

## Potencial de implantação do sistema construtivo Cross Laminated Timber – CLT no Brasil

### Potential for implementing the Cross Laminated Timber – CLT construction system in Brazil

DOI:10.34117/bjdv7n6-253

Recebimento dos originais: 07/05/2021

Aceitação para publicação: 13/06/2021

#### **Amanda Ceinoti de Almeida**

Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual de Londrina – UEL;  
Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo no Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo – PPU na Universidade Estadual de Maringá – UEM  
Av. Colombo, 5790 – Jardim Universitário, Maringá – PR  
amanda-ceinoti@hotmail.com/ pg54287@uem.br

#### **Ricardo Dias Silva**

Doutor; Docente no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPU na  
Universidade Estadual de Maringá – UEM  
Av. Colombo, 5790 – Jardim Universitário, Maringá – PR  
rdsilva@uem.br

#### **Jorge Daniel de Melo Moura**

Doutor; Docente no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - PPU na  
Universidade Estadual de Londrina – UEL  
Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, Londrina – PR  
jordan@uel.br

#### **RESUMO**

O sistema construtivo *Cross Laminated Timber* – CLT tem ganhado destaque mundialmente nas últimas décadas. Em países europeus e norte-americanos há diversos registros de edifícios verticais construídos em CLT. No Brasil seu emprego ainda é pouco expressivo, embora o setor florestal tenha produção significativa. A madeira proveniente de florestas plantadas é destinada em maior parte para a produção de papel e celulose. Este trabalho tem por objetivo apresentar o potencial de implantação do sistema construtivo CLT no cenário nacional relacionado com a produção no setor florestal. O método utilizado foi o de revisão bibliográfica, exposto de forma dinâmica com perguntas e respostas. Por fim, constatou-se alguns entraves para a disseminação do CLT enquanto tecnologia construtiva no Brasil.

**Palavras-Chave:** Cross Laminated Timber, Setor florestal, Madeira, Metodologia de projeto.

## ABSTRACT

The construction system Cross Laminated Timber - CLT has gained prominence worldwide in recent decades. In European and North American countries there are several records of vertical buildings constructed in CLT. In Brazil, its use is not very significant, although the forestry sector has significant production. The wood from planted forests is mainly used for the production of pulp and paper. This work aims to present the potential for implementing the CLT construction system in the national scenario related to production in the forestry sector. The method was a literature review, dynamically exposed with questions and answers. Finally, there were some obstacles to the dissemination of CLT as a constructive technology in Brazil.

**keywords:** Cross Laminated Timber, Forestry sector, Wood, Design methodology.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas é palavra de grande destaque nas mais diversas áreas de conhecimento, a sustentabilidade. Sendo esta, a preocupação do homem diante dos efeitos nocivos para o planeta, gerados pelos seus próprios atos, o que pode comprometer sua existência.

A construção civil está entre os setores de maior influência nos impactos ambientais, como na emissão de gases causadores do efeito estufa, correspondendo a um terço do total mundial (UNEP, 2007). As emissões nesse setor estão associadas a extração das matérias-primas, nas etapas de fabricação de materiais e componentes, nas etapas da construção, uso e operação do edifício, no descarte final dos resíduos após a vida útil da edificação e no transporte empregado durante todo o processo (BESSA, 2010).

A produção da matéria-prima, de acordo com Metz et al. (2007 apud BESSA, 2010), depende energia que é incorporada na construção dos edifícios. Por isto, recomenda-se substituir materiais como o concreto e aço, que requerem quantidade significativa de energia na sua produção, por outros que solicitam menor quantidade, como por exemplo, os derivados da madeira.

Nesse contexto, a madeira tem sido opção relevante de matéria-prima de diversos sistemas construtivos, sobretudo quando procede de florestas plantadas, devido suas propriedades de sequestro e fixação do CO<sub>2</sub> da atmosfera. Pode-se citar como produtos que respondem a estas condições: a Madeira Laminada Colada - MLC, o *Laminated Veneer Lumber* – LVL, o *Cross Laminated Timber* – CLT ou Madeira Laminada Colada Cruzada - MLCC, dentre outros.

O sistema construtivo *Cross Laminated Timber* – CLT teve a primeira patente registrada em 1985 na França. Contudo, devido à falta de aceitação do produto, foi apenas na década de 1990 em Zurique, na Suíça sua primeira confecção (DONG et al., 2019; SANBORN et al., 2019). Posteriormente, foi desenvolvido na Áustria com a parceria entre a *Graz University of Technology* e a empresa *KLH Massivholz GmbH* (BRANDNER et al., 2016). O CLT é constituído por lamelas de madeira coladas em camadas perpendiculares entre si e tem no mínimo três camadas e no máximo nove (dependendo da espessura de cada camada, não excedendo 508mm) (FPINNOVATIONS, 2011).

A particularidade deste componente é que os painéis são estruturais e podem ser aplicados com função de parede, piso, forro e cobertura. Além disso, devido a emenda de topo de duas peças na mesma camada, conhecida como *finger joint*, os painéis podem ser produzidos com tamanhos variáveis, atingindo até 18m de comprimento.

Brandner (2013) afirma que o CLT tem potencial para a inovação nas construções em madeira e pode ser empregado em edifícios de vários pavimentos, comerciais e residenciais, assim como é concorrente direto de componentes construtivos com bases minerais, como o concreto armado e a alvenaria. Em contraposição ao *Wood frame*, o CLT é um sistema pesado. Entretanto, mesmo que o surgimento do CLT date da década de 1990, ou seja três décadas passadas, a inserção do sistema construtivo na construção civil foi lenta e apesar do aumento significativo nos anos 2000, essa tecnologia ainda se encontra em difusão (FPINNOVATIONS, 2011; ESPINOZA et al., 2016).

Desde então, há diversos edifícios construídos em CLT incluindo, na Inglaterra, obras como o *Stadthaus* com 9 pavimentos e o *Bridport* com 8 pavimentos; na Itália, o *Via Cenni* com 9 pavimentos; na Alemanha, o *Esmarchstrasse* com 7 pavimentos; na Noruega, o *Svartlamoen* com 6 pavimentos; na Áustria, o *Muhlweg Project* com 3 pavimentos; na Suíça, o *Steinhausen* com 6 pavimentos, e em Vancouver, o *Brock Commons Student Residence* com 15 pavimentos.

No Brasil, o emprego do CLT como tecnologia construtiva é pouco expressivo, sendo que, atualmente, há apenas duas empresas que o produzem, uma localizada em Suzano – SP e outra em Curitiba – PR. A empresa de Suzano, é a responsável pela construção da primeira edificação em CLT no país, implantada em Tiradentes – MG.

Com a disseminação do CLT mundialmente, muitas pesquisas acadêmicas têm sido realizadas sobre as questões de desempenho das estruturas que o utilizam. Logo, o objetivo deste trabalho é apresentar o potencial de sua implantação no cenário nacional

relacionando-o com a produção no setor florestal. Além disso, visa elucidar a possibilidade de difusão desta tecnologia construtiva CLT no Brasil.

## **2 O CROSS LAMINATED TIMBER NO BRASIL**

Neste tópico a abordagem foi proposta de forma dinâmica, por meio da apresentação de questões respondidas com dados de revisões bibliográficas. Procurou-se exibir uma sequência lógica de raciocínio para implantação e difusão do CLT no Brasil.

### **Construções em madeira não são responsáveis pelo desmatamento no Brasil?**

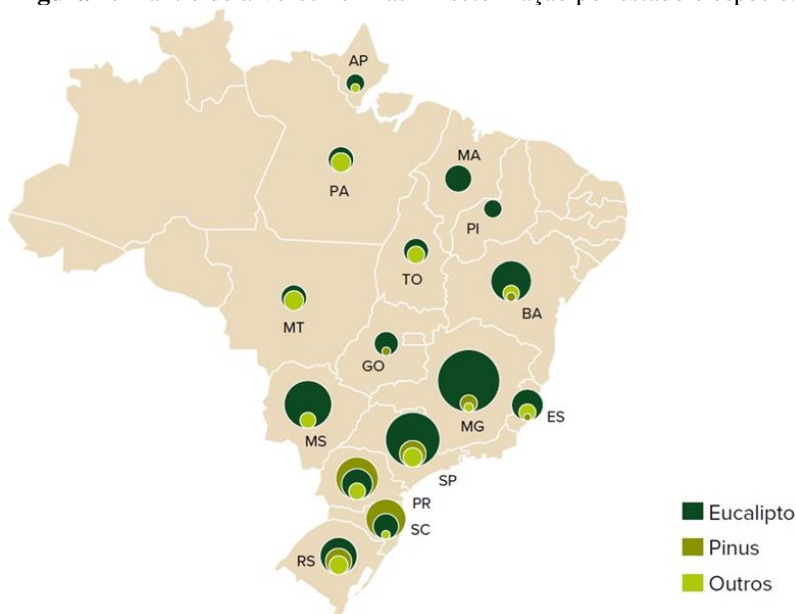
Pode-se presumir que a maior preocupação referente às construções em madeira hoje, é a origem da matéria-prima. Segundo Shigue (2018) “existe uma forte associação entre a exploração da madeira e o desmatamento da floresta Amazônica”, área que posteriormente é convertida em pasto, sendo parte desta madeira extraída da floresta nativa comercializada ilegalmente.

Entretanto, nos últimos anos, houve redução na extração de floresta nativa (dados anteriores a 2017) e aumento da cobertura florestal plantada, ou seja, madeira de reflorestamento (SHIGUE, 2018). Neste quesito, o país é um grande produtor no setor madeireiro. No ranking global, é o maior na produtividade florestal, com valor médio de 36 m<sup>3</sup>/ha ao ano para os plantios de eucalipto e 30,1 m<sup>3</sup>/ha ao ano nos plantios de pinus (IBÁ, 2019).

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2019) o total de árvores plantadas no país em 2018 foram de 7,83 milhões de hectares, sendo, 5,7 milhões de hectares ocupados por plantio de eucalipto e 1,6 milhões de hectares de pinus, espécies de maior cultivo no país.

O plantio de árvores no Brasil é bem disseminado pelos seguintes estados: Amapá, Maranhão, Pará, Piauí, Tocantins, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (figura 1).

**Figura 1:** Plantio de árvores no Brasil – setorização por estado e espécie.



Fonte: IBÁ, 2019.

Os plantios de eucalipto estão situados em grande parte em Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%). Enquanto que os plantios de pinus encontram-se na maior parte no Paraná (42%), Santa Catarina (34%), Rio Grande do Sul (12%) e São Paulo (8%) (IBÁ, 2019).

Logo, o Brasil tem disponibilidade de matéria-prima abundante oriunda de florestas plantadas, parte significativa com certificação de manejo florestal, contribuindo para a redução do desmatamento das florestas nativas. Além disso, o plantio é bem distribuído territorialmente, facilitando o acesso de empreendedores e usuários.

### **Se existe matéria-prima abundante, onde ela está sendo empregada?**

Dos 7,83 milhões de hectares de florestas plantadas, 36% são destinados à produção de celulose e papel, 29% para comercialização de toras de madeira e, apenas 6% são utilizados na construção civil, sobretudo, na confecção de painéis de madeira e pisos laminados (IBÁ, 2019). Estes dados mostram que no Brasil o uso da madeira na construção civil, enquanto principal componente de sistemas construtivos ainda é pouco expressiva.

### **Como o sistema construtivo Cross Laminated Timber – CLT pode contribuir para a mudança no cenário atual do uso da madeira no Brasil?**

Primeiramente, o CLT é um sistema construtivo constituído por lamelas de madeira coladas em camadas perpendiculares, proveniente de madeira de floresta

plantada, conseqüentemente, atua no armazenamento do CO<sub>2</sub> da atmosfera, assim como outros produtos que empregam este material.

Entre os principais benefícios do CLT encontram-se as suas propriedades estruturais, o bom comportamento em situações de incêndios, o desempenho térmico, acústico e ambiental. Os painéis CLT têm o potencial de fornecerem boa resistência ao fogo devido a capacidade da madeira maciça das lamelas externas carbonizarem lentamente, enquanto as lamelas internas são preservadas mantendo o desempenho da estrutura global por longos períodos (MOHAMMAD *et al.*, 2012). Além disso, os painéis são pré-fabricados, a construção é limpa e o tempo de montagem no canteiro de obras é significativamente curto (BRANDNER, 2013).

A disseminação e maior emprego do CLT no Brasil resultaria em mudanças de grande impacto na construção civil, devido ao seu processo de concepção, produção e principalmente na execução no canteiro de obras. Esta afirmação parte do princípio de que a forma convencional de construção atual no país é baseada no concreto e na alvenaria.

Neste método de construção, há “altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade com incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental” (ABDI, 2015, pág. 25), questões que são minimizadas ao extremo na construção com CLT.

### **Dado os benefícios do CLT, por que ainda não foi disseminado no Brasil?**

Vários fatores influenciam esta questão. O primeiro é a falta de normatização específica do produto no país. No Brasil, a NBR 7190 (1997) trata sobre estruturas de madeira e em 2013 passou por uma revisão na qual o CLT foi incorporado como estrutura. Entretanto, não há uma norma específica para o CLT como na América do Norte, onde a norma que regulamenta o CLT é a ANSI/APA PRG 320 (2018), enquanto que, na Europa é a EN 16351 (2015).

Segundo Espinoza *et al.* (2016), as principais barreiras para a adoção do CLT são a incompatibilidade do código de construção e a disponibilidade de informações técnicas. Outro fator é a falta de capacitação de profissionais projetistas e construtores. A produção industrializada do CLT exige que haja projetos resolvidos e revisados por engenheiros e arquitetos, assim como deve ser feito para a aplicação de outras técnicas construtivas. O uso de sistemas construtivos industrializados tem como características: maior

planejamento, estudos de viabilidade técnico-econômica e de logística mais precisos, melhores condições de trabalho e melhor desempenho ambiental (ABDI, 2015).

O terceiro fator é que as construções em madeira são estigmatizadas no país. A questão cultural associada à madeira como material construtivo é proeminente. Segundo Shigue (2018) os principais preconceitos são: a relação com o desmatamento, baixa qualidade e durabilidade e correlação às edificações destinadas à população de baixa renda e casas rústicas de veraneio.

O desmatamento, como citado, é uma falsa associação com a madeira de floresta nativa quando revisados os dados de produção no setor florestal brasileiro de árvores plantadas, que oferece madeira certificada. A associação da madeira à rusticidade, conota a ideia de que o material seja inferior em termos de resistência mecânica comparado a materiais como o concreto e o aço (SHIGUE, 2018).

Além disso, a baixa qualidade e durabilidade da madeira também está vinculada a biodeterioração do material ocasionada por ataque de organismos xilófagos que se alimentam da parede celular da madeira e ações físicas e químicas, como a umidade, o contato com produtos químicos, a exposição ao fogo e a degradação pela ação conjunta da luz, umidade, temperatura, oxigênio, poluição atmosférica e abrasão (OLIVEIRA, 2018).

Esta situação, que leva ao preconceito, resultada da utilização inadequada do material e falta de tecnologia apropriada no manejo. Entretanto, as desvantagens expostas podem ser sanadas por meio de soluções projetuais, evitando a exposição do material a situações desfavoráveis e com auxílio de tecnologias para aumentar a durabilidade e resistência da madeira (SHIGUE, 2018).

A origem da correlação de construções em madeira serem destinadas à população de baixa renda é datada do período de colonização. De acordo com Reis Filho (2006), a chegada dos portugueses no Brasil veio acompanhada pela forma como os colonizadores construía, em grande parte com pedra e alvenaria, sendo a madeira utilizada para estruturar telhados e detalhes em esquadrias, pisos e forros.

Dessa forma, as construções em alvenaria foram estabelecidas como padrão das classes sociais mais elevadas durante o período colonial, além do que, a alvenaria e o concreto eram símbolos de status e ascensão social, originando a discriminação das casas antigas de madeira (SHIGUE, 2018; SANTOS, 2008). Outro ponto, destacado por Weiner (2005), é que no Brasil, embora se tenha utilizado amplamente o sistema enxaimel, entre

os construtores do período colonial, prevaleceu o enxaimel ibérico em que a estrutura de madeira das paredes era revestida, escondendo o material.

A resistência em situações de incêndio também é um fator inquietante ao se tratar de construções em madeira. Entretanto, Silva (2014) afirma que o CLT apresenta uma particular resistência ao fogo, visto que, dada a sua secção transversal maciça, a madeira queima de forma lenta e cria uma camada de “carvão”, auxiliando na proteção e isolamento das altas temperaturas da madeira não queimada abaixo desta camada. Além disso, a autora cita que há estratégias para aumentar a proteção contra o fogo, como por exemplo, a aplicação de tinta intumescente.

Por fim, um impasse de grande peso na consolidação do emprego do CLT no Brasil é o custo. Segundo Shigue (2018), independente dos diversos benefícios que um material ou tecnologia apresente, se o custo for superior aos que são normalmente encontrados no mercado, ele não será empregado em larga escala, como tem sido o caso do CLT.

### **3 MÉTODO**

De acordo com Cervo e Bervian (1983) a revisão bibliográfica tem por finalidade conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas passadas a respeito de um assunto, tema ou problema. Sendo assim, o método empregado apoiou-se na revisão da literatura, com base em dados extraídos de artigos publicados, dissertações e teses, além de informações fornecidas por relatórios de órgãos e instituições do setor florestal.

Com a finalidade de apresentar a revisão bibliográfica de forma dinâmica, no tópico dois foram feitas perguntas como subitens e na sequência, respondidas com os dados obtidos nas pesquisas. As perguntas propostas tiveram uma ordem lógica de raciocínio para chegar ao objetivo do trabalho, que é exibir o potencial de implantação do sistema construtivo CLT no cenário nacional relacionado com a produção do setor florestal.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O CLT é uma tecnologia construtiva derivada de madeira de florestas plantadas. Em diversos países da Europa e América do Norte tem sido empregado com maior frequência a cada ano. No Brasil seu uso ainda é pouco expressivo, porém, com grande potencial de implantação.



Conforme mencionado anteriormente, para a disseminação do CLT no Brasil é necessário o combate de certos entraves:

- Conceito do uso da madeira originar o desmatamento;
- Falta de normatização do produto;
- Capacitação de profissionais da área;
- Associação das construções em madeira serem destinadas à população de baixa renda;
- Baixa qualidade e durabilidade da madeira;
- Resistência ao fogo;
- Custo do produto.

A falta de normatização específica do CLT no Brasil causa incertezas sobre os benefícios, propriedades mecânicas e capacidade estrutural para os projetistas, sendo recomendado rever a NBR 7190 que já contempla o tema. É necessário que o produto seja regulamentado no país, com padrões bem definidos, tanto para projetar edifícios, quanto para as indústrias que deverão fornecer tecnologia com melhor qualidade.

Arelado a esta questão, encontra-se a ausência de conhecimento técnico dos profissionais para projetar estruturas em madeira. Conforme citado anteriormente, no período de colonização a construção em alvenaria se tornou status social e segundo Shigue (2018), isso resultou em reflexos no ensino superior de arquitetos e engenheiros, no qual, foi privilegiado a princípio o sistema em alvenaria e posteriormente o concreto nas grades curriculares, havendo, conseqüentemente, pouco interesse por informações sobre tecnologias em madeira.

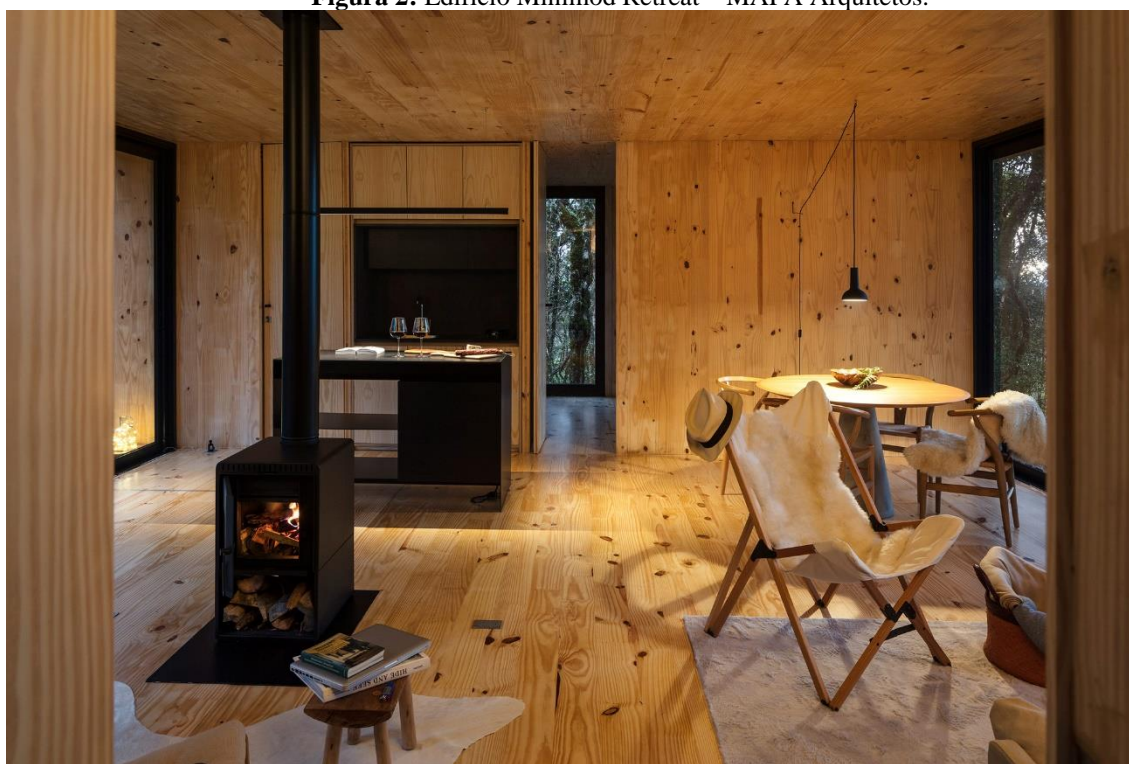
Além disso, pode-se mencionar ainda o grande investimento em marketing da indústria cimentícia, que se organizou de maneira a disseminar seus produtos e métodos. Várias associações, como a Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP e atualmente a Associação Brasileira da Construção Metálica – ABCM, empregaram muitos esforços nesta direção, enquanto que o setor madeireiro, desarticulado e menos organizado, foi ficando para trás e não conseguiu se alinhar com as tendências mundiais de desenvolvimento e inovação.

A inserção de estudos aprofundados sobre estruturas de madeira na grade curricular nos cursos superiores e oferta de cursos técnicos e profissionalizantes auxiliam na superação deste entrave. Outra iniciativa importantíssima é a conscientização da população em relação ao desmatamento, distinguindo a madeira proveniente de floresta nativa e plantada. De acordo com Shigue (2018), a madeira de florestas plantadas não

contribui de maneira direta para o desmatamento, pois são cultivadas em áreas onde não existe mais florestas nativas, e são designadas especificamente para extração após atingir certa idade e porte.

Faz-se necessário ainda, eliminar o estigma das construção em madeira serem destinadas à população de baixa renda e apresentarem baixa qualidade e durabilidade. Em momento de grandes mudanças climáticas acarretadas pela emissão dos gases no efeito estufa, o uso de tecnologias em madeira vem como aliado no sequestro e fixação de CO<sub>2</sub> da atmosfera. Além disso, o CLT é um sistema construtivo com ótimas propriedades estruturais e aparência estética atrativa conforme exibido na figura 2.

**Figura 2:** Edifício Minimod Retreat – MAPA Arquitetos.



**Fonte:** <https://minimod.com.br/retreat-pr>, acesso em 3 fev. 2019.

Outro ponto mencionado é a resistência do CLT em situações de incêndio. Enquanto o aço derrete e se deforma, a madeira embora perca dimensão, mantém interiormente todas as suas propriedades. Há também outra característica, a madeira é composta por 15% de água e quando submetida à altas temperaturas, a água evapora impedindo que a madeira queime efetivamente, retardando assim, a ação das chamas (SILVA, 2014).

E por último, o custo da construção com o emprego do CLT como tecnologia. Em uma estimativa feita por Silva (2014), o custo do CLT é cerca de 5% mais alto que o

sistema tradicional em concreto armado feito em Portugal. No levantamento realizado por Silva *et al* (2016) na empresa austríaca KLH, o custo do CLT é 30% maior que o de uma estrutura de concreto armado.

Entretanto, a forma mais eficiente para reduzir os custos de produtos e torná-los competitivos em relação a outros materiais é por meio da industrialização e produção em larga escala. Para tal, é necessário alto investimento em equipamentos, infraestrutura, pesquisas e qualificação de mão de obra (SHIGUE, 2018).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Cross Laminated Timber – CLT é um sistema construtivo com diversas vantagens, seu emprego, em países europeus e norte-americanos, tem aumentado nos últimos anos, principalmente para edifícios verticais de grande altura.

Esse aumento é justificado tanto pelas qualidades estruturais do sistema quanto pelas questões de sustentabilidade. No Brasil, o uso do CLT é pouco representativo. No entanto, constatou-se que o país tem condições de incorporar esta tecnologia, sobretudo devido a disponibilidade de matéria-prima, visto que o setor florestal brasileiro tem uma produção significativa de madeira proveniente de florestas plantadas com potencial de crescimento.

Entretanto, existem diversos entraves à serem superados para a disseminação efetiva do CLT. O primeiro é a regulamentação do produto, com normas para projeto de estruturas e padrão para produção industrializada. A capacitação do corpo técnico em cursos de graduação e oferta de cursos profissionalizantes é outro gargalo a ser superado.

Além disso, é necessário a desmitificação de que o uso da madeira na construção está associada ao desmatamento de florestas nativas. E ainda, como parte de conscientização da população, que as construções em madeira não são limitadas à classe de baixa renda tendo forte potencial para crescer em todas as faixas de renda.

Com relação aos aspectos de qualidade, durabilidade e desempenho é preciso promover ações que apresentem os benefícios e excelentes propriedades deste material, e que, quando comparado a outros, comumente utilizados na construção civil, o CLT demonstre ser uma alternativa com vantagens, ainda que seu custo seja superior.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Manual da construção industrializada. Conceitos e etapas:** Volume I, estrutura e vedação. Brasília: ABDI, 2015.

APA – THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION. **Standard for Performance:** Rated Cross-Laminated Timber, ANSI/APA PRG 320. Tacoma - Washington, USA, 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190-** Projeto de Estruturas de Madeira. São Paulo. 107 págs. 1997.

BESSA, V. M. T. **Contribuição da metodologia de avaliação das emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida das fachadas de edifícios e escritórios.** [Tese Doutorado] – Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRANDNER, R. Production and Technology of Cross Laminated Timber (CLT): a state-of-the-art report. **Focus solid timber solutions—European conference on cross laminated timber (CLT).** The University of Bath, Vol. I, 2013. Pag 3 – 36.

BRANDNER, R.; FLATSCHER, G.; RINGHOFER, A.; SCHICKHOFER, G.; THIEL, A. **Cross laminated timber (CLT): overview and development.** European Journal of Wood and Wood Products, v. 74, n. 3, p. 331–351, 2016.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

DONG, Y.; CUI, X.; YIN, X.; CHEN, Y.; GUO, H. **Assessment of Energy Saving Potential by Replacing Conventional Materials by Cross Laminated Timber (CLT)—A Case Study of Office Buildings in China.** Applied Sciences, v. 9, n. 5, 2019.

EN 16351. **Timber structures – Cross Laminated Timber:** Requirements. British Standards Institution. European Committee for Standardization, 2015.

ESPINOZA, O.; TRUJILLO, V. R.; MALLO, M. F. L.; BUEHLMANN, U. Cross-laminated timber: status and research needs in Europe. **Bioresources.** Vol. 11 (1), 281-295. 2016.

FPIINNOVATIONS. **CLT Handbook:** Cross Laminated Timber. FPIinnovations. Canadá.2011.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2019.** Brasília: IBÁ, 2019.

MOHAMMAD, M.; GAGNON, M.; BRADFORD K. D.; PODESTO, L. Introduction to cross laminated timber. **Wood Design Focus.** Vol. 22, N. 2. 2012.

OLIVEIRA, Gabriela Lotufo. **Cross laminated timber (CLT) no Brasil:** processo construtivo e desempenho – Recomendações para o processo de projeto arquitetônico.

[Dissertação de mestrado] – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP. São Paulo, 2018.

REIS FILHO, N. G. **Quadro da arquitetura no Brasil**. São Paulo: Perspectiva. 2006.  
SANBORN, K.; GENTRY, T. R.; KOCH, Z.; VALKENBURG, A.; CONLEY, C.; STEWART, L. K. **Ballistic performance of Cross-laminated Timber (CLT)**. International Journal of Impact Engineering, v. 128, p. 11–23, 2019.

SANTOS, R. E. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia**. [Tese doutorado] – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, Carla; CHIRINEA, Maria Letícia B.; BARROS, Mercia M. S. B. **Cross Laminated Timber (CLT): uma tecnologia construtiva viável no Brasil?. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)**. São Paulo, 2016.

SILVA, Tânia Sofia Barbosa. **Explorar a potencialidade de um edifício construído com Madeira Lamelada Colada Cruzada (MLCC): Da organização espacial interior à relação interior-exterior**. [Dissertação mestrado]. – Escola de Arquitetura, Universidade do Minho. Guimarães, Portugal, 2014.

SHIGUE, E. K. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos**. [Dissertação mestrado] – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – São Carlos, 2018.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. **Avaliação de Políticas Públicas para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa em Edificações**. Relatório PNUMA – Iniciativa para Edificações e Construções Sustentáveis. Universidade da Europa Central, Budapeste, 106p. 2007.

WEIMER, G. **Arquitetura Popular Brasileira**. São Paulo: Martins Fontes. 2005.