

ESTUDO DE CASO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CROSS LAMINATED TIMBER NO BRASIL

CASE STUDY OF CIVIL CONSTRUCTION IN CROSS LAMINATED TIMBER IN BRAZIL

Icimoto, Felipe ^{(1)*}; Belizário, Ana ⁽²⁾; Vairo, Maurizio ⁽³⁾; Reydams, Patrick ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Dr. Ingeniero industrial de madera en Amata. São Paulo, Brasil.

⁽²⁾ Arquitecta en Amata. São Paulo, Brasil.

⁽³⁾ Ingeniero civil en Amata. São Paulo, Brasil.

⁽⁴⁾ Ingeniero forestal en Amata. São Paulo, Brasil.

*⁽¹⁾Contacto: felipe.icimoto@amatabrasil.com.br

CÓDIGO: 4620244

Resumo

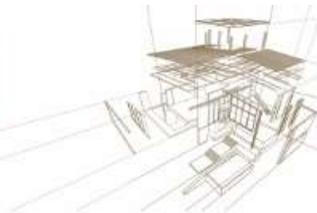
A construção civil brasileira está passando por um momento de transformação, onde o conceito de pré-fabricação está cada vez mais presente em grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro. Neste contexto, as tecnologias engenheiradas de madeira como a Madeira Laminada Colada (MLC) e o Cross Laminated Timber (CLT) vêm ganhando destaque e estão se tornando uma opção para estruturas cada vez mais presentes nas especificações dos arquitetos dessas cidades. Atualmente no Brasil existem 3 empresas produtoras de MLC e uma empresa produtora de CLT. A empresa florestal Amata, com concessão de manejo florestal no estado de Rondônia, que também atua na plantação de eucalipto no Matogrosso do Sul, Paricá no Pará e Pinus no Paraná, busca impulsionar o mercado madeireiro brasileiro construindo algumas obras na cidade de São Paulo. Este trabalho tem como objetivo apresentar o estudo de caso de uma edificação no Brasil fabricado com o CLT importado da Áustria.

Palabras-clave: Construções em madeira, MLC, CLT, Produtos de madeira engenheirada.

Abstract

Brazilian civil construction is undergoing a transformation moment, where the prefabrication concept is increasingly in big cities such as São Paulo and Rio de Janeiro. In this context the technologies in wood engineered products as Glulam and CLT have been gaining prominence and are becoming an option for structures increasingly present in the specifications of the architects of these cities. Currently in Brazil there are 3 companies producing Glulam and a company that produces CLT. The forest company Amata, with a forest management concession in the state of Rondônia, which also works in the Eucalyptus plantation in Matogrosso do Sul, Paricá in Pará and Pinus reforestation in Paraná, is seeking to boost the Brazilian timber construction market by building some works in the city of São Paulo. This paper aims to present the case study of a timber construction in Brazil with CLT imported from Austria.

Keywords: Timber construction, Glulam, CLT, Wood Engineered products.



1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores setores consumidores de madeira serrada no Brasil é a construção civil, que utiliza madeira principalmente em sistemas de coberturas, portas, caixilhos, pisos e janelas. Ainda assim, o uso da madeira como elemento estrutural principal não tem representatividade nas construções brasileiras.

A madeira utilizada como estrutura principal em edificações é tradicional em países como Estados Unidos e Canadá que utilizam o Wood frame e Madeira Laminada Colada (MLC) como principais tecnologias, e nos países do centro e do norte da Europa, que além destas tecnologias utilizam o Cross Laminated Timber (CLT) em larga escala.

O CLT é um material construtivo ainda recente, mas que teve uma grande aceitação no mercado da construção civil e arquitetura, na América do Norte e Europa, por razões ambientais e competitivas que o deixa a frente dos materiais convencionais e até mesmo dos outros tipos de construções em madeira (Pereira, 2013).

O mercado de construção em madeira está crescendo no mundo e neste contexto as tecnologias em CLT e MLC, conhecidas como madeira engenheirada, se complementam proporcionando rapidez na obra e performance compatíveis com os usuais sistemas de concreto e aço. Os maiores edifícios estão localizados na Europa, berço das duas tecnologias. A MLC teve origem na Alemanha com Otto Hetzer no ano de 1906, já o CLT teve seu início na Áustria no ano de 1999. No Brasil existem 3 fábricas de MLC e 1 fábrica de CLT.

A qualidade técnica atual dos sistemas de madeira engenheirada têm permitido o desenvolvimento de projetos de edifícios multi-pavimentos com desempenho estrutural e de performance compatíveis com os usuais sistemas de concreto e aço. Através de métodos de produção industrializados, altos níveis de pré-fabricação e rápida montagem em obra, os sistemas construtivos em madeira começam a despontar desde o início dos anos 2000 em países como Áustria, Alemanha, Inglaterra, Canadá, Austrália e Estados Unidos, com alturas típicas entre 6 e 12 pavimentos, chegando a atingir 20 pavimentos em edifícios emblemáticos (Dangel 2017).

As ineficiências generalizadas da indústria da construção civil têm provocado um movimento de procura por sistemas pré-fabricados, com alto grau de detalhamento em ambiente virtual e preocupação com a cadeia de suprimentos e logística (MACKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2017). Dentro dos sistemas pré-fabricados, a madeira apresenta a vantagem da possibilidade de ser cortada, fresada e furada por CNCs, a partir de modelos virtuais, trazendo para a execução do projeto alto grau de precisão e produtividade (Lotufo 2018).

É importante ressaltar que a evolução dos sistemas estruturais de madeira impõe a necessidade de reavaliação de normas e legislações edilícias, passando de uma visão prescritiva para uma abordagem baseada em critérios de performance (Green 2017). Nesse sentido, o aprofundamento das discussões atuais sobre desempenho das edificações, impulsionada no Brasil a partir da vigência da ABNT NBR 15575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho, são de fundamental importância para o desenvolvimento futuro da tecnologia.

Além da compreensão dos requisitos de desempenho, a durabilidade da madeira depende de projeto, detalhamento, execução e manutenção adequados, além da adoção criteriosa de soluções de preservação e tratamento. A perspectiva da evolução da linguagem arquitetônica tradicional em madeira, para seu novo momento histórico, passa pela reinterpretação desses conceitos à luz das exigências e requisitos construtivos da atualidade (Jones 2017).

A norma brasileira ABNT NBR7190:1997 – Projetos de Estruturas de Madeira afirma que por se tratar de um material orgânico sujeito à biodeterioração, no desenvolvimento do projeto de uma estrutura de madeira é preciso assegurar uma durabilidade mínima compatível com sua finalidade. A norma diz também que na execução das estruturas de madeira, devem ser empregadas espécies



que apresentem boa permeabilidade aos líquidos preservativos e que sejam submetidas a tratamentos preservativos adequados e seguros para a estrutura.

A escolha do tipo de tratamento e do produto preservante a ser utilizado no Brasil deve ser realizada considerando as categorias de uso, estabelecidos pela norma ABNT NBR16143:2013 – Preservação de Madeiras – Sistema de Categoria de Uso. Este sistema é dividido em seis categorias baseadas nas condições ambientais de exposição ou uso da madeira e nos possíveis agentes biodeterioradores xilófagos presentes. As categorias 1 e 2 englobam madeira sem contato com umidade sendo recomendado somente aplicação de inseticida. Nas categorias 3, 4 e 5 existe o contato com umidade, sendo necessário a aplicação de inseticida e fungicida.

Para a melhoria de desempenho da madeira frente aos agentes ambientais são usados diversos produtos geralmente aplicados por pincelamento. Estes são os acabamentos para madeira, que devem prover: proteção ao substrato, aumentar a estabilidade dimensional, com efeito hidrorrepelente, suavizar a superfície por meio da uniformização das fibras e valorizar esteticamente a madeira (Lepage 2017).

Os produtos impermeabilizantes empregados em madeira têm a função de selar (vedar) os poros da madeira para que não seja absorvida umidade e com isso não ocorra patologias devido a proliferação de fungos apodrecedores e manchadores.

O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, em sua Instrução Técnica Nº08/2018 (IT08), exige que toda edificação com área maior que 750m², com elementos de construção em madeira receba um tratamento de retardante de chama independente da resistência da estrutura e das possíveis isenções ou reduções do Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF).

A solução retardante de chamas consiste em inibir as chamas nos materiais, evitando que o fogo se alastre a outros ambientes e materiais combustíveis. O produto preferencialmente deve ser incolor, inodoro, versátil e fácil de ser utilizado.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA), toda madeira importada que entre no país, deve receber um certificado fitossanitário, definido pela “Instrução normativa nº 5, de 28 de fevereiro de 2005”.

2. METODOLOGIA

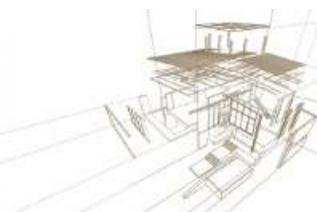
Este trabalho consiste em apresentar o projeto do primeiro edifício do Brasil com mais de 2 pavimentos construído em um sistema de pilares e vigas em MLC e lajes em CLT.

2.1. O projeto

O edifício está localizado na Avenida Faria Lima, região conhecida por ser um dos principais centros financeiro e de negócios da cidade de São Paulo. O imóvel será utilizado como fábrica para produção de chocolates e showroom dos produtos da marca.

A arquitetura concebeu a edificação a partir da sobreposição de volumes em formato de cubos, suprimindo alguns destes elementos à medida que o edifício ganha altura. Isso faz com que a área fabril possua um pé direito triplo, criando uma vista diferenciada para os clientes da loja.

Situado em um terreno de 800 m², o edifício conta com uma área total de aproximadamente 2200 m², distribuída em 5 pavimentos, sendo um subsolo e uma torre de 10 metros de altura acima do nível do térreo, dividida em 3 pavimentos com o piso a piso aproximadamente igual.



O subsolo será utilizado como estacionamento de veículos, vestiários e reservatórios de água. No pavimento térreo, estão localizados os maquinários para produção dos chocolates, os estoques de matéria prima e loja para venda e exposição dos produtos. E estrutura destes dois pavimentos foram projetadas em concreto armado.

O primeiro pavimento dispõe de áreas fabris, região para embalagens além de um hall de exposição da fábrica. No segundo pavimento encontram-se os escritórios, salas de reunião e estoques para armazenamento dos produtos já embalados. O terceiro pavimento será utilizado como área técnica, com equipamentos de exaustão e ar condicionado cobertos por pergolados de madeira.

Na torre acima do térreo, os elementos estruturais são de madeira engenheirada. Os pórticos são compostos por pilares e vigas de MLC, que transferem as cargas verticais para capitéis de concreto armado localizados no pavimento térreo. Já as lajes foram concebidas em CLT, sempre bi-apoiadas nas vigas de MLC. O vão típico da estrutura é de aproximadamente 5,5 m, exceto por uma viga I composta por mesas de MLC e alma de CLT que conta com um vão de 11 m.

A rigidez lateral da torre é garantida pela adoção de dois núcleos de inércia de concreto armado, onde se encontram as escadas e os elevadores.

2.2. Cross Laminated Timber (CLT)

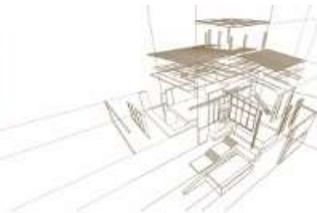
O fornecedor de CLT deste projeto foi a empresa austríaca KLH, que utiliza a madeira de *Picea abies* (nome comum, Espruce europeu) em quase a totalidade da sua produção, além das espécies, *Pseudotsuga menziesii* (nome comum, Douglas fir) e *Pinus sylvestris* (nome comum, Pine) Os painéis padrões (chamado master panel) são fabricados com comprimento máximo de 16,5m, largura de 2,40m à 2,95m e as espessuras variam de 57mm (painéis de 3 camadas) até 320mm (painéis de 8 camadas). Os painéis recebem uma classificação quanto a aparência em: non-visible quality (NVQ), industrial visible quality (IVQ) e domestic visible quality (DVQ).

A empresa vende o CLT sem tratamento no mercado europeu, porém devido ao clima tropical brasileiro, tomou-se a decisão em fabricar os painéis de CLT com o *Pinus sp.* tratado e o *Spruce* não tratado, ambas espécies plantadas na Áustria. Todos painéis (paredes e pisos) foram fabricados com 5 camadas de espessura, sendo 4 camadas de *Pinus sp.* tratado e 1 camada externa de *Spruce* não tratado. A estratégia de utilizar uma camada de *Spruce* sem tratamento surgiu da premissa da arquitetura mitigar o efeito da coloração esverdeada que o tratamento em autoclave adotado impõe.

A madeira de *Pinus sp.* foi tratada em autoclave com o produto enquadrado na classe de uso 4, com retenção de 5kg/m³ de ingrediente ativo, o que permite a condição de uso para o exterior da construção em contato com o solo ou água doce. Este tratamento protege a madeira contra fungos apodrecedores (podridão branca, parda e mole), brocas de madeira e cupins subterrâneos (Brazolin et al 2019).

Para colagem dos painéis foi utilizado adesivo estrutural poliuretano (PUR) livre de formaldeído, aprovado pela norma europeia CEN - EN15425: 2017 Adhesives - One component polyurethane (PUR) for load-bearing timber structures - Classification and performance requirements.

Para os acabamentos superficiais no CLT foram aplicados sequencialmente os produtos: fungicida (1 demão), retardante de chamas (1 demão), verniz isolante (1 demão), verniz piso água acetinado catalisado (2 demãos).



2.3. Madeira Laminada Colada (MLC)

As vigas e pilares de MLC foram produzidos pela empresa brasileira BRAREWOOD, utilizando madeira de *Pinus sp.* tratado com CCA. Para a colagem foi utilizado adesivo estrutural poliuretano (PUR) livre de formaldeído aprovado pela norma europeia CEN - EN15425: 2017.

Os acabamentos superficiais nas vigas e pilares de MLC foram aplicados na seguinte sequência: retardante antichamas (1 demão), verniz isolante (1 demão), hidrorrepelente base água com duplo filtro solar (3 demãos) e argamassa polimérica impermeabilizante (1 demão).

2.4. Importação

Após fabricação dos painéis e acomodação em 4 containers de 40 pés, coube a AMATA Brasil realizar a retirada do produto no pátio da KLH, na cidade de Teufenbach-Katsch na Áustria e enviar, via marítima, para o porto de Itajá em Santa Catarina no Brasil. O tempo necessário entre o envio do orçamento pela KLH, pagamento pela Amata, produção dos painéis e transporte marítimo até o porto do Brasil foi de 19 semanas.

Para assessorar na importação da madeira, com relação os tramites burocráticos da importação, logística de retirada na Áustria e entrega dos painéis de CLT no Brasil, foi contratada uma empresa Trader.

A alfandega brasileira exigiu também certificado fitossanitário dos painéis, e uma inspeção fitossanitária foi realizada ao desembarcar o CLT no Brasil antes do desembarço aduaneiro.

3. RESULTADOS

Devido ao empreendimento ser uma fábrica de chocolates, onde serão manipulados alimentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) exigiu que fossem realizadas impermeabilizações nos pisos e teto de áreas laváveis. Para isso foi adotado o produto verniz piso água acetinado catalisado.

Os caixilhos são de alumínio vermelho, a fachada frontal da edificação recebeu uma pele vidro que deixa a madeira visualmente exposta mas não em contato direto com as intempéries, assim como apresenta a Figura 1:



FIGURA 1: Render da fábrica



Os pisos de toda edificação são compostos de CLT cobertos com manta betuminosa elastoplastomérico acoplado a um feltro resiliente de poliéster. Acima da manta betuminosa, o piso interno recebeu um piso elevado seco e revestimento cerâmico. Já o piso externo recebeu um sistema de impermeabilização de alta performance para grandes coberturas comerciais e industriais. Feito de poliolefina termoplástica flexível e reforçado com uma trama de poliéster. Ele reflete luz solar, contribui na economia de energia e reduz a temperatura interna. Além disso, o produto assegura máxima resistência contra raios ultravioletas, ozônio, exposição química e intempéries. Logo acima foi instalado deck de madeira. As soluções adotadas para os pisos internos e externos se diferenciam como apresentado na Figura 2.

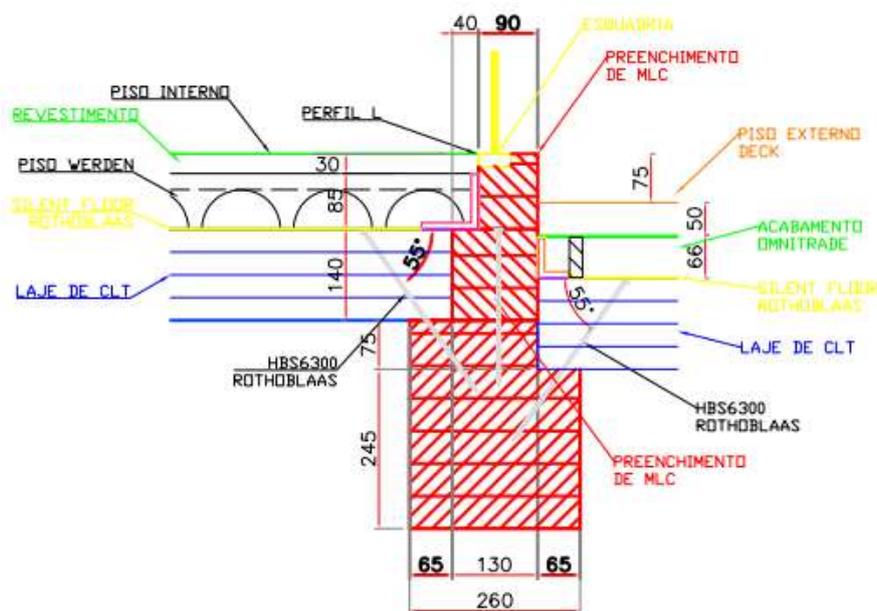


FIGURA 2: Detalhamento das soluções dos pisos interno e externo.

A fachada frontal da edificação (Figura 3) é composta por pele de vidro e as paredes da fachada lateral e dos fundos são compostas de sistema wood frame, como apresentado na Figura 4.

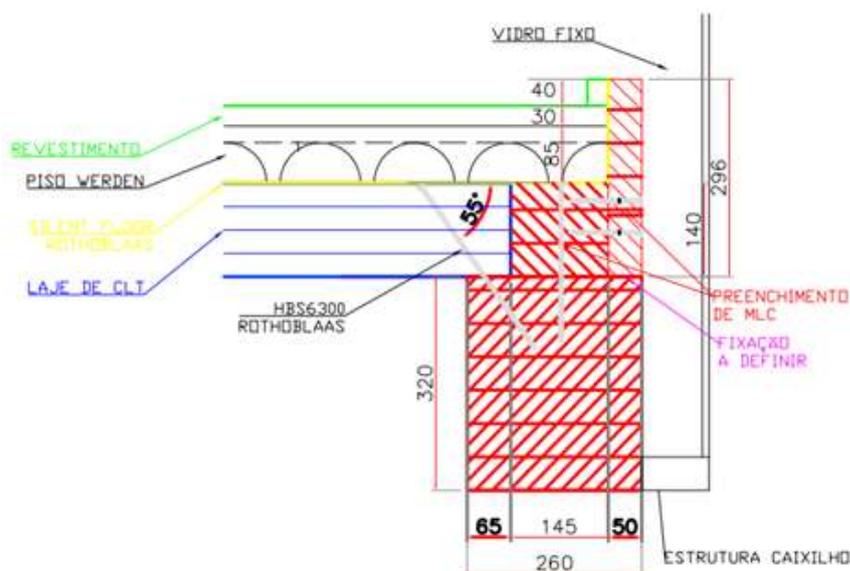


FIGURA 3: Sistema da fachada frontal com pele de vidro.

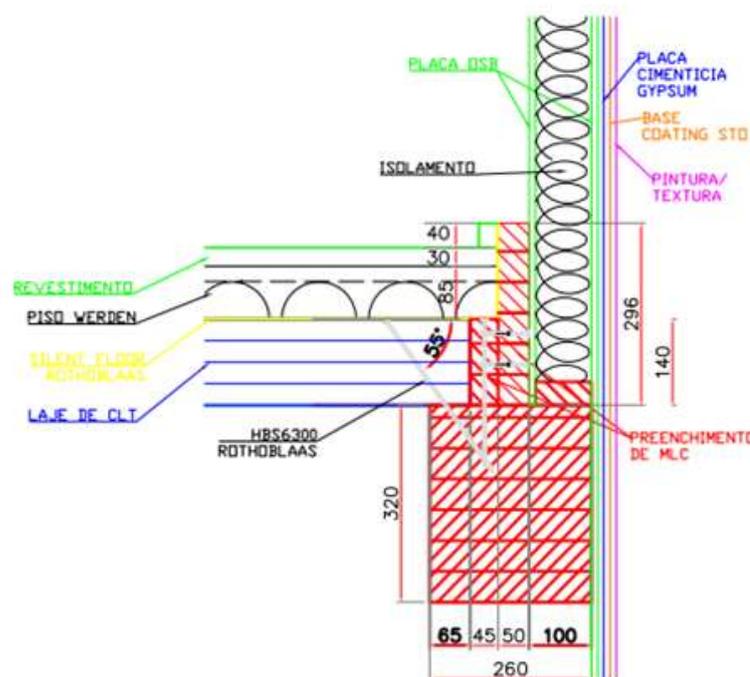
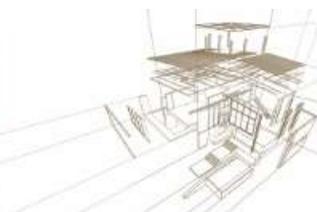


FIGURA 4: Sistema da fachada lateral em wood frame.

4. CONCLUSÕES

Esta experiência em projetar em CLT e adotar soluções para este tipo de construção está sendo muito importante para todos envolvidos: projetistas, arquitetura e construtora. Além proporcionar ao mercado da construção civil uma nova opção além das tradicionais: concreto armado, concreto pré-moldado, alvenaria e pré-fabricado de aço.

O Brasil, sendo um país de dimensões continentais e com clima propício ao cultivo de Pinus, tem grande potencial de fornecimento de produtos industrializados engenheirados de MLC e CLT para toda América do Sul.

Neste contexto a empresa Amata pretende montar uma fábrica de MLC e CLT no Brasil. Para isso a estratégia da empresa é criar a demanda, fomentando o mercado brasileiro com CLT produzido na europa e assim desenvolver um mercado consumidor de madeira engenheirada, para que no futuro o mercado brasileiro consuma os produtos produzidos nesta indústria.

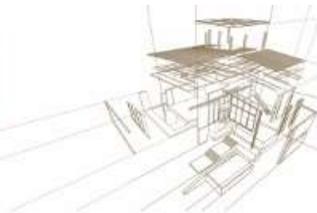
AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa austriaca KLH, e as empresas brasileiras AMATA, BRAREWOOD, BRENV, COMEXPORT, DENGGO e PEDRA FORTE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). ABNT NBR7190: Projetos de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro.

_____. (2013a). ABNT NBR15575: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro.



_____. (2013b). ABNT NBR16143: Preservação de Madeiras – Sistema de Categoria de Uso. Rio de Janeiro.

Brazolin, S., Miranda, M. J. de A. C., D’Almeida, M. L. O. (2019). IMPRALIT KDS: Revisão bibliográfica sobre o desempenho no controle de organismos xilófagos. Parecer Técnico 21089-301. CT-Floresta-Centro de Tecnologia de Recursos Florestais, Brasil.

Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2018). Instrução Técnica 08/18 – Segurança Estrutural nas Edificações (Resistência estrutural contra incêndio). São Paulo.

Dangel, U. (2017). Turning Point in Timber Construction: A New Economy. Birkhäuser Verlag, Basileia, Switzerland.

European Committee for Standardization (2017). CEN - EN15425: Adhesives. One component polyurethane (PUR) for load-bearing timber structures. Classification and performance requirements. Brussels.

Green, M. (2017). Tall Wood Buildings: design, construction and performance. Birkhäuser Verlag, Basileia, Switzerland.

Jones, S. (2017). Mass Timber: Design and Research. Oro Editions, Novato, CA, USA.

Lepage, E., de Salis A. G., Guedes E. C. R. (2017). Tecnologia de proteção da madeira. Montana Química, São Paulo, SP. Brasil.

Lotufo, G. (2017). Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, SP.

Mckinsey Global Institute. Reinventing Construction: a route to higher productivity. 2017. Disponível em <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report.ashx>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (2005), Instrução normativa nº5. Brasília.