A CONSTRUÇÃO EM *CROSS LAMINATED TIMBER* NO BRASIL[1]

OLIVEIRA, G. L., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, email: gabriela.lotuffo.oliveira@usp.br; OLIVEIRA, F. L., Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, email: floliveira@usp.br

ABSTRACT

Cross Laminated Timber (CLT) panels are a relatively new building component. The panels have first been developed in Europe during the 1990-decade and their production in Brazil started in 2012. CLT components are structural solid wood panels that can be used as wall, floors, ceilings, beams or columns, among other structural elements of any kind of buildings, such as residential and commercial buildings, schools or hospitals. Most of the CLT buildings constructed in Brazil from 2012 until 2017 are single-family houses. Therefore, taking in account that the component is not widely known in the country, this article aims to analyze those residential buildings in order to contextualize CLT construction in Brazil. To do so, the residences were catalogued and analyzed in terms of the construction technique and details adopted. Also, one house was chosen as a case study. The results indicate the importance of considering the panels characteristics in order to prevent building pathologies.

***Keywords**: Cross Laminated Timber (CLT). CLT residential buildings. CLT construction in Brazil.*

1 INTRODUÇÃO

Cross Laminated Timber (CLT) é um componente construtivo desenvolvido inicialmente na Suíça e na Áustria, na década de 1990 em ação conjunta entre a indústria e o meio acadêmico (SILVA *et al*, 2012). No Brasil, até o momento, tem-se conhecimento de apenas um fabricante, que iniciou sua produção em 2012 no Estado de São Paulo.

No entanto, pouco se conhece acerca do CLT e sua aplicação no país. Ainda assim, já existem exemplares de edificações construídas nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Dentre eles, a grande maioria consiste em residências unifamiliares. Tendo em vista a inexistência de normas brasileiras a respeito do CLT, as construções existentes basearam-se em bibliografias, normas e ensaios realizados no exterior.

Logo, visando expandir o conhecimento sobre a tecnologia em questão, o presente artigo tem como objetivo contextualizar a construção em CLT no Brasil, levantando as edificações residenciais já construídas e suas principais características construtivas. De modo a alcançar o objetivo almejado, foram realizadas visitas a obras e edificações finalizadas em CLT, entrevistas com os arquitetos responsáveis pelos projetos e estudo de caso de uma residência construída em Itu (SP).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Conforme define a norma americana ANSI/APA PRG 320 (2017), que

[1] OLIVEIRA, G. L., OLIVEIRA, F. L. A construção em *Cross Laminated Timber* no Brasil In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO,17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

estabelece padrões para a fabricação e a caracterização do CLT produzido nos Estados Unidos e Canadá, *Cross Laminated Timber* consiste em um produto pré-fabricado de madeira engenheirada constituído por ao menos três camadas de madeira serrada maciça ou *Structural Composite Lumber* (SCL), coladas entre si com adesivo estrutural. (ANSI/APA PRG 320, 2017).

No continente europeu, o dimensionamento de edificações em CLT é regido pelo EN Eurocode 5 (2009), o qual descreve o CLT como painéis que possuem número ímpar de camadas, podendo conter três, cinco, sete ou mais camadas, de modo a se criar um eixo de simetria na camada central. Cada camada, composta por madeira de coníferas, é posicionada de forma perpendicular em relação à camada adjacente (Eurocode 5, 2009).

A laminação cruzada melhora as propriedades estruturais dos painéis, possibilitando a distribuição dos esforços ao longo das fibras da madeira em direções distintas. Sua principal inovação, portanto, conforme mencionado por SILVA *et al* (2012), é a produção de elementos em painéis, que podem ser empregados como lajes (pisos e forros) ou paredes autoportantes.

De acordo com BRANDNER (2013), podem atingir comprimentos de até 18,00m e larguras de até 4,80m. O processo de fabricação dos painéis, como descreve o autor, consiste em seis etapas. Na primeira etapa, é realizada a classificação visual e mecânica das lâminas de madeira. Na segunda etapa são removidos os defeitos das peças que possam prejudicar sua resistência, como grandes nós. As lâminas são, então, emendadas por meio de ligações denominadas *finger-joints*. Na terceira etapa, as lâminas já emendadas são cortadas nas dimensões corretas para utilização em camadas longitudinais ou transversais. A quarta etapa consiste na fabricação de camadas individuais de CLT (etapa opcional) e para isso as lâminas são coladas umas às outras lateralmente. Na quinta etapa, ocorre a montagem e prensagem dos painéis em prensas hidráulicas, prensas a vácuo ou por meio de parafusos, pregos e pinos. Por fim, na sexta etapa, os painéis são cortados e usinados configurando elementos estruturais customizados.

Para a montagem, os painéis são entregues na obra nas dimensões e formatos definidos previamente no projeto e são movimentados com o auxílio de grua (COSTA 2013).

Após a montagem, é possível aplicar diferentes materiais de revestimento nas fachadas de edifícios em CLT, desde que se garantam adequados níveis de ventilação nos painéis. A ventilação os protege de condensações e problemas de degradação precoce, pois, considerando as características higroscópicas da madeira, os painéis adquirem a capacidade de regular o teor de umidade do ar no ambiente, sendo capazes de absorver, reter e liberar umidade (COSTA, 2013). Dentre as possibilidades de revestimentos, podem ser mencionadas chapas cimentícias, placas de Viroc®, ripas de madeira, telhas metálicas ou mesmo peles de vidro.

A aplicação de revestimento nos painéis localizados nas faces externas da edificação permite a criação de uma barreira de proteção física contra a umidade, tendo em vista a suscetibilidade da madeira em relação à água.

Este fator, juntamente com a temperatura, estimula o desenvolvimento de microrganismos xilófagos, tais como fungos, responsáveis pelo processo de biodeterioração na madeira. Consequentemente, associada à criação de detalhes construtivos eficazes, que impeçam a absorção de água por capilaridade e limitem a permanência desta sobre a madeira, em especial na conexão dos painéis com fundações em concreto, a adoção da fachada permite evitar o aparecimento de manifestações patológicas provenientes do contato com a umidade.

No caso específico do Brasil, tendo em vista as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos e insetos responsáveis pelo processo de biodetrioração da madeira, é possível ainda recorrer a tratamentos preservativos na matéria-prima que visem proporcionar o aumento da sua resistência a tais organismos, por meio da aplicação de preservativos químicos (LELIS *et al*., 2001). Esta medida, contudo, não é adotada em países com climas mais frios, a exemplo da grande maioria dos países europeus.

3 O EMPREGO DO CLT NO BRASIL

3.1 Levantamento das edificações residenciais em CLT no Brasil

Entre os anos de 2012 e 2017, foram construídas no Brasil 9 residências, inteira ou parcialmente com painéis de CLT (Figuras 1 a 9). Levantaram-se suas principais características construtivas, como por exemplo: os componentes construtivos utilizados em cada pavimento da residência, a forma de construção (modular ou *in loco*), a função do elemento construtivo CLT (parede, laje, vedação sem função estrutural, etc.) e o tipo de fachada adotada (Tabela 1).

Observa-se que os painéis de CLT não apresentaram função estrutural em todos os casos e, quando empregados externamente, foram revestidos com diferentes materiais, de acordo com o projeto arquitetônico Além disso, algumas obras levantadas foram executadas inteiramente na indústria (construções modulares) e posteriormente transportadas ao local de instalação.

Figura 1 – Obra 01

Figura 2 – Obra 02



Fonte: da autora (2017)

Figura 3 – Obra 03



Fonte: da autora (2017)

Figura 4 – Obra 04



Fonte: fornecido pela Crosslam

Figura 5 – Obra 05



Fonte: fornecido pela Crosslam

Figura 6 – Obra 06



Fonte: https://architizer.com/projects/residencia-itamambuca/media/1942235/



Fonte: fornecido pela Crosslam

Figura 7 – Obra 07



Fonte: fornecido pela Crosslam

Figura 8 – Obra 08



Fonte: fornecido pela Crosslam

Figura 9 – Obra 09



Fonte: da autora (2017)

Tabela 1 – Levantamento das residências em CLT no Brasil

N ° da obra	Ano	Localização	Área (m²) aprox.	Tipo de montagem	Sistema construtivo adotado por pavimento		Função do componente em CLT	Tipo de fachada
1	2012	Tiradentes (MG)	62	in-loco	Térreo	CLT	laje de piso, paredes autoportantes e laje de cobertura	fachada ventilada de placas cimentícias e aplicação de Stain
2	2013	Itu (SP)	1350	in-loco	Subsolo	estrutura metálica (pilares e vigas) e concreto (lajes)		aplicação de Stain
					Térreo	CLT	painéis de fachada (sem função estrutural)	
3	2015	Vale do Parnaíba (SP)	45	indústria (modular)	Térreo	CLT	laje de piso, paredes autoportantes e laje de cobertura	fachada ventilada de madeira
4	2015	Vale do Parnaíba (SP)	45	indústria (modular)	Térreo	CLT	laje de piso, paredes autoportantes e laje de cobertura	fachada ventilada de madeira
5	2015/ 2016	Ubatuba (SP)	450	in-loco	Térreo	Concreto armado e CLT	divisórias dos ambientes internos	fachada ventilada em madeira
					1° Pav.	CLT	laje de piso, paredes autoportantes e laje de cobertura	
6	2016	Porto Feliz (SP)	600	in-loco	Térreo	CLT	paredes autoportantes e laje de cobertura	fachada ventilada em madeira e placas de Viroc
					1° Pav.	CLT	laje de piso, laje de cobertura e paredes autoportante	
7	2016	Itu (SP)	370	in-loco	Térreo	estrutura metálica (pilares e vigas) e alvenaria (vedação)		fachada ventilada de madeira e aplicação de Stain
					1° Pav.	CLT	laje de piso, paredes autoportantes e laje de cobertura	
8	2017	São Sebastião (SP)	165	in-loco	Térreo	alvenaria estrutural		fachada ventilada de madeira e aplicação de Stain
					1° Pav.	CLT (quartos) e alvenaria estrutural (banheiros)	laje de piso, paredes autoportantes e laje de cobertura	
9	2017	São Paulo (SP)	80	in-loco	Térreo	estrutura pré-existente em concreto e alvenaria		fachada ventilada de telha metálica e aplicação de Stain
					1° Pav.	CLT	paredes autoportantes	

Fonte: da autora (2017)

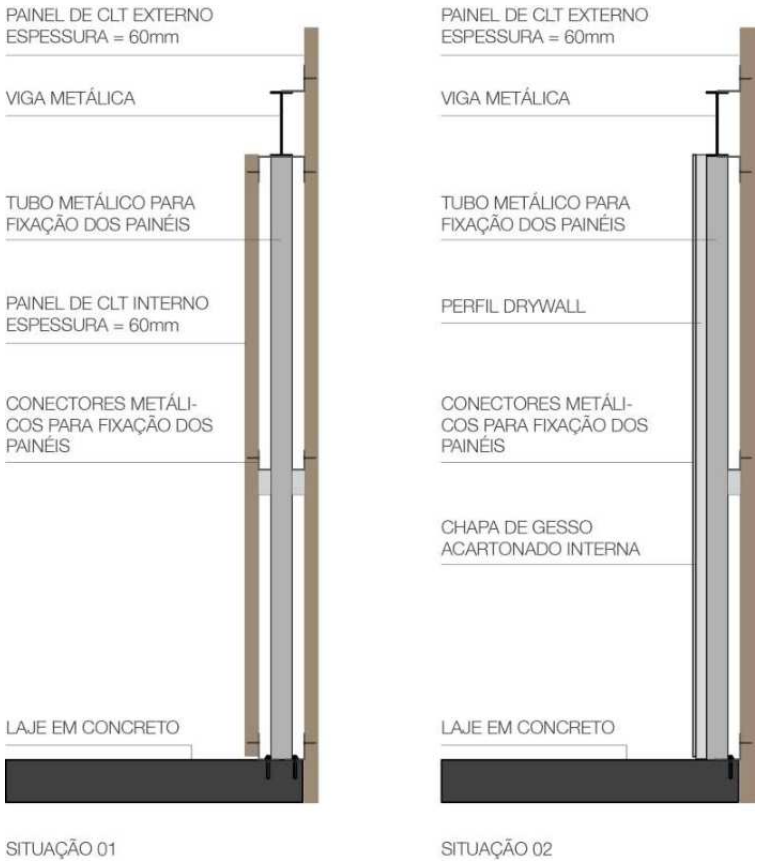
3.2 Estudo de caso

Especificamente no que diz respeito à proteção dos painéis contra a ação das intempéries, optou-se por analisar a Obra 02 como estudo de caso. Nesta edificação, os painéis, que não possuíam função estrutural, foram empregados externamente apenas com a aplicação de *stain* em sua superfície, sem que fosse adotada uma fachada ventilada. Este acabamento foi aplicado nos painéis em fábrica. Ainda assim, após a finalização da montagem, aplicou-se uma nova camada do produto para proporcionar o acabamento final.

O *stain* consiste em um acabamento superficial que penetra na face da madeira e não forma película (LEPAGE, 1986). É constituído por pigmento sólido, resina hidro-repelente e fungicida, auxiliando a prevenir o desenvolvimento de microrganismos xilófagos.

A estrutura da residência era composta por vigas e pilares metálicos, laje de piso em concreto e laje de cobertura em madeira. Os painéis de CLT, que consistiram nas vedações externas, foram fixados nas vigas metálicas conforme os detalhes apresentados a seguir (Figura 10).

Figura 10 – Esquema dos painéis externos da Obra 02 (sem escala)



Fonte: da autora (2018)

Na primeira situação apresentada, a vedação era composta por dois painéis com espessura de 60mm, sendo um externo e outro interno, afastados entre si em 200mm. Na segunda situação, que exemplifica a fachada dos dormitórios,

os painéis com 60mm de espessura foram empregados apenas na face exterior da edificação, sendo fixada uma chapa de gesso acartonado no interior da residência, afastada do painel.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dentre as nove obras levantadas, observa-se que seis delas consistem em sobrados. Desses, apenas um opta pela execução do pavimento térreo com painéis de CLT. O restante adota sistemas construtivos tradicionais no pavimento térreo e painéis de CLT no pavimento superior.

Duas hipóteses são consideradas como justificativa: (1) o conhecimento prévio dos arquitetos quanto à suscetibilidade da madeira em relação à umidade leva à adoção dos painéis apenas no segundo pavimento como forma de prevenir o contato com a umidade ascendente da fundação e do solo. (2) a necessidade ou opção de adotar um sistema construtivo mais leve no pavimento superior, diminuindo assim, as cargas atuantes sobre a estrutura do térreo. Ou ainda, o desconhecimento da capacidade estrutural dos painéis induzindo ao posicionamento destes em locais onde não devem suportar cargas elevadas, como aquelas transmitidas por um pavimento superior e, consequentemente, especifica-se componentes construtivos com capacidade estrutural conhecida no térreo de edificações com dois pavimentos.

No que diz respeito à primeira hipótese, naturalmente, como já mencionado, devem ser adotadas técnicas construtivas eficazes no projeto arquitetônico, de modo a criar barreiras de proteção dos componentes em CLT contra umidade. No caso de painéis apoiados em fundações em concreto, é possível criar uma barreira de proteção contra a umidade por meio da instalação de fitas de borracha entre os painéis e a fundação.

Assim, o posicionamento dos painéis apenas no pavimento superior da edificação não é a única opção que pode ser adotada para se atingir o objetivo em questão, mas o mesmo cuidado mencionado deve ser adotado.

No que diz respeito às fachadas das residências, na grande maioria dos casos é executada uma fachada ventilada, com aplicação de chapas cimentícias, telhas metálicas e ripas de madeira como revestimento externo. Apenas a Obra 02, na qual os painéis de CLT não possuem função estrutural, não se aplica fachada para proteção dos painéis.

Contudo, analisando o detalhe construtivo da fixação dos painéis de CLT nessa obra específica, é possível constatar que os painéis em si foram utilizados como uma fachada, pois estão afastados da vedação interna, seja ela outro painel de CLT ou gesso acartonado.

Além disso, a utilização dos painéis apenas como vedação, sem função estrutural, facilita possíveis substituições que venham a se mostrar necessárias no futuro.

5 CONCLUSÕES

O presente artigo buscou contextualizar a construção em CLT no Brasil, levantando as edificações residenciais no país que empreguem o componente construtivo em questão.

Por meio da análise realizada observa-se a preocupação em proteger os painéis de problemas de degradação precoce, originados principalmente pelo processo de biodeterioração. Nesse sentido adotar detalhes construtivos eficazes, que permitam, dentre outras finalidades, criar barreiras de proteção da madeira contra a umidade, são fundamentais para garantir o bom desempenho do componente construtivo. Nas obras analisadas a preocupação em assegurar a durabilidade dos painéis foi constata tanto na adoção de fachadas ventiladas, quanto no posicionamento destes afastados do contato com o solo ou outras fontes de umidade.

Como qualquer sistema construtivo industrializado para se usufruir da totalidade das suas características positivas é essencial que desde a concepção do projeto arquitetônico sejam consideradas as particularidades do componente CLT. Isto porque as decisões de projeto influenciam diretamente no transporte das peças, na montagem, no leiaute do canteiro e, principalmente no desempenho da edificação a ser construída afetando diretamente os custos e satisfação dos usuários.

Consequentemente, ressalta-se a necessidade de conhecimento prévio das particularidades do componente construtivo estudado por parte dos projetistas e arquitetos, de modo a se considerar ainda no projeto arquitetônico aspectos e decisões que possam garantir a durabilidade e o desempenho satisfatórios da edificação.

Acredita-se que, ao se respeitar a natureza e as características desta tecnologia, o sistema construtivo inovador CLT se apresenta como uma alternativa extremamente promissora no cenário da construção civil brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES/CNPq pela ajuda financeira para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANSI/APA – The Engineered Wood Association. **Standard for Performance Rated Cross-Laminated Timber PGR 320-2017.** ANSI/APA. Tacoma, WA, 2017.

BRANDNER, R. **Production and Technology of Cross Laminated Timber (CLT): A state-of-the-art Report.** 2013.
Disponível em:<http://costfp1004.holz.wzw.tum.de/fileadmin/tu/wz/costfp1004/Theme_I_Product_and_ Testing.pdf>. Acesso em: abril de 2017.

COSTA, A. A. P. **Construção de edifícios com Cross Laminated Timber (CLT).** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2013.

Eurocode 5: timber design essentials for engineers. High Wycombe: TRADA Technology Ltd, 2009.

LELIS, A. T.; et al. **Biodeterioração de madeiras em edificações.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2001.

LEPAGE, E. S. (Coord.); *et al*. **Manual de Preservação de Madeiras.** Volume I. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1986.

SILVA, C.; BRANCO, J. M.; LOURENÇO, P. B. **MLCC na Construção em Altura.** Congresso Construção. Coimbra, 2012.