LEVANTAMENTO DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS EM MADEIRA INDUSTRIALIZADA

LOPES, Shara Carvalho (1); CARMO, Murilo Elias Rosa do (2); SERRA, Sheyla Mara Baptista (3)

(1) Doutoranda em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, sharacarvalho@estudante.ufscar.br;

(2) Doutorando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, murilo.elias@mail.uft.edu.br;

(3) Professora Doutora do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, sheylabs@ufscar.br

Resumo: *Devido à competitividade das empresas, a indústria da construção busca a implantação de novas soluções tecnológicas e procedimentos mais sustentáveis, social, ambiental e economicamente. Assim, as soluções tecnológicas em madeira ganham cada vez mais espaço e atraem um olhar otimista para o futuro. O alto índice de qualidade dos elementos de madeira pré-fabricados gera uma descentralização dos canteiros de obra, concentrando neles apenas a montagem das estruturas, e colaborando para a disseminação da construção off-site. Obtém-se uma redução de perdas, de mão-de-obra, de tempo de execução e, consequentemente, diminuição dos custos totais de obra. Logo, para sistematização das soluções existentes no mercado brasileiro, este trabalho teve por objetivo diagnosticar o atual cenário das construções em madeira no Brasil, a fim de identificar as soluções tecnológicas atuais. A metodologia empregada foi a de análise documental, por meio de pesquisa bibliográfica e, em seguida, foram identificadas as empresas que trabalham com os sistemas construtivos estudados. Pode-se concluir que, a madeira começa a recuperar a notoriedade de outros tempos, apoiada nas crescentes preocupações ambientais, nos avanços tecnológicos e nos estudos de suas características.*

Palavras-chave: *Soluções tecnológicas em madeira, Sistemas construtivos industrializados, Construção off-site, Construção civil.*

Área do Conhecimento: *Engenharia, Engenharia Civil, Tecnologia de processos construtivos e tecnologias de sistemas construtivos*

1 INTRODUÇÃO

A industrialização de um sistema construtivo é classificada como o ápice da racionalização na construção, pois proporciona uma produção em caráter industrial, visando a montagem no canteiro de obras, independente do material em questão (1). No contexto das soluções tecnológicas para sistemas construtivos industrializados de madeira estão inseridos *log homes*, *wood frame* e as madeiras engenheiradas, que superam os inconvenientes que as madeiras maciças oferecem, como a anisotropia, a fraca durabilidade biológica, a baixa estabilidade global e a baixa resistência ao fogo (2). Esses sistemas construtivos em madeira têm sido amplamente utilizados como material de construção estrutural, seja como substituto ou em conjunto com o concreto e o aço (3).

É relevante como nas últimas décadas a preocupação com o uso do solo, a consciência ambiental, a diminuição do uso de recursos florestais e o crescente interesse social em uma construção de baixo consumo de energia alteraram a perspectiva da indústria da madeira em todo o mundo, gerando uma grande oportunidade para seu uso como material de construção (2, 4). O Brasil vem incorporando gradativamente o processo de produção industrializado de um edifício em madeira, que vai muito além da concepção do projeto, envolvendo elementos variáveis da cadeia de produção: econômicos, logísticos, organizacionais e culturais (1).

Então, esse trabalho se propõe em identificar as principais soluções tecnológicas em madeira industrializada disponíveis no mercado brasileiro, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, garantindo um estudo técnico sobre um assunto ainda pouco difundido no âmbito do mercado nacional. Possui também o intuito de gerar

insights aos estudantes, pesquisadores e profissionais da área de construção civil na escolha de qual sistema construtivo e solução tecnológica industrializada em madeira utilizar em sua obra. Adicionalmente, são identificadas e elencadas as principais empresas que atuam tanto na fabricação dos materiais, quanto na concepção e execução das edificações.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Desenvolveu-se uma pesquisa documental do tipo descritiva e qualitativa que pode ser utilizada em complemento à pesquisa bibliográfica. A pesquisa documental visa identificar dados que ainda não foram tratados científica ou analiticamente (5). Os documentos a serem analisados podem ser delimitados de acordo com um período temporal, e podem ser utilizados para contextualizar um determinado momento da história.

Então, este trabalho reúne um levantamento das soluções tecnológicas industrializadas em madeira utilizadas atualmente no Brasil e procura identificar as empresas nacionais que fabricam, projetam e executam obras deste segmento. O período de coleta se restringiu a março e abril de 2021. Utilizou-se pesquisas bibliográficas e documentais com base em manuais, artigos científicos e informações fornecidas nos websites das empresas listadas, utilizando as ferramentas de busca Google e Google Scholar.

3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS EM MADEIRA NO BRASIL

A partir do cenário delineado, analisou-se as tecnologias industrializadas em madeira empregadas no Brasil, definidas em: sistema *wood frame*, *log home* e madeiras engenheiradas.

3.1 *Wood frame*

O *wood frame* é constituído de um sistema de vedação autoportante e leve, onde as paredes são compostas por quadro de elementos de madeira (Figura 1), denominados como montantes, soleiras, vergas e contravergas (6). Edifícios construídos com o sistema *wood frame* têm ganhado cada vez mais espaço no setor da construção, devido ao seu rápido e fácil processo de fabricação e montagem fora do local da obra (Figura 2) (7).

3.2 *Log home*

O sistema *log home* (Figura 3) utiliza de madeiras roliças ou modeladas, que montadas sobrepostas umas às outras, formam uma estrutura autoportante por meio de encaixes (6). Esse sistema dispensa o uso de pilares e vigas, e geralmente empregam a madeira em sua forma mais bruta, realizando apenas um tratamento na madeira para prevenir deterioração biológica.

Figura 1 – Estrutura residencial em *wood frame*



Fonte: TWBRAZIL (8)

Figura 2 – Montagem em galpão de edificações em *wood frame*



Fonte: TECVERDE ENGENHARIA (9)

Figura 3 – Casa de campo em *log home*



Fonte: CASABELLA (10)

3.3 Madeira laminada cruzada (CLT)

A madeira laminada cruzada, em inglês, *cross-laminated timber* (CLT), é definida como uma madeira engenheirada sólida (11), são compostos de três a sete camadas ortogonais de madeira serrada individuais de laminação de madeira (Figura 4). A composição em camadas orientadas transversalmente permite a utilização em lajes e paredes (Figuras 5 e 6) (12).

Figura 4 – Elemento de CLT



Fonte: CROSSLAM (13)

Figura 5 – Elementos estruturais em CLT



Fonte: CROSSLAM (13)

Figura 6– Montagem de edificação em CLT



Fonte: CARPINTERIA (14)

3.4 Estrutura pilar-viga

O sistema em estrutura pilar-viga consiste na concepção de edifícios onde os elementos estruturais são independentes das paredes de vedação, e a transferência de esforços se dá das vigas para os pilares (15). Os elementos estruturais em madeira engenheirada que são encontrados no Brasil: MLC, NLT, LSL e LVL. Como painel de fechamento, o OSB é a tecnologia mais utilizada.

3.4.1 Madeira laminada colada (MLC)

A madeira laminada colada (MLC) representa um material mais forte que o aço e, com maior resistência e rigidez que a madeira convencional com dimensões comparáveis (15). Pilares e vigas de MLC são produtos estruturais de madeira engenheirada (Figura 7) (16), e os grãos das laminações de madeira são colados em paralelo ao comprimento da peça final, permitindo seu uso como uma simples viga em uma estrutura residencial, ou ainda para arcos para telhados abobadados com mais de 150 metros de comprimento (Figura 8) (15).

Figura 7 – Elementos estruturais em MLC



Fonte: REWOOD (17)

Figura 8 – Arcos para telhado em MLC



Fonte: REWOOD (17)

3.4.2 Madeira laminada pregada (NLT)

A madeira laminada pregada (*nail laminated timber*), é produzida a partir de diversas peças de madeira serrada, que são fixadas mecanicamente com pregos ou parafusos (Figura 9) (18). A NLT é um excelente substituto da laje de concreto e de deck em estrutura metálica (Figura 10), criando uma estética inovadora (19).

Figura 9 – Elemento estrutural em NLT



Fonte: THINK WOOD (18)

Figura 10 – Edificação em NLT



Fonte: REWOOD (17)

3.4.3 Madeira laminada serrada (LSL)

A madeira laminada serrada (*laminated strand lumber*) é fabricada com flocos de madeira com espessura entre 0,6 a 1,3 mm e comprimento de até 300 mm (Figura 11) (20). Combinados com o adesivo, os flocos são orientados paralelamente (15).

3.4.4 Madeira microlaminada (LVL)

A madeira microlaminada (*laminated veneer lumber*) compõe elementos estruturais a partir de lâminas de madeira de espessura entre 2,5 a 3,2 mm, que são criteriosamente selecionadas e sobrepostas (Figura 12), de modo que as fibras da madeira sejam coladas paralelas ao sentido longitudinal da peça (6), permite fabricar elementos com comprimentos muito maiores que os da madeira serrada convencional (15) e são largamente utilizadas para a confecção de vigas.

3.4.5 Chapa de tiras de madeira orientadas (OSB)

Dentro da indústria de materiais de construção, a OSB (*oriented strand board*), surgiu como um composto à base de madeira ecologicamente correto. Sua fabricação é executada com pequenos pedaços de madeira, com diâmetro de 8 a 10 cm (Figura 13), que são processados, fatiados e raspados mecanicamente, para posterior secagem. Em seguida, o material é misturado, classificado quanto a sua dimensão e prensado a quente, formando uma placa estruturalmente orientada (11).

Figura 11 – Peças estruturais em LSL



Fonte: APA (15)

Figura 12 – Elementos estruturais em LVL



Fonte: APA (15)

Figura 13 – Chapas de OSB



Fonte: APA (15)

4 RELAÇÃO DAS EMPRESAS QUE ATUAM NO MERCADO DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EM MADEIRA INDUSTRIALIZADA NO BRASIL

Considerando as soluções tecnológicas listadas anteriormente, na pesquisa realizada foram identificadas dez empresas que fabricam os sistemas construtivos industrializados em madeira (Quadro 1), e seis empresas que atuam na concepção e execução dos sistemas construtivos (Quadro 2).

Quadro 1 – Fabricantes de soluções tecnológicas em madeira industrializada

Empresa	Tecnologia empregada	Localização	Descrição
AMATA	CLT e MLC	São Paulo - SP	Atua na construção civil de madeira engenheirada.
ArtPINE	MLC	São Carlos - SP	Produz elementos estruturais adotando a tecnologia da MLC.
Catalana Artefatos de Madeira	MLC	Catalão - GO	Dedicada ao corte e serragem de madeira, oferecem em seu portfólio: madeira serrada e tratada, decks e vigas de MLC.
CG Sistemas Construtivos	CLT e MLC	Suzano - SP	Produz componentes modulares e customizáveis, fabricando vigas de escoramento, vigas laminadas coladas, elementos em CLT e edificações temporárias.
Crosslam Brasil	CLT e MLC	Suzano - SP	Empresa que fabrica e comercializa produtos de madeira engenheirada e sistemas construtivos.
Ekomposit do Brasil	LVL	Lages - SC	Dentre seus produtos estão: vigas, pilares, decks, painéis e revestimentos.
LP Brasil	LSL e OSB	São Paulo - SP	Líder em tecnologia OSB.
Madeiras Status	MLC	Igrejinha - RS	Possui equipe técnica para projetos e gerenciamento de obras no sistema *log home*.

Rewood Soluções Estruturais em Madeira	MLC e NLT	Taboão da Serra - SP	Trabalha desde o estudo da viabilidade e projeto do empreendimento, até a fabricação, usinagem, transporte e montagem dos elementos estruturais.
TWBrazil	MLC e OSB	Ponta Grossa - PR	Comercializa elementos construtivos à base de Pinus, eucalipto e teca.

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Quadro 2 – Empresas que atuam na concepção e execução de sistemas construtivos industrializados em madeira

Empresa	Tecnologia empregada	Localização	Descrição
Carpinteria	CLT	São Paulo - SP	Especialista em engenharia estrutural em madeira, possuindo escritório de projetos e laboratórios para perícias e consultorias.
Casabella	*Log home*	São Carlos - SP	A empresa trabalha com projetos únicos e sob medida e utiliza como matéria-prima Pinus e Eucalipto de reflorestamento.
K.Bana	*Wood frame*	Curitiba - PR	Especialista na fabricação de cabanas para campo e hotéis fazenda.
Reallogs	*Log home*	Itamarandiba - MG	Atua no aperfeiçoamento do Eucalipto tratado, permitindo a construção de galpões, pontes, passarelas e telhados.
TECVERDE Engenharia	*Wood frame*	Araucária - PR	É referência em estruturas em madeira no Brasil, sendo detentora da maior planta fabril em *wood frame* no território nacional.
Tiny Houses BR	*Wood frame*	Porangaba - SP	Há mais de 25 anos no mercado, são habilitados em projetos e construção de mini casas sob rodas.
Zenóbio Madeiras	*Wood frame*	Armazém - SC	Produz componentes estruturais em *wood frame* a partir de Pinus de reflorestamento.

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

5 CONCLUSÕES

O presente estudo propôs um levantamento das soluções tecnológicas dos sistemas construtivos industrializados em madeira no Brasil, através do levantamento de algumas empresas atuantes na área. Verificou-se que as tecnologias em madeira engenheirada e demais sistemas construtivos em madeira estão se consolidando no território brasileiro, com diversas empresas bem estabilizadas e com a forte proposta de expandir esse tipo de construção, especialmente pelas vantagens que um sistema *off-site* oferece: racionalização de material e mão-de-obra, agilidade na fase de construção e economia dos custos totais.

Entretanto, a construção industrializada em madeira engenheirada está maciçamente localizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, regiões com o maior índice de industrialização, e pouco difundida nas demais. Então, espera-se que o presente trabalho possa ser o ponto de partida para demais pesquisas específicas sobre o assunto, contribuindo para a divulgação da construção *off-site* em madeira.

6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio à pesquisa e publicação.

7 REFERÊNCIAS

(1) ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da construção industrializada.** 2015. v. 1, p. 1-115.

(2) MORADPOUR, P.; PIRAYESH, H.; GERAMI, M.; JOUYBARI, I. R. Laminated strand lumber (LSL) reinforced by GFRP; mechanical and physical properties. **Construction and Building Materials**, v. 158, p. 236-242, 2018.

(3) KUZMAN, M. K.; KLARIC, S.; BARCIC, A. P.; VLOSKY, R. P.; JANAKIESKA, M. M.; GROSELJ, P. Architect perceptions of engineered wood products: An exploratory study of selected countries in Central and Southeast Europe. **Construction and Building Materials**, v. 179, p. 360-370, 2018.

(4) RESCALVO, F. J.; DURIOT, R.; POT, G.; GALLEGO, A.; DENAUD, L. Enhancement of bending properties of Douglas-fir and poplar laminate veneer lumber (LVL) beams with carbon and basalt fibers reinforcement. **Construction and Building Materials**, v. 263, p. 1-9, 2020.

(5) TUMELERO, N. **Pesquisa documental: conceito, exemplos e passo a passo**, 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-documental/>. Acesso em: 15 abr. 2021.

(6) SHIGUE, E. K. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos.** Orientador: Lucia Zanin Shimbo. 2018. 250 p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

(7) ESTRELLA, X.; MALEK, S.; ALMAZÁN, J. L.; GUINDOS, P.; MARÍA, H. S. Experimental study of the effects of continuous rod hold-down anchorages on the cyclic response of wood frame shear walls. **Engineering Structures**, v. 230, p. 1-15, 2021.

(8) TWBRAZIL. Wood frame. 2019. Disponível em:<https://www.twbrazil.com.br/arquivos/catalogo/wood-frame>. Acesso em: 15 abr. 2021.

(9) TECVERDE ENGENHARIA. **Construções eficientes.** 2016. Disponível em:<https://www.tecverde.com.br/>. Acesso em: 07 abr. 2021

(10) CASABELLA. **Casas de madeira ecologicamente corretas.** 2019. Disponível em:<http://casabella.etc.br/>. Acesso em: 09 abr. 2021.

(11) WANG, Z.; GONG, M.; CHUI, Y. Mechanical properties of laminated strand lumber and hybrid cross laminated timber. **Construction and Building Materials**, v. 101, p. 622-627, 2015.

(12) PERSSON, P.; FLODÉN, O.; DANIELSSON, H.; PEPLOW, A.; ANDERSEN, L. V. Improved low-frequency performance of cross-laminated timber floor panels by informed material selection. **Applied Acoustics**, v. 179, p. 1-14, 2021.

(13) CROSSLAM. **CLT – Cross laminated timber.** 2020. Disponível em: https://www.crosslam.com.br/site/clt/>. Acesso em: 15 abr. 2021.

(14) CARPINTERIA. **Madeira laminada colada (CLT): produção e desnvolvimento.** 2018. Disponível em: <https://carpinteria.com.br/2018/04/08/madeira-laminada-cruzada-clt/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

(15) APA – THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION. **Structural composites lumber (SCL).** 2019. Disponível em: < https://www.apawood.org/structural-composite-lumber>. Acesso em: 15 mar. 2021.

(16) KILINCARSLAN, S.; TURKER, Y. S. Experimental investigation of the rotational behavior of glulam column beam joints reinforced with fiber reinforced polymer composites. **Composite Structures**, v. 262, p. 1-8, 2021.

(17) REWOOD. **Cases.** 2020. Disponível em: <https://rewood.com.br/cases>. Acesso em: 15 abr. 2021.

(18) THINK WOOD. **Hail to the nail!** 2017. Disponível em: <https://www.thinkwood.com/mass-timber/nlt>. Acesso em: 15 mar. 2021.

(19) STRUCTURECRAFT BUILDERS. **Nail laminated timber – NLT.** 2017. Disponível em: <https://structurecraft.com/materials/mass-timber/nail-laminated-timber>. Acesso em: 23 mar. 2021.

(20) FERRAZ, J. M.; MENEZZI, C. H. S. D.; TEIXEIRA, D. E.; OKINO, E. Y. A.; SOUZA, F.; BRAVIM, A. G. Propriedades de painéis de partículas laminadas paralelas utilizados como alternativa à madeira maciça. **Cerne,** v. 15, p. 67-74, 2009.