



AVANCES EN EL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN EN MADERA EN BRASIL

ADVANCES ON TIMBER CONSTRUCTION USING NEW TECHNOLOGIES IN BRAZIL

STAMATO, Guilherme C. ^{(1)*}, LOPEZ, Gonzalo A. C. ⁽²⁾, SILVA, Gisleine A. da ⁽³⁾

⁽¹⁾ Consultor da ABPM – Associação Brasileira de Preservadores de Madeira; Diretor STAMADE Projeto e Consultoria em Madeira. São Carlos-SP, Brasil

⁽²⁾ Presidente da ABPM; Biólogo e Pesq. do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo, Brasil

⁽³⁾ Coordenadora Técnica da ABPM; Química e Pesquisadora do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo, Brasil

* Contacto: Stamato, Guilherme: stamade@terra.com.br

CÓDIGO: F1-4618109

Resumen

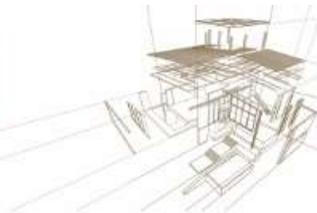
Este trabajo presenta un panorama general de la evolución del uso de nuevas tecnologías en las construcciones de madera en Brasil en los últimos años, en especial en las construcciones en *woodframe*, en Madera Laminada Colada y en CLT. Asociada a esta evolución, las normas brasileñas también están siendo actualizadas y las alteraciones más significativas serán presentadas aquí, como la revisión de las normas de Proyecto de estructuras de madera, de Preservación de maderas e la creación de la norma de construcciones en *woodframe*. Además de las normas, se presentará la Directriz SINAT 005 para construcciones en *woodframe* de edificios de hasta cuatro pavimentos, con ejemplos de ese tipo de construcción, los cuidados principales que deben ser tomados para garantizar la eficiencia y la durabilidad de esas estructuras en vista de nuestras condiciones climáticas las cuales resultan en nuestra diversidad de organismos xilófagos, como hongos y termitas. Entre estos cuidados, podemos citar el programa de autorregulación QUALITRAT, creado por la Asociación Brasileña de los Preservadores de Madeira-ABPM, como una forma de garantizar la correcta utilización de los productos con atención a las normas vigentes en su preparo, principalmente a todos los usuarios de la madera tratada. El resultado de estos avances se nota un aumento significativo de las construcciones en madera en Brasil, pudiéndose citar la construcción de más de 1000 unidades/año, así como construcciones en Madeira Laminada Colada icónica, con premios internacionales e inversión de empresas en nuevas producciones de productos de madera, tales como LVL y CLT.

Palabras-clave: Estructuras de madera, woodframe, preservación, normatización

Abstract

This paper presents an overview about the advances in the use of new technologies on timber construction in Brazil in last years, especially in *woodframe* construction, in Glulam and more recently on CLT. In Association with this advances, the related Brazilian codes are also being updated and the most significant changes are presented in this paper, as the changes on the Timber Structure code, the wood preservation code and the development of a specific *woodframe* code. In addition of this, this paper presents also the SINAT 005, a Guidelines for *woodframe* construction for buildings up to 4 storeys, presenting some examples of this buildings, main care that must be taken to ensure the building efficiency and durability, considering Brazilian climatic conditions and xylophages organism biodiversity. Among this, it is presented the QUALITRAT self-regulation program, created by the Brazilian Association of Wood Preservers, ABPM, as a way to guarantee the correct utilization of preservatives and compliance with the current standards, especially for all users of treated wood. The result of this advances has been a significant increase of timber construction in Brazil, for example the number of *woodframe* reaching 1000 residences/year, as well as the iconic Glulam buildings internationally awarded and companies investment in new productions of engineered products such as LVL and CLT

Keywords: timber structures, woodframe, wood preservation, standardization



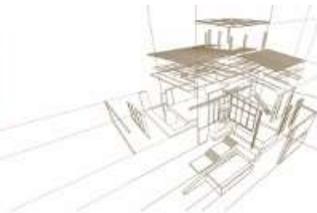
1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o aumento da demanda por construções em madeira tem sido observado em todo o mundo, principalmente focado no uso de novas tecnologias e de novos produtos engenheirados de madeira, com os quais tem sido possível um grande aumento do desempenho energético das edificações, aumento da industrialização das construções, além dos aspectos de sustentabilidade relativos ao uso de um material renovável e que sequestra carbono. No Brasil essa tendência também tem se confirmado, com um sensível aumento das construções com madeira e com o surgimento de novas indústrias com foco em Produtos Engenheirados de Madeira, tais como Madeira Laminada Colada, Madeira Laminada Colada Cruzada (CLT) e Laminados unidirecionais (LVL). Em relação aos sistemas construtivos, a quantidade e a complexidade das construções com madeira também tiveram um grande incremento, bem como a inserção de novas ferramentas de projeto e de produção, tais como softwares de cálculo e de desenho, Centros de Usinagem de peças de madeira e centros de produção automatizados de woodframe. O aumento do uso de novas tecnologias e de produtos engenheirados tem alterado o perfil de utilização de madeira em construção, que historicamente se baseava em madeira nativa e em carpintaria manual, para o uso de madeira de reflorestamento com processos automatizados e maior desempenho e eficiência técnica. Como consequência, as normas brasileiras tem sido revisadas e até novas normas estão sendo criadas, estabelecendo parâmetros e critérios mais claros para as construções em woodframe, em madeira laminada colada, ou utilização de outras técnicas de construção mais modernas.

Estão apresentados a seguir alguns pontos inseridos nas normas brasileiras, bem como a criação de novas normas com foco na eficiência das construções residenciais. São apresentados também alguns exemplos de construções e informações sobre a produção de produtos engenheirados, de construções em MLC, em CLT e em woodframe, indicando a evolução dos últimos anos, ilustrando com algumas obras de referência que indicam esse crescimento.

2. AUMENTO DA DEMANDA POR CONSTRUÇÕES EM MADEIRA

Nos últimos 10 anos o número de casas de *woodframe* construídas partiu de praticamente zero para mais mil unidades por ano. Esse crescimento é um grande termômetro para avaliar o aumento da demanda por construções em madeira com mais tecnologia. O principal foco de mercado para o *woodframe* em unidades construídas atualmente está nas residências de pequeno porte, dentro do programa Minha Casa Minha Vida. A vocação das construções residenciais de padrão mais alto em woodframe também está sendo explorada por novas empresas que estão surgindo nos últimos anos. Além do *woodframe*, a produção de Madeira laminada colada também aumentou significativamente. Há 20 anos havia apenas uma indústria de Madeira Laminada Colada efetivamente produzindo no Brasil, a Esmara, no Rio Grande do Sul. Hoje são 5 empresas atuando efetivamente no mercado de Madeira Laminada Colada. Com produção de aproximadamente 1600m³/ano. Esse aumento da demanda por Madeira Laminada Colada está principalmente fundamentado em projetos de arquitetura de casas de alto padrão, com algumas exceções significativas de construções comerciais ou educacionais. A utilização das estruturas de madeira laminada colada desenhada por arquitetos renomados no Brasil tem causado grande exposição desse material e proporcionado uma maior procura por essas estruturas, partindo de novos projetos arquitetônicos inspirados em outros projetos bem sucedidos, criando uma espiral positiva de crescimento. Recentemente se iniciou a produção de LVL (Laminated Veneer Lumber) e de CLT (Madeira Laminada Colada Cruzada), que além de produzidos no país também tivemos algumas obras construídas com CLT importado da Europa.



3. ATUALIZAÇÕES DAS NORMAS TÉCNICAS

As normas técnicas têm desempenhado papel relevante nas transações comerciais no mercado nacional e internacional. Em linhas gerais, às normas técnicas cabe a atribuição de determinar requisitos técnicos específicos relacionados a produtos, processos, sistemas e serviços.

São também instrumentos que desenvolvem e regulam o mercado, estabelecendo parâmetros que orientam tanto o produtor quanto o consumidor.

No Brasil, o único Foro Nacional de Normalização é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que atualmente tem em andamento comissões de estudo para revisão/elaboração de normas importantes para o setor de construções em madeira.

3.1. Projeto de Estruturas de Madeira - NBR 7190

A norma brasileira ABNT NBR 7190:1997 – “Projeto de estruturas de madeira” foi completamente revisada em 1997 e passou ser fundamentada no Método dos Estados Limites, que é um método Probabilístico, muito mais evoluído que o anterior Método das Tensões Admissíveis, em especial por tratar separadamente os diversos efeitos que afetam a resistência e rigidez da madeira. Por exemplo, os Coeficientes de Modificação, K_{mod} , que tem valores diferenciados em função da duração do carregamento (fluência), do teor de umidade, da qualidade da madeira, etc. Essa norma, publicada em 1997, está em processo final de revisão, fazendo alguns ajustes em itens específicos que foram observados ao longo do uso nesses últimos anos. Entre as alterações está a adoção da resistência e Rigidez à flexão como parâmetro base de qualificação da madeira, já que a versão de 1997 utilizava a compressão paralela às fibras como referência, e não a flexão como as demais normas internacionais.

Outro ponto em alteração refere-se aos à verificação da instabilidade na compressão, com a adoção dos critérios de verificação da instabilidade lateral na compressão conforme Eurocode 5 (EN 1995-1-1:2004)

Também foram inseridos conceitos mais direcionados para o uso de madeira laminada colada, tais como o Coeficiente de modificação K_{mod3} , que leva em consideração o tipo de emenda de topo das lamelas e a curvatura de vigas em relação à espessura das lamelas.

Foi inserido também os Critérios de Dimensionamento de peças compostas considerando o método gama para consideração da composição parcial, que permite o dimensionamento de CLT e composição como Madeira e concreto, da forma como é apresentado também no EUROCODE 5.

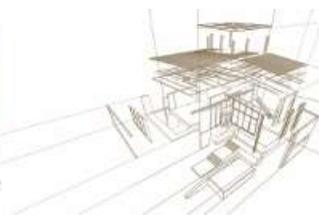
O Dimensionamento das ligações por pinos metálicos também estão sendo alterados para consideração de diversos modos de ruptura diferentes, já que a versão de 1997 considera apenas dois modos de ruptura.

Um capítulo novo foi criado para tratar dos critérios de verificação de Segurança das estruturas de madeira em situação de fogo, seguindo os critérios do Eurocode 5, parte 1-2 (EN 1995-1-2).

Em complementação à norma principal de Projeto de Estruturas de madeira, também estão sendo criadas novas normas complementares referente à classificação de madeira, realização de ensaios para caracterização de resistência de madeira e de ligações.

3.2. A qualidade da madeira preservada e a criação da norma NBR 16.143

A atividade industrial de preservação de madeiras no Brasil tem seu início junto com a instalação de ferrovias; a primeira usina de tratamento sob pressão foi instalada por volta de 1902.



Com o passar dos anos, o aumento da participação dos setores público e privado e o desenvolvimento de pesquisas na área de preservação de madeiras, culminaram, em 1969, com a criação da ABPM - Associação Brasileira de Preservadores de Madeira. Logo após, em 1972, a ABPM estabeleceu com o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo um convênio que permite aos associados realizar análises químicas, ensaios biológicos e físico mecânicos, primando dessa forma, pelas questões da qualidade dos seus processo e produtos.

A ABPM atua como fórum nacional do setor de madeira preservada no Brasil, representando o segmento junto aos órgãos reguladores e Poderes Legislativo e Executivo. Reúne em seu quadro associativo usinas de preservação de madeiras, indústrias químicas, universidades e empresas que utilizam madeira tratada.

Em decorrência da revisão da norma NBR 7190, a comissão da ABNT que tratava desse assunto convidou a ABPM para preparar um capítulo referente à Preservação de Madeira para aquela norma. Tal capítulo tornou-se tão completo e abrangente que a ABNT se propôs a publicar uma norma exclusiva sobre Preservação de Madeiras. Essa norma, NBR 16143:2013 – “Preservação de madeiras - Sistema de categorias de uso” foi desenvolvida seguindo os conceitos de normas semelhantes, em especial a norte americana, que relaciona a necessidade e a especificidade do tratamento em função da condição de uso a que a madeira será exposta, com a dificuldade de substituição da peça e com a responsabilidade estrutural que essa peça assume na estrutura. Essa norma foi publicada em 2013, antes mesmo de ser finalizada a revisão da NBR 7190.

Deve-se destacar que não existem no Brasil informações consistentes sobre a durabilidade de construções com madeira engenheirada, nem de curto ou de longo prazo, principalmente em áreas de alto risco de ataques de organismos xilófagos – fungos ou cupins. Os sistemas construtivos de madeira engenheirada podem ser classificados em diferentes categorias de acordo com essa Norma, e a partir dessa classificação são definidos os métodos e produtos adequados para a devida proteção dos componentes de madeira.

Levando-se em conta que as espécies de madeira mais utilizadas são predominantemente de baixa ou média resistência natural, como o pinus (*wood frame*, MLC e CLT), apenas a utilização dos produtos preservativos em processos de tratamento com vácuo e pressão pode garantir a durabilidade estabelecida em norma para peças estruturais.

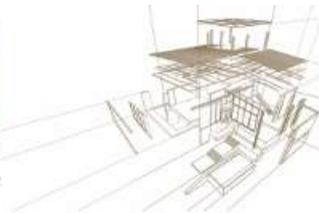
Dados apresentados na 25ª Assembleia Geral Ordinária da ABPM mostraram que dentro das amostras analisadas pelo IPT em 2015, ainda se produz madeira tratada que não atende os requisitos mínimos das normas técnicas vigentes.

Esse é um fator preocupante, principalmente para a construção civil, onde a norma de desempenho NBR 15.575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho, estabelece uma vida útil de no mínimo 50 anos para a estrutura principal da edificação.

Visando preservar os interesses de produtores e consumidores, em 2014 a ABPM criou um programa de auto-regulamentação denominado Qualitrat, que garante qualidade e legalidade ao consumidor de madeira tratada. O selo de qualificação é concedido às usinas que atendam plenamente critérios legais, de qualidade (de acordo com as normas do setor), meio ambiente, saúde e segurança.

Para a obtenção do selo Qualitrat, as usinas devem atender requisitos mandatórios e desejáveis nos quesitos:

- Habilitação e idoneidade jurídica
- Gestão da qualidade dos procesos
- Gestão ambiental
- Regularidade social, trabalhista, gestão de saúde e segurança
- Ética e responsabilidade social



3.3. Desempenho de edificações – construções residenciais

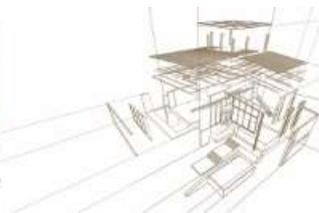
Em 2013 foi publicada e entrou em vigor a Norma ABNT NBR 15.575 – “Edificações Habitacionais – Desempenho” dividida em seis partes, essa norma apresenta critérios claros de desempenho relacionados à segurança das estruturas, à sua durabilidade, ao desempenho térmico, ao desempenho acústico, ao comportamento em situação de incêndio, à estanqueidade de elementos de fachada e de áreas molhadas, etc. Essa norma condensa um grande número de especificações técnicas de outras normas Brasileiras e internacionais, com o objetivo de disciplinar o desempenho das edificações de qualquer sistema construtivo, seja em alvenaria, seja em concreto, seja em estruturas metálicas, estruturas de madeira ou outra.

Essa norma passou a ser a referência para a aprovação de financiamentos imobiliários de bancos públicos no Brasil, em especial quando se tratava de algum sistema construtivo inovador em relação à construção tradicional brasileira, em alvenaria e concreto. Para tanto, o Governo Federal Brasileiro criou o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), como parte do já existente Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), Formado por um comitê técnico que avalia as propostas de sistemas inovadores, que devem ser desenvolvidas e apresentadas pelas Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA). Para atender esse sistema, cada sistema construtivo tido como inovador, perante as práticas de construção tradicionais no Brasil, devem elaborar uma Diretriz SINAT, onde devem constar a descrição do sistema construtivo, os materiais a serem utilizados, suas especificações técnicas e as normas pertinentes para atender aos critérios de desempenho, conforme apresentado na NBR 15.575.

Um grupo de empresas e profissionais liberais interessados em desenvolver o uso de woodframe no Brasil criaram a “Comissão Casa Inteligente”, na Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), e em 2011 conseguiram a publicação da primeira versão da Diretriz SINAT 005 – “Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “*Light Wood Framing*”)", se tornando o primeiro documento governamental com especificações claras para a construções de residências em *woodframe* no Brasil, e viabilizando as construções em *woodframe* nos programas de habitação financiados pelo governo Brasileiro, em especial o Minha Casa Minha Vida. A primeira versão dessa Diretriz atendia construções residenciais térreas. Novas revisões foram feitas e atualmente a Diretriz SINAT 005 se aplica para construções unifamiliares térreas ou sobrados e para construções multifamiliares de até 4 pavimentos.

No ano seguinte a empresa TECVERDE Engenharia teve aprovado seu Documento de Avaliação Técnica (Datec), que certifica que essa empresa atende todos os quesitos da Diretriz SINAT 005. A partir de então a TECVERDE passou a atuar em construções populares em woodframe, o que aumentou significativamente a quantidade de habitações em woodframe construídas no Brasil, como será apresentado no item 4.

Com o crescimento da demanda de *woodframe* e aumento do interesse tanto do setor produtivo quanto de consumidores, em 2017 a Comissão Casa Inteligente criou junto à ABNT a Comissão de estudos para a criação de uma norma ABNT exclusiva para construções em *woodframe* no Brasil. Essa norma tomou como ponto de partida o texto da Diretriz SINAT 005, para construções residenciais ou comerciais, com até dois pavimentos. Em se tratando de uma norma de sistema construtivo, essa deve ser mais abrangente que a Diretriz SINAT, porém deve também respeitar as demais normas brasileiras. Para tanto, esse grupo tem se reunido periodicamente e o texto da norma está prestes a ser submetido à consulta pública.



4. CONSTRUÇÕES RECENTES

A evolução das construções em madeira com novas tecnologias tem sido significativa, mesmo considerando a crise que passa o setor da Construção Civil no Brasil. Não existe uma estatística de órgãos oficiais relativos à construção em madeira no Brasil. Os autores fizeram uma pesquisa diretamente com as empresas que se tem notícia de que estão construindo em *woodframe* no Brasil nos últimos 10 anos, o resultado foi formatado e está apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Número de Unidades Habitacionais em woodframe construída por ano – Fonte: empresas do setor

Essas unidades Habitacionais foram executadas por diversas empresas, destacando-se a TECVERDE Engenharia S.A. tanto em unidades construídas quanto em metros quadrados. A TECVERDE também é responsável pela construção de edifícios multifamiliares, com até quatro pavimentos. A existência de outras empresas de construção em *woodframe* também é relevante, principalmente no mercado de casas de mais alto padrão, onde algumas vezes uma única residência tem metragem quadrada equivalente à 20 casas do programa Minha Casa Minha Vida. A Figura 2 apresenta o total de metros quadrados de *woodframe* construídos no Brasil nos últimos 10 anos.

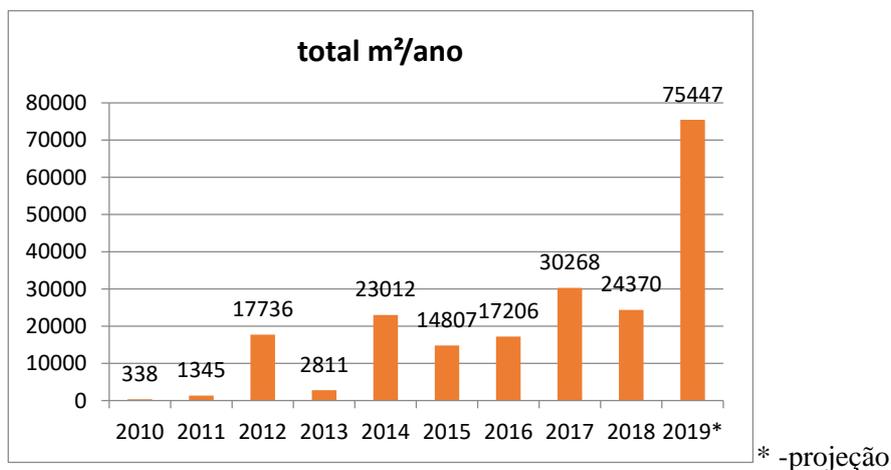
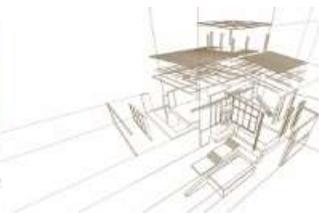


Figura 2 – total de metros quadrados em woodframe construída por ano – Fonte: empresas do setor



A seguir são apresentados alguns exemplos dessas construções



Figura 3 – Casas térreas em Durados – MS, construídos pela TECVERDE. Fonte: do autor



Figura 4 – Residencial Pinhais Park, primeiros edifícios multifamiliares com 4 pavimentos, construídos pela TECVERDE. Fonte: TECVERDE



Figura 5 – Condomínio de casas construído pela TETTI em Itapeva-SP – Fonte: do autor.



Figura 6 – Residência de alto padrão construída em Votorantim-SP, pela Shintech – Instagram @shintech



Figura 7 – sobrado residencial construído em Bituruna-PR pela Immergrun – Fonte Immergrun



Figura 8 – Residência de Alto Padrão construída em Limeira-SP, pela MG Homes – Fonte MGHOMES

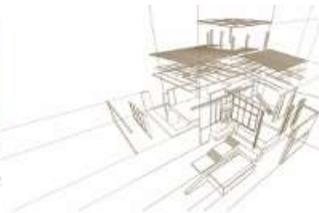


Figura 9 – Casa de alto Padrão na região de Vinhedo-SP, construída pela Tecverde. Fonte: TECVERDE.



Figura 10 – Edifício Comercial de 3 pavimentos construído em Joinville-SC, pela TECVERDE. fonte: TECVERDE

A produção de estruturas em Madeira Laminada Colada no Brasil já tem mais de 60 anos, com empresas atuando no mercado de construções industrializadas de madeira desde os anos 1950, como a Esmara. Nas últimas décadas porém, outras empresas passaram a produzir Madeira Laminada Colada no Brasil, utilizando basicamente Pinus ou Eucalipto na Produção. Mais recentemente começou a ser produzido no Brasil o CLT (Madeira Laminada Colada Cruzada), que também teve algumas importações realizadas nos últimos anos.

O levantamento da produção de Madeira Laminada Colada no Brasil é apresentada a seguir:

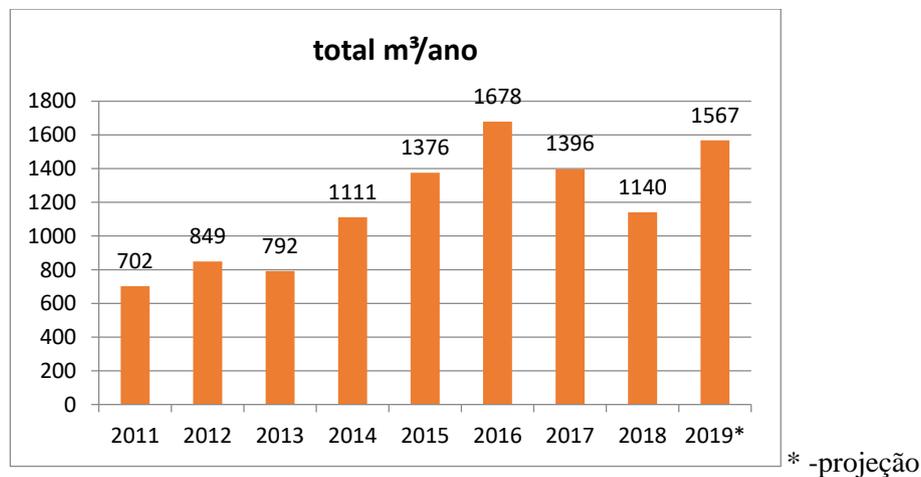


Figura 9 – Produção de Madeira Laminada Colada no Brasil nos últimos 6 anos



Figura 11 – Casa Folha, Construída em Angra dos Reis - RJ – MLC da ESMARA

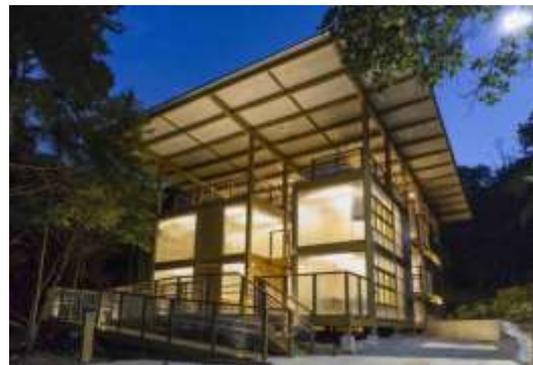


Figura 12 – Edifício da Fundação Florestal em Peruíbe-SP – MLC da REWOOD. Fonte: site REWOOD



Figura 13 – cobertura de quadra em São Paulo – SP – MLC da CROSSLAM. Fonte: site CROSSLAM



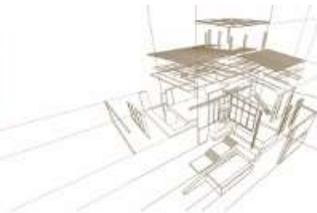
Figura 14 – Casa do Sítio construída em MLC e woodframe em São Marcos-RS pela COMETA. Fonte: site COMETA



Figura 14 – Moradias Estudantis da Fundação Bradesco em Canuanã-TO, construída em Madeira Laminada Colada pela ITA Construtora. Fonte: archdaily

5. CONCLUSÕES

Os dados apresentados pelas indústrias indicam um claro crescimento do número de construções em woodframe no Brasil, bem como um aumento na produção de Madeira Laminada Colada e na introdução de novos produtos engenheirados como o CLT e o LVL. Ressalta-se que o Brasil vem passando por um período de crise na construção civil, o que é sensível nos gráficos de



produtividade, que indicam uma interrupção do crescimento nos anos de 2016 e 2017, que estão sendo retomados pela projeção de produção do ano de 2019.

A produção de madeira no Brasil apresenta recordes de produtividade devido às características de solo e clima, proporcionando grande disponibilidade de madeira, em especial as madeiras de reflorestamento, que atualmente são utilizadas na produção dos produtos engenheirados. Com a demanda crescente de matéria prima para esses produtos, estima-se que a indústria investirá na produção de madeiras apropriadas para as finalidades de produção de woodframe, MLC, CLT e LVL.

Em vista do caráter inovador de sistemas construtivos com madeira engenheirada no Brasil, e do número crescente das novas tecnologias de proteção em desenvolvimento com potencial de uso em madeiras nos sistemas construtivos, é da maior importância para a consolidação deste mercado da construção civil, o desenvolvimento de um maior número de informações acerca dos organismos xilófagos, como espécies e distribuição no Brasil, além de que será também imprescindível considerar a preparação de profissionais especializados para o atendimento de futuras demandas tanto na área de projetos quanto de manutenção desses sistemas construtivos.

Como consequência do aumento de demanda para essas construções, algumas empresas que fornecem produtos complementares, como ligações, impermeabilizações e acabamentos para a madeira tem investido no mercado brasileiro, proporcionando disponibilidades de materiais e de tecnologias que viabilizam a aplicação de novas tecnologias.

6. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira, Rio de Janeiro, 1997, 107p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho, Rio de Janeiro, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16143**: Preservação de madeiras – Sistema de categorias de uso, Rio de Janeiro, 2013b, 19p.

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. **EUROCODE 5 – EN 1995-1-1** – Design of timber structures, Brussels, 1993.

Lelis, A.T. (coord.), Brazolin, S., Fernandes, J.L.G., Lopez, G.A.C., Monteiro, M.B.B. & Zenid, G.. Biodeterioração de madeiras em Edificações. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2001. Publ. IPT N° 2686. 2001. p. 54

MINISTÉRIO DAS CIDADES, (PBQP-H), **SINAT Diretriz n° 005** Diretriz para avaliação técnica de sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “*Light Wood Framing*”). Brasília, 2016.

SILVA, G.A., 11 ago.2016. 16 slides. Material apresentado na 25ª Assembleia Geral Ordinária da Associação Brasileira de Preservadores de Madeira