em pátio fabril.

Tabela 1. Composição de preços do CLT m².

Insumos	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Madeira de Pinus serrada seco ao ar (peças 2x 20cm)	m ³	0,060	152,00	9,12
Cola PUR	Kg	0,400	30,00	12,00
Plaina	h	0,250	8,89	2,22
Destopadeira	h	1,500	10,00	15,00
Colagem para prensa	h	0,139	8,00	1,11
Prensagem	h	8,000	0,42	3,36
Total de Materiais e Equipamentos				42,81
Mão de Obra				
Classificação	H	0,111	18,75	2,08
Carpinteiro	H	0,111	18,75	2,08
Ajudantes	H	0,222	9,38	2,08
Total de Mão de Obra				6,24
Leis Sociais	123%			7,68
Benefícios e Despesas Indiretas	30%			17,02
Custo Global	R\$			73,76

Para comparação de custos do painel CLT com alvenaria de vedação foi elaborada a Tabela 2. Nota-se que a alvenaria de vedação que utiliza tijolos cerâmicos custa aproximadamente 37% a mais que o painel CLT. Deve-se considerar que na construção de uma edificação além da vedação, necessita-se dos elementos estruturais, isso tornaria o custo total de uma edificação construída com alvenaria muito maior do que uma construída com painéis CLT, por esse já suprir a necessidade estrutural e de vedação (PEREIRA, 2014).

Tabela 2. Composição de preços de alvenaria de vedação m².

Insumos	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Bloco cerâmico furado de vedação (9x19x19 cm ³)	Unid	25,700	0,60	15,42
Cimento Portland Cp II-E-32 (Resistência 32 MPa)	Kg	1,350	0,50	0,67

Argamassa de cal hidratada e areia sem peneirar tração 1:4	m ³	0,012	478,00	5,91
Total de Materiais e Equipamentos				22,01
Mão de Obra				
Pedreiro	h	1,000	20,00	20,00
Servente	h	1,027	10,00	10,27
Total de Mão de Obra				30,27
Leis Sociais	123%			37,23
Benefícios de Despesas Indiretas	30%			26,85
Custo Global				116,36

E quando comparado o custo de alvenaria estrutural com o painel CLT nota-se um aumento de 18,5 %.

Tabela 3. Composição de preços de alvenaria de vedação m².

Insumos	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Areia lavada tipo média	m ³	0,016	77	1,25
Cal hidratada CH III	Kg	0,817	0,5	0,40
Cimento Portland CP II-E-32 (resistência 32 Mpa)	kg	6,512	0,5	3,25
Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro	UNID	12,900	1,5	19,35
Total de Materiais e Equipamentos				24,27
Mão de Obra				
Pedreiro	h	0,800	20	16,00
Servente	h	0,934	10	9,34
Total de Mão de Obra				25,34
Leis Sociais	123%			31,16
Benefícios e Despesas Indiretas	30%			32,31
Custo Global				90,4757

4 CONCLUSÕES

A produção de painéis CLT apresenta grande potencial para a região de Lages – SC. O custo de produção do painel de forma artesanal foi consideravelmente mais baixo que outros materiais de construção, sendo 37 % e 18,5 % menor que a alvenaria de vedação e a alvenaria estrutural respectivamente. Esses valores podem ser melhorados consideravelmente com uma produção dos painéis CLT em nível industrial. Aconselha-se que novas pesquisas sejam realizadas para obtenção das propriedades de resistência e classificação de uso do painel.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Righez Madeiras, localizada em Capão Alto, pela doação da madeira utilizada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BERGMAN, Richard et al. Wood handbook-wood as an engineering material. Forest Products Laboratory, v. 10, 2010.
- BRANDNER, Reinhard. Stochastic system actions and effects in engineered timber products and structures. Verlag der Technischen Universität Graz, 2013.
- CHIROMITO, E.M.S.; et al. Propriedades mecânicas de painéis produzidos com lascas de madeira de três diferentes comprimentos. Scientia Forestalis, v.44, n.109. mar. 2016
- CHRISTOVASILIS, I. P. et al. Evaluation of the mechanical properties of cross laminated timber with elementary beam theories. Construction and Building Materials, v. 122, p. 202-213, 2016.
- DESTRO, R. et al. Structural and Thermal Behaviour of a Timber-concrete Prefabricated Composite Wall System. Energy Procedia, v. 78, p. 2730-2735, 2015.
- FORTUNE, A. L.; QUENNEVILLE, P. Feasibility study of New Zealan radiata pine crosslam. 2010.
- JÖBSTL, R. A.; BOGENSPERGER, T.; SCHICKHOFER, G. In-plane shear strength of cross laminated timber. In: Meeting. 2008.
- PEREIRA, M.C. de M. Metodologia para estudo da caracterização estrutural de painéis de Madeira Laminada Colada Cruzada. 2014. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação de Ciência e engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo
- TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos. Ed. PINI, 2013.
- TEREZO, R.T.; SZÜCS, C.A. Análise de desempenho de vigas em madeira laminada colada de parica (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). Scientia Forestalis, piracicaba, v.38, n.87, p. 471-480, set. 2010
- VESSY, J et al. Experimental study of cross-laminated timber wall panels. Eur. J. Wood Prod. n.67, p. 211-218. 2009