

POTENCIAL DA MADEIRA LAMINADA COLADA CRUZADA NO BRASIL

Cleide B. BOURSCHEID¹, Daniella D. C. KNISS¹, Rodrigo F. TEREZO²

¹ Mestranda em Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

² Professor Dr. no Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

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 em termos de isolamento térmico e fechamento hermético. Destaca-se entre esses produtos a Madeira Laminada Colada Cruzada, ou CLT – Cross Laminated Timber. Em função do destaque que este novo produto adquiriu na Europa nas últimas décadas, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise de situação do potencial brasileiro na produção de CLT, bem como a difusão do conhecimento sobre o sistema construtivo, e do uso da madeira na construção civil. Análise esta realizada com a revisão de bibliografia que trata do histórico do sistema, processo produtivo, potencialidades e desafios de mercado, e situação no Brasil. Com base neste trabalho pôde se concluir que o uso do CLT em sistemas construtivos apresenta várias vantagens, porém no Brasil poucos estudos foram realizados. O custo elevado da matéria prima e o alto investimento para a instalação da indústria atuam como fatores de insegurança aos investidores. Para tanto é importante salientar que a divulgação do uso da madeira em habitações, bem como do sistema construtivo e de maiores estudos se fazem necessários. O Brasil possui grande potencial para uso da madeira na construção civil, principalmente em função das altas taxas de produtividade madeireira em florestas plantadas se comparada à Europa e América do onde, onde o CLT é amplamente difundido.

Palavras-chave: madeira na construção, painéis maciços de madeira, madeira de floresta plantada.

Abstract: The increasing use of wood in construction coincides with the development of new products that allow a faster, economical and quality construction in terms of thermal insulation and hermetic closure. Highlighted out among these products the Cross Laminated Timber (CLT). Due the increase use of this new product in Europe in recent decades, this paper aims to conduct a situation analysis of the Brazilian potential in the production of CLT, and disseminate of knowledge about the building system, and the use of wood in construction. This analysis were perform based on the literature review, which deals with the system history, production process, potential and market challenges, and the situation in Brazil. Based on this work could be concluded that the use of CLT in building systems has several advantages, but in Brazil few studies have been conducted. The high cost of raw material and the high investment for the industry installation are insecurity factors to investors. Therefore, it is important to point that disclosure of the use of wood in buildings, as well the construction system and more studies are need. Brazil has great potential for use of wood in construction, mainly due to high timber productivity rates in planted forests compared to Europe and North America where CLT is widespread.

Keywords: wood in construction, massive wooden panels, wood planted forest.



1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente preocupação com a sustentabilidade e conservação da natureza nas últimas décadas, o uso de materiais provenientes de fontes renováveis, tal qual a madeira, passaram a ser vistos como uma possibilidade para reduzir os impactos do setor da construção civil no meio ambiente e vem aumentando a sua participação frente aos materiais convencionais (PASSARELI, 2013). A madeira possui várias características ambientais positivas comuns a todos os seus produtos. Estas incluem o armazenamento de carbono, menor emissão de gases do efeito estufa que os materiais não madeireiros durante o processamento fabril e a redução do impacto ambiental (CRESPELL & GAGNON, 2010).

Para Passareli (2013), a crescente utilização da madeira coincide com o desenvolvimento de novos produtos que possibilitam uma construção mais rápida, econômica e com maior qualidade em termos de isolamento térmico e fechamento hermético. Destaca-se entre esses produtos o CLT – Cross Laminated Timber.

O Cross Laminated Timber ou Madeira Laminada Colada Cruzada (CUNHA, et al., 2012), durante algum tempo, foi também conhecida por “Xlam” (CECCOTTI, 2008), terminologia esta que definitivamente cedeu lugar a “CLT”. É um painel produzido a partir da justaposição de camadas transversais de lâminas de madeira maciça por meio de adesivo estrutural, formando grandes painéis (PASSARELI, 2013).

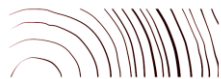
A construção com painéis maciços de madeira laminada colada cruzada é um dos mais recentes e modernos sistemas construtivos em Engenharia e Arquitetura, permitindo a construção em madeira alcançar patamares outrora cingidos ao concreto estrutural ou a construção metálica (BURI, 2010; CECCOTTI, 2008; TEIBINGER, 2008; SMITH, 2008 apud JORGE et al., 2011). Este tipo de elemento possui características mecânicas (resistência e rigidez no seu plano e no plano perpendicular), físicas (condutibilidade térmica e massa volumétrica) e ambientais (material natural) que potenciam a uma utilização alternativa aos tradicionais sistemas construtivos, sem qualquer limitação de desempenho ao nível estrutural, termo-higrométrico ou na avaliação de sustentabilidade.

Os elementos construtivos produzidos a partir de um painel de CLT proporcionam um sistema de construção flexível, adequado a função estrutural e utilizados como parede, piso ou cobertura. São especialmente requisitados para a construção habitacional com múltiplos pavimentos por esta tipologia apresentar em geral, vãos menores. Dentre os pontos positivos da construção com CLT ressalta-se o melhor controle climático do edifício, devido ao bom isolamento térmico dos elementos e a capacidade de absorção ou liberação de umidade no ambiente pela madeira. Adicionalmente, conexões entre elementos podem ser usinadas com precisão, melhorando o fechamento hermético da construção, resultando assim em menor perda de calor e redução dos gastos com energia para controle de temperatura interna. O CLT pode ainda ser usado em conjunto com qualquer outro material, e aceita diversos acabamentos (PASSARELI, 2013; CRESPELL & GAGNON, 2010).

Crespell & Gagnon (2010) ainda afirmam que uma vez o sistema é pré-fabricado, ele se torna mais preciso, e fornece um processo de construção que se caracteriza por: conclusão mais rápida, alto desempenho, maior segurança, menor demanda por trabalhadores qualificados no local, menos perturbação para a comunidade e menor desperdício resultando em menos resíduos.

2. HISTÓRICO

O desenvolvimento inicial da CLT se deu em Lausanne e Zurique, na Suíça, no início da década de 1990. A partir de 1996, na Áustria, empresários aumentaram seus esforços no



desenvolvimento de uma investigação conjunta, o que resultou no desenvolvimento de CLT moderna (CRESPELL & GAGNON, 2010).

Em 1998, na Áustria, apenas 25% de todas as suas construções eram em madeira. Já em 2008, com o aumento da CLT desde os anos 2000, em parte impulsionado pelo movimento de construção verde, mas também devido a uma melhor eficiência, causada pelas mudanças de código de aprovação técnica (por exemplo, Suécia, Holanda), e melhores canais de marketing e distribuição, esse número havia subido para 39% (TEISHINGER et al., 2011). Em toda a Europa, a produção do CLT, de 1996 até 2008, apresentou um crescimento de aproximadamente 860%, o qual, no ano 2000 foi produzido apenas 50 mil metros cúbicos, já em 2010 havia atingido a marca 340 mil metros cúbicos anuais (SCHICKHOFER, 2011).

Os produtores europeus têm seguido uma abordagem própria para fabricação com Aprovação Técnica Europeia (ETA) dos relatórios que permitem o seu funcionamento, no entanto, há esforços em andamento para desenvolver uma Norma Europeia (EN) padrão (CRESPELL & GAGNON, 2010).

3. PROCESSO PRODUTIVO

Por se tratar de um material que faz uso predominante de madeira, o CLT possibilita alto nível de pré-fabricação dos elementos (CRESPELL & GAGNON, 2010). A pré-fabricação da edificação consiste na transferência de certo número de operações do canteiro para uma fábrica ou galpão. Desse modo, submetesse parte ou todo o processo de produção a um ambiente controlado, protegido das intempéries e seguindo critérios de produtividade industriais. Isso resulta em um maior rendimento e controle de qualidade (BRUNA, 1976).

Os painéis de CLT são geralmente constituídos por três, cinco ou sete camadas de lâminas de madeira, coladas perpendicularmente umas as outras com adesivo e prensadas a quente. Estes são produzidos em grandes dimensões, chegando a 3 metros de largura por 16,5 metros de comprimento, porém, as dimensões podem variar de acordo com cada fabricante (PASSARELI, 2013).

O arranjo perpendicular entre as camadas confere grande estabilidade dimensional do painel. Por exemplo, uma peça comum de madeira serrada de *Picea abies* apresentaria variação entre 0,27 e 0,36% no sentido tangencial (transversal) para cada percentual de mudança em seu teor de umidade, porém, no CLT, devido à laminação cruzada, obtém-se uma variação de apenas 0,025 % no sentido transversal do painel para o cada percentual de mudança no teor de umidade da madeira. A camada perpendicular é ainda responsável por resistir aos esforços laterais da construção, tais como ventos e terremotos (PASSARELI, 2013).

As lâminas de madeira possuem espessura entre 19 e 40 mm (PASSARELI, 2013), e devem ser secas em estufa até um teor de umidade de $12\% \pm 2\%$, o que evita variações dimensionais, rachaduras de superfície, e também a incidência e ataque de agentes xilófagos (CRESPELL & GAGNON, 2010). As peças de madeira passam por um processo de análise por scanner e são separadas qualitativamente, de acordo com o nível de resistência mecânica, em função da existência de nós, trincas, inclinação das fibras, etc. (PASSARELI, 2013).

Após este processo, as lâminas seguem por esteiras até a fresa que executa o entalhe múltiplo nas duas extremidades (topo) das peças. Duas ou mais peças são unidas em topo com adesivo e após a cura, são destopadas no comprimento necessário ao painel (PASSARELI, 2013).

Os adesivos usados em compostos estruturais de madeira serrada no Canadá, por exemplo, variam dependendo do fabricante, mas a maioria dos painéis é composta de Fenol-



formaldeído (FF), ou Fenol resorcinol-formaldeído (FRF) (GREEN, 2012). Já as indústrias da Europa, principalmente da Áustria, utilizam como adesivo o poliuretano (PASSARELI, 2013).

A utilização de adesivo poliuretano, em comparação com outros adesivos para junção de peças estruturais de madeira (como adesivos fenólicos), tem como maior vantagem do ponto de vista ambiental a não emissão de formaldeído (IBO, 2009 apud PASSARELI, 2013). Porém, por ser utilizado adesivo poliuretano mono componente (sem necessidade de reagente para iniciar o processo de cura) existe um tempo limite para que todo o processo de produção do painel ocorra, pois, o contato com a umidade do ambiente iniciará a cura do adesivo. Por esse motivo, é necessário um grau elevado de mecanização e automação da produção, visando agilizar o processo produtivo dos painéis antes do início da cura do adesivo (PASSARELI, 2013).

Existem algumas divergências entre alguns fabricantes da Áustria estudados por Passareli (2013) em relação à colagem lateral das lâminas, já que no processo comumente utilizado no mundo essa colagem lateral não é realizada. Determinadas empresas utilizam o adesivo apenas nas faces das lâminas, entre as diferentes camadas, enquanto outras executam também a colagem lateral entre as lâminas de uma mesma camada. A justificativa para a segunda opção seria a possibilidade de se obter um painel totalmente hermético, o que seria uma grande vantagem para obtenção de construções eficientes do ponto de vista energético, especialmente em países de clima mais frio. Entretanto, a desvantagem associada a essa prática consiste no fato de as lâminas das camadas externas estarem impedidas de se movimentar no sentido lateral de forma independente. Como consequência, aparecem fissuras provenientes da retração das lâminas, as quais não causam implicações no desempenho estrutural, apenas prejuízo visual.

Após a colagem de topo as peças de madeira seguem para a prensa. Em alguns sistemas automatizados, como descreve Passareli (2013), a prensa situa-se entre duas esteiras de abastecimento. Em cada esteira as lâminas são dispostas lado a lado, paralelamente entre si, porém perpendicularmente em relação à esteira oposta. Por meio de guindaste com sucção a vácuo um conjunto de lâminas de um dos lados é içado e depositado sobre a mesa de laminação. O adesivo é espalhado na face da camada de lâminas (200 g/m²). Começa então o processo de içamento da camada perpendicular e assim sucessivamente. As madeiras de maior qualidade, classificadas em termos de resistência, serão utilizadas no sentido de maior solicitação estrutural, e a madeira de menor qualidade nas camadas transversais a esse sentido. Quando se utiliza o adesivo poliuretano, o tempo entre a disposição de todas as camadas e a prensagem não pode exceder 25 minutos, em função do processo de cura iniciar devido a reação com a umidade do ar (PASSARELI, 2013). A Figura 1 exemplifica o processo de montagem do painel.

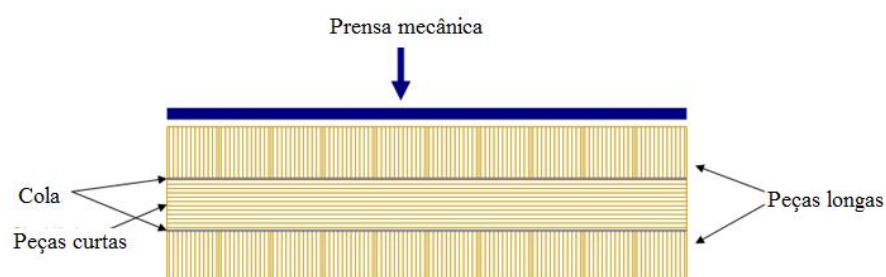


Figura 1: Disposição das lâminas de madeira na produção do CLT. Fonte: ARRIGO, 2014.

A utilização de uma única prensa para longas dimensões não seria viável economicamente, pois consumiria muita energia. Desse modo, em algumas empresas são utilizadas três prensas de 3 x 3 metros, espaçadas dois metros entre si. De acordo com o tamanho do painel a ser produzido pode ser utilizada apenas uma, duas ou as três prensas. São necessários de 3 a 6 minutos de prensagem por painel (PASSARELI, 2013).

Na etapa de acabamento, todos os painéis têm suas superfícies externas lixadas, visando fornecer acabamento final liso e homogêneo. Após, o painel segue para a serra controlada numericamente por computador (CNC) onde é cortado em elementos construtivos menores, ou seja, peças de parede, piso ou cobertura. Nesta etapa também são executados os encaixes de topo ou face entre os elementos e as aberturas de vão para janelas e portas (PASSARELI, 2013), como mostra a Figura 2.



Figura 2: À esquerda, correção de imperfeições de uma das faces visíveis; No centro, painel sendo cortado na serra CNC; E à direita, execução de canaleta para instalações elétricas. Fonte: PASSARELI, 2013.

Posteriormente, os elementos recebem um código numérico estampado em uma das laterais para que sejam facilmente identificados no canteiro. Os elementos finalizados são então carregados em um caminhão com o auxílio de um guindaste. Elementos com pouca ou nenhuma usinagem são dispostos no sentido horizontal, enquanto elementos com bastante usinagem, como paredes que possuam janelas e portas recortadas, são transportados no sentido vertical (PASSARELI, 2013). A Figura 3, a seguir, mostra a utilização da CLT em uma edificação.



Figura 3: Vista interna durante a construção de uma edificação em CLT. Fonte: LENDLEASE, 2014.

4. USOS POTENCIAIS

Do ponto de vista da fabricação do painel, um dos avanços do CLT em relação a outros produtos beneficiados de madeira é a possibilidade de produzir painéis com grandes dimensões, cujas restrições são dadas, principalmente, em função das condições de transporte disponível (PASSARELI, 2013).

Do ponto de vista do desenho do produto, a camada cruzada confere ao elemento construtivo em CLT grande estabilidade dimensional e resistência a esforços laterais.



Todavia, por não atuar na direção de maior sollicitação estrutural, em caso de superdimensionamento, pode-se criar uma situação na qual parte da seção do elemento não esteja utilizada do modo mais eficiente para transmissão das cargas principais da construção (PASSARELI, 2013).

Do ponto de vista da construção, o CLT possibilita um alto grau de pré-fabricação, sobretudo quando utilizado em conjunto com tecnologia de controle numérico computadorizado (CNC). O painel original pode ser dividido em elementos menores e os vãos para janelas e portas podem também ser recortados. Além disso, as conexões entre elementos e aberturas para instalações elétricas podem ser usinadas ainda na fábrica (PASSARELI, 2013).

Do ponto de vista dos resíduos gerados, a prática de um grande painel produzir elementos menores e efetuar as aberturas de portas e janelas resulta em perda de material, variando de acordo com cada projeto. Muito embora as peças recortadas venham a ser utilizadas como biomassa para geração de energia, há um desperdício de recursos na medida em que estas peças passaram por todo o processo de beneficiamento da serraria e laminação na fábrica (PASSARELI, 2013).

Diferentes métodos têm sido adotados para a determinação das propriedades mecânicas básicas da CLT na Europa. A avaliação experimental envolve a determinação das propriedades de flexão por meio de testes em tamanho real dos painéis ou seções. O problema é quando ocorrem mudanças em qualquer um dos parâmetros de fabricação, sendo necessários testes para avaliar as propriedades de flexão de tais produtos (CRESPELL & GAGNON, 2010).

Na Europa, as propriedades mecânicas são fornecidas por cada fabricante numa base exclusiva. O processo de aprovação inclui preparação de uma homologação de Orientação Técnica Europeia (ETAG) que contém características específicas / requisitos do produto, bem como os procedimentos de teste para avaliar o produto antes da apresentação à Organização Europeia de Aprovação Técnica (EOTA) (CRESPELL & GAGNON, 2010).

5. DESAFIOS

Não há novos produtos sem desafios. Para o CLT estes incluem a aceitação pela concepção e construção na comunidade, limitações de normas para a construção com madeira, problemas de abastecimento de madeira serrada, capacidade de produção limitada, e a falta de normas, o que é um atraso enquanto fabricantes e construtores desenvolvem informações sobre segurança, desempenho e economia. Ter a capacidade de trabalhar com CAD e outros programas computacionais é crucial para qualquer fabricante CLT (CRESPELL & GAGNON, 2010).

No entanto, é possível identificar também pontos negativos no CLT. Trata-se de um sistema produtivo com demanda intensiva por capital imobilizado, ou seja, necessita de grande quantidade de investimento em infraestrutura e maquinaria de produção. Além disso, a prática de obter componentes menores e efetuar recortes para vãos de portas e janelas a partir de um grande painel resulta em perda de material de alta qualidade. Não obstante, elementos construtivos em CLT possuem cerca de 1/3 de sua seção disposta perpendicularmente a direção de maior sollicitação estrutural, o que pode criar uma condição de uso pouco eficiente do material no caso de superdimensionamento das camadas transversais. Por fim, do ponto de vista ecológico, o uso de adesivo poliuretano, insumo proveniente de fonte não-renovável, mesmo que em pequena quantidade em relação ao peso total do elemento, quando colocado dentro da escala de produção do CLT pode vir a criar um problema ambiental no que se refere



a sua obtenção do insumo (PASSARELI, 2013). Assim como as colas de base fenólica comumente utilizadas fora da Europa, por serem tóxicas ao meio ambiente e de difícil degradação.

6. SITUAÇÃO NO BRASIL

O Brasil é um país que apresenta boas condições climáticas para exploração de recursos madeireiros, principalmente, espécies de plantios florestais de rápido crescimento que apresentam altas taxas de incremento anual em todo o território nacional (ABRAF, 2011).

Em 2012, a área brasileira de plantios de *Eucalyptus* e *Pinus* atingiu 6,66 milhões de hectares, sendo 76,6% correspondente à área de plantios de Eucaliptos e 23,4% aos plantios de *Pinus*, um crescimento de 2,2% em relação ao indicador de 2011. Os estados com maior concentração de plantios florestais foram Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia e Mato Grosso do Sul. O Estado de São Paulo possui 20,4% de sua área com plantios de *Eucalyptus*, e 9,3 % com plantios de *Pinus* (ABRAF, 2013).

Passareli (2013), estudando a produção de CLT na Europa, principalmente na Áustria, e comparando com o Estado de São Paulo, afirma que os dois locais apresentam características divergentes: na Áustria existe uma boa oferta de madeira serrada de coníferas (predominantemente do gênero *Picea*), para beneficiamento em produtos derivados, como compensados, madeira laminada, e CLT, visando à fabricação de produtos com alto valor agregado. Em São Paulo, a oferta de produtos madeireiros é maior para espécies de folhosas (*Eucalyptus*), principalmente no formato de toras ou polpa para processamento pela indústria de papel e celulose, o que mostra uma distribuição oposta das espécies produzidas em cada local. Isso cria uma oferta limitada de produtos provenientes do segmento de serraria, resultando no aumento de seus preços, o que ocasiona alto custo de produção do CLT em São Paulo.

Em relação ao número de empregos diretos e indiretos a situação é, mais uma vez inversa: o setor madeireiro e agropecuário em São Paulo emprega o dobro de trabalhadores que os mesmos setores na Áustria. Esta diferença se deve ao grau de modernização da produção encontrado em cada país, fruto de investimentos em tecnologia de produção, especialmente no setor de beneficiamento da indústria madeireira austríaca, resultando em uma maior mecanização e automação da produção (PASSARELI, 2013).

Segundo dados do CEI (2014), o déficit habitacional no Brasil em 2012 corresponde a 5,792 milhões de moradias. Dentre as regiões com o maior déficit habitacional absoluto destacam-se o Sudeste e o Nordeste com, respectivamente, 2,356 e 1,791 milhões de moradias em 2012. A falta de moradia é considerada um grande problema de políticas públicas em todo o mundo. Este, afeta, quase que exclusivamente, camadas sociais de pior condição econômica e baixo poder de consumo. Por esse motivo, é importante o desenvolvimento de sistemas construtivos econômicos para produção em massa de habitação (PASSARELI, 2013).

Visando reduzir ou eliminar o déficit habitacional brasileiro através dos programas de construção habitacional, Passareli (2013) afirma que podem e devem utilizar a madeira como uma forma de compensação ou amenização dos impactos ambientais da construção civil. Por esse motivo, é importante o desenvolvimento de sistemas construtivos mais econômicos.

Todavia, o problema não é apenas quantitativo, mas também qualitativo. Ou seja, é fundamental que as moradias produzidas passem por um controle rigoroso de qualidade durante o projeto e construção, visando minimizar a ocorrência de defeitos e patologias que, dependendo da escala de produção, poderiam ser replicados por muitas unidades, como mostra a Figura 4. Além disso, as construções devem apresentar elevada durabilidade, com

baixa demanda de manutenção depois de construídas, pois se deve considerar que as famílias ocupantes destas moradias possuem poucos recursos e não poderiam realizar manutenção preventiva intensa em suas casas (PASSARELI, 2013).



Figura 4: Edificação de moradias populares em CLT. Fonte: SCHICKHOFER, 2011.

Todos esses aspectos constituem um grande desafio para o uso de estruturas em madeira na construção civil brasileira, porém, da mesma forma caracterizam um nicho de mercado muito amplo. O desenvolvimento de sistemas construtivos adaptados para o país tem grande potencial, e deve ser explorado por meio de parcerias técnico científicas de centros de pesquisa e indústria até que o produto tenha qualidade produtiva garantida e se estabeleça no mercado.

7. POTENCIAL NO BRASIL

A utilização de painéis de CLT em sistemas construtivos demonstra várias vantagens, entretanto, em termos de Brasil, poucos estudos foram realizados. Também não há nenhuma empresa fabricando o CLT no país.

O custo elevado da matéria-prima a ser utilizada é o principal problema, visto que a produção de insumos madeireiros principalmente no Estado de São Paulo é predominantemente voltada ao abastecimento do segmento industrial de papel e celulose (PASSARELI, 2013).

A instalação de uma indústria fabricante de CLT requer alto investimento na área tecnologia e de maquinaria, o que causa certa insegurança no mercado investidor. Também devem ser tomados certos cuidados importantes como: o local onde se pretende implantar a unidade fabril de acordo com a disponibilidade de matéria prima; e determinar o mercado consumidor do novo produto, ou seja, mercado externo ou interno. No caso de mercado interno, várias outras questões devem ser levadas em conta antes da instalação da fábrica, pois, a conquista de um novo mercado pode levar certo tempo. Porém, a divulgação das



vantagens deste novo produto deve estar bem clara, para uma melhor aceitação do mesmo, que até então é pouco difundido no Brasil.

É importante salientar que o Brasil é um país com grande potencial para uso da madeira na construção civil, sob o qual se destaca a utilização de espécies de rápido crescimento utilizadas nos plantios florestais, as quais apresentam altas taxas de incremento anual, quando comparadas as espécies utilizadas na Europa e na América do Norte, onde o CLT é amplamente difundido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico ABRAF 2011, ano base 2010. Brasília, 2011.

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico ABRAF 2013, ano base 2012. Brasília, 2013.

BRUNA, P. J. V. Arquitetura, Industrialização e Desenvolvimento. Editora Perspectiva: São Paulo, 1976.

CEI - Centro de Estatística e Informações. Nota Técnica Déficit Habitacional no Brasil Anos 2011 e 2012. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 2014.

CRESPELL, P.; GAGNON, S. Cross Laminated Timber: a Primer. FPIinnovations. 2010.

CUNHA, J.; CARRASCO, E. V. M ; BRANCO, J. M.; LOURENÇO, P. B. Ligações estruturais de madeira laminada colada cruzada (CLT) utilizando parafusos autoperfurantes. In: XXXV JORNADAS SUL AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL. 19 -21 Set, 2012.

GREEN, M.C. Tall Wood: The Case For Tall Wood Buildings. 2012.

JORGE, L.; LOPES, E.; COELHO, F. Estruturas com painéis maciços de madeira lamelada-colada cruzada. In: 1º CONGRESSO IBERO-LATINO AMERICANO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO - CIMAD 11. Coimbra, PORTUGAL, 2011.

PASSARELI, R. N. Cross Laminated Timber: Diretrizes para projeto de painel maciço em madeira no Estado de São Paulo. 2013. 192 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SCHICKHOFER, G. CLT – European Experiences. Palestra proferida no Institute for Timber Engineer And Wood Technology. Vancouver, 2011.

TEISHINGER, A.; STINGL, R.; ZUKAL, L. Holzbauen in Österreich: Statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. Pro Holz, Áustria: Viena, 2011.