



## CONSTRUÇÕES EM WOOD FRAME COMO ALTERNATIVA DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

*Fabiano da Silva dos Prazeres<sup>1</sup>, Maria Claudia Mikulis<sup>2</sup>, Flávia Sayuri Arakawa<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Campus Ponta Grossa-PR. Bolsista PIBIC<sup>8</sup>/ICETI- UniCesumar. fabianoprazeres@hotmail.com

<sup>2</sup>Coorientadora, Especialista, Departamento de Ciências Exatas, Tecnológicas e Agrárias, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. maria.mikulis@unicesumar.edu.br

<sup>3</sup>Orientadora, Doutora, Departamento de Ciências Exatas, Tecnológicas e Agrárias, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. flavia.arakawa@unicesumar.edu.br

### RESUMO

Os sistemas construtivos convencionais de alvenaria amplamente utilizados pelo setor da construção civil no Brasil geram uma grande quantidade de resíduos, que muitas vezes são descartados inapropriadamente no meio ambiente. Portanto, faz-se necessário a utilização de tecnologias mais eficientes e sustentáveis neste setor. Dentre estas tecnologias inovadoras, o *Wood frame* tem se destacado por ser uma tecnologia ágil, eficiente e sustentável, mitigando os resíduos gerados no canteiro de obras. O estudo teve como objetivo avaliar o método construtivo *Wood Frame* como uma alternativa viável técnica e econômica para construção de habitações de interesse social (HIS) com a finalidade de analisar os benefícios do sistema em relação a alvenaria convencional de vedação. Foi realizado um levantamento de informações por meio de pesquisas documentais e visitas exploratórias em duas empresas: de beneficiamento de madeira e na de construção industrializada em edificações com o sistema *Wood frame*. O estudo comparou os custos de uma HIS com três sistemas construtivos: *Wood frame*, convencional e concreto armado. O resultado evidencia que o sistema construtivo *Wood frame* possui maior agilidade executiva, demandando o menor período de tempo para conclusão da obra, um valor intermediário por área entre os métodos analisados, utilizando menos materiais e atenuando a geração de resíduos no canteiro de obras.

**PALAVRAS-CHAVES:** Método construtivo em madeira; Sustentabilidade; Inovação tecnológica.

### 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o sistema construtivo amplamente utilizado e difundido é o sistema de alvenaria convencional (PEREIRA, 2018). Este sistema demanda um maior tempo de execução do projeto e gera uma grande quantidade de resíduos, pois suas instalações elétricas e hidráulicas são inseridas após o término das paredes do projeto, sendo necessário que sejam quebradas e posteriormente fechadas com argamassa (QUEIROZ, OLIVEIRA, 2019).

Embora os sistemas convencionais de alvenaria sejam predominantes, o país já mostra indícios de domínio de tecnologias com obras industrializadas, tanto na área industrial quanto na residencial, possibilitando a execução de construções com rapidez e qualidade. A utilização de sistemas construtivos alternativos ao sistema convencional que aliam qualidade técnica, uma menor geração de resíduos e conseqüentemente menor impacto ambiental, vem ganhando cada vez mais espaço no Brasil, dentre estes sistemas destaca-se o sistema construtivo *Wood Frame*.

Este sistema quando adequadamente projetado e executado apresenta inúmeras vantagens que o sobrepõe em relação a métodos construtivos que, tradicionalmente vem sendo aplicados no Brasil. Dentre elas, estão um maior controle de produção e qualidade nas estruturas devido o ambiente industrial (KOKUBUN, 2014), facilidade e agilidade de construção, otimização do uso de materiais que mitiga o seu desperdício e redução de retrabalhos materiais.



A principal matéria-prima utilizada no sistema construtivo *Wood Frame* é a madeira, que possui alta produtividade, capacidade de adaptação e baixa necessidade de suprimentos do solo, sendo cultivados por grandes empresas de reflorestamento como por pequenos proprietários rurais, tornando possível o investimento na construção *Wood Frame* de forma sustentável (OLIVEIRA, 2017). O fator do Estado do Paraná ser um dos maiores produtores de madeira de reflorestamento da espécie *pinus*, corrobora para a utilização desta matéria prima e aprimoramento da tecnologia *Wood Frame* no Estado.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo analisar o método técnico-construtivo do sistema *Wood Frame* e suas potencialidades, como uma alternativa viável técnica e econômica para construção de habitações de interesse social do Programa Casa Verde e Amarela, uma iniciativa do Governo Federal que busca facilitar o acesso da população, sobretudo de baixa renda, à moradia própria, além da melhoria habitacional e a locação social.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

**Pesquisa bibliográfica e pesquisa documental:** Na etapa da pesquisa bibliográfica, selecionou-se produções acadêmicas (artigos, livros, dissertações e teses), normas nacionais e internacionais, manuais construtivos e diretrizes técnicas. A etapa da pesquisa documental, baseou-se em catálogos de produtos de empresas especializadas no sistema construtivo, memoriais técnicos e contatos para a obtenção de informações preliminares com empresas, profissionais e pesquisadores que trabalham com edificações de madeira, especialmente, com o sistema construtivo *Wood Frame*.

**Visitas exploratórias:** 1) Como estudo preliminar, foi realizado uma visita exploratória, com a finalidade de verificar o processo inicial de obtenção da madeira, seu tratamento e principais características inerentes ao processo final de produção dos painéis de madeira industrializados. A visita foi realizada em uma empresa beneficiadora de madeira localizada no município de Ponta Grossa no Estado do Paraná. As informações foram obtidas por meio de observação do pesquisador e, por meio de interrogação ao proprietário da empresa. Além disso, foi realizado o registro fotográfico do processo de tratamento da madeira, um levantamento espacial dos ambientes, do processo de beneficiamento, dos equipamentos, e outros itens, como as características da madeira, composição, processo produtivo e principais etapas.

2) Para conhecimento do processo de construção dos painéis foi realizado uma visita técnica na empresa TecVerde, situada no município de Araucária – PR. A referida empresa foi a primeira no território nacional a utilizar métodos de construção industrializadas em edificações com o sistema *Wood Frame*, e através de observações ao processo industrializado com acompanhado de um profissional da empresa foi coletadas informações sobre o processo.

**Estudo da viabilidade técnica e econômica:** Foi desenvolvido um projeto específico que atendesse a alguns requisitos mínimos conforme o Decreto nº 959/2021 para implantação de empreendimentos habitacionais do Programa Casa Verde e Amarela. Dentre os requisitos mínimos para o projeto de uma HIS a área útil mínima deve ser de 36,00 m<sup>2</sup> se a área de serviço for externa. Realizou-se um levantamento dos custos de execução da obra comparando 3 sistemas construtivos diferentes: alvenaria tradicional, concreto armado e *Wood Frame*.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para fins estruturais, a madeira utilizada no sistema *Wood Frame* necessita de tratamento contra a ação de agentes biológicos que possam causar danos nas estruturas e diminuir a vida útil de edificações. A empresa TW Brazil UPM, localizada no município de Ponta Grossa, no Estado do Paraná atua no beneficiamento e tratamento químico de madeiras das espécies *Eucalipto*, *Pinus* e *Teca*. Neste estudo, o foco é especificamente na espécie *Pinus*, pois esta espécie é destinada para a produção e execução de projetos em *Wood Frame*.

De acordo com as informações obtidas na visita exploratória, o processo de beneficiamento e tratamento da madeira é realizado em seis etapas:

1) Preparação: inicialmente há a classificação da madeira recebida e, posteriormente o empilhamento da madeira para facilitar a armazenagem e o transporte. 2) Secagem: A secagem da madeira, é realizada em uma estufa, sendo necessário para que não surjam defeitos nas madeiras, como trincas, encurvamentos e arqueamento. 3) Autoclavagem: a madeira com a umidade relativa ideal é submetida ao processo de preservação por vácuo-pressão em autoclave. Nesta etapa é aplicado o composto químico CCA-C que possui ação contra insetos e fungos xilófagos na madeira. 4) Ressecagem (*kiln dried*): esta etapa consiste em reduzir de forma eficiente os níveis de umidade nas madeiras, proporcionando uma diminuição nos problemas causados por excesso de umidade. 5) Usinagem: Nesta etapa a madeira, é faceada e dimensionada na espessura ideal para a utilização no sistema *Wood frame*. 6) Destopo e expedição: neste processo, são cortadas as pontas das madeiras ou toras para fins estéticos e principalmente, adaptar a madeira no comprimento correto conforme a especificação do cliente.

O sistema construtivo *Wood Frame* é um sistema construtivo estruturado através de perfis de madeira, os quais são combinados com diferentes materiais de revestimento e acabamento constituindo os *frames*. As paredes do sistema *Wood Frame* que suportam as tensões laterais, são chamadas de paredes estruturais e podem ter distinções conforme a tecnologia utilizada.

A parede externa do sistema construtivo é formada por placas OSB (*Oriented Strand Board*), membranas hidrófugas, placas cimentícias e *BaseCoat*, um preparador de bases para regularização de placas cimentícias, paredes e fachadas. As paredes internas também possuem as placas OSB, sendo revestida com gesso acartonado duplo, o qual recebe argamassa e textura acrílica para acabamento (TecVerde, 2021).

Para a compreensão da fabricação dos painéis em *Wood Frame*, foi realizado uma visita técnica na empresa TecVerde, que possui uma fábrica de painéis e banheiros modulares no município de Araucária-PR.

Para o estudo realizado, foi enumerado uma ordem cronológica de algumas etapas, porém a realidade adotada pela empresa se distingue, tendo em vista que o *Wood Frame* é um método de construção em que o edifício ou parte dele é construído fora do canteiro de obra, também denominado como construção *off-site*. As etapas de elaboração dos *frames* consistem em:

1) Montagem dos montantes: A primeira etapa do processo fabril das paredes estruturais, consiste na montagem dos montantes conforme especificação do projeto. 2) Fixação de Chapas OSB: Após a montagem dos montantes a estrutura há a fixação das chapas as quais possuem uma sequência previamente estabelecida com aberturas de janelas e portas. 3) Usinagem: As aberturas menores para inserção de quadro de energia, tomadas entre outras utilidades é realizada de forma automatizada para garantir a qualidade, maior eficiência e produtividade no processo de fechamento dos painéis. 4) Tombamento: Após o fechamento de um dos lados do painel, é realizado



o processo de tombamento, que consiste no procedimento realizado pelo maquinário em colocar a face que já foi fechada para o lado de baixo da plataforma. 5) Instalação hidráulica e elétrica: Devido a parede estrutural possuir cavidades internas, é possível a realização da instalação hidráulica e elétrica nas paredes, antes do fechamento completo dos painéis. 6) Fechamento: Com a conclusão da instalação hidráulica e elétrica, é realizado o fechamento do painel com a chapa OSB. 7) Inserção de esquadrias: Após o fechamento da parede estrutural é inserido nas aberturas as esquadrias (portas e janelas) e instalação das mantas hidrófugas que servem como barreiras contra o vapor de água, vento e poeira. Após a aplicação da manta hidrófuga nas paredes, as mesmas recebem as placas de gesso acartonado, que foram devidamente cortadas e identificadas para aplicação. 8) Construção entre pisos: O conjunto estrutural de entre pisos para os conjuntos habitacionais com mais de um pavimento é realizado totalmente de forma manual, tendo em vista as especificidades de cada seção do empreendimento. 9) Construção de banheiros: Os banheiros utilizados no sistema construtivo são confeccionados de forma modular, sendo utilizado em sua estrutura chapas especiais resistentes a umidade. Todo o banheiro é construído na fábrica, sendo realizado a impermeabilização, contrapiso, piso cerâmico, revestimento das paredes com cerâmica, instalações hidráulicas e fixação de louça, sendo necessário apenas a sua fixação *in-loco*. 10) Armazenamento e transporte: Após todas as etapas concluídas em fábrica os cômodos do empreendimento são armazenados e transportados para o local do empreendimento para sua montagem.

Após o conhecimento das etapas do processo construtivo, foi realizado levantamento dos custos da execução da obra de uma Habitação de Interesse Social enquadrada no Programa Casa Verde Amarela, sendo elaborado um comparativo de custos entre diferentes sistemas construtivos. Optou-se por este orçamento pelo fato de que a estimativa de custos foi o mais próximo da realidade, podendo ser realizado o reajuste dos preços pelo CUB-SINAP – PR.

O orçamento evidencia que em relação aos custos diretos: os custos com mão-de-obra direta, insumos e equipamentos, o *Wood Frame* demonstra mais oneroso em relação aos demais sistemas construtivos, com custo de aproximadamente R\$ 84.488,00 por unidade habitacional. Todavia, não se pode levar em consideração apenas estes custos do empreendimento.

Analisando somente os custos indiretos, o *Wood Frame* demonstra vantagem econômica. O sistema construtivo estima um custo de R\$132,00/m<sup>2</sup>, valor este abaixo dos demais sistemas construtivos, os quais apresentaram valores de R\$379,00 m<sup>2</sup> para alvenaria convencional e R\$279,00 m<sup>2</sup> para o concreto armado, respectivamente.

Considerando os custos diretos, indiretos, custos adicionais e ganhos financeiros, o sistema *Wood Frame* mostra um valor intermediário entre os sistemas construtivos, com um custo final por m<sup>2</sup> de R\$1843,00. Este valor corresponde a um acréscimo em 10% no valor do m<sup>2</sup> em relação ao concreto armado, que obteve o custo de R\$ 1.674/m<sup>2</sup>, e uma economia de 6,13% em relação a alvenaria convencional com o custo de R\$ 1.956/m<sup>2</sup>. Apesar do custo do m<sup>2</sup> do sistema construtivo *Wood Frame* não ser o mais baixo, destaca-se que há celeridade no processo de construção, sendo construídas 3,1 unidades habitacionais por dia com o referido sistema, valor este elevado em relação ao sistema construtivo convencional, que construirá 0,5 unidade habitacional por dia, e o concreto armado 1 unidade habitacional por dia.

Em relação ao prazo para conclusão da obra, verifica-se que o sistema *Wood Frame* pode concluir o empreendimento em um período de tempo compreendido entre 5 e 6 meses. Já o sistema construtivo de alvenaria convencional e o sistema de concreto armado demandam um período maior para sua conclusão, sendo de aproximadamente 21 e 11 meses, respectivamente.



## 4 CONCLUSÃO

O sistema construtivo *Wood Frame* obteve o custo intermediário entre os três sistemas construtivos comparados, demonstrando um sistema com potencial competitivo para Habitações de Interesse Social. A análise de sua viabilidade econômica comprova que comparada com outras duas técnicas de construção o *Wood Frame* possui vantagens, se destacando em relação a produtividade, sustentabilidade e qualidade na construção, elevando seu valor agregado devido a maior agilidade na execução, menor consumo de materiais e diminuição de resíduos no canteiro de obras.

## REFERÊNCIAS

BOLSONI, F. **Introdução ao sistema *Wood frame***. 1. ed. Florianópolis: Editora Escrita Criativa, 2020

BRASIL. **Portaria nº 959, de 18 de maio de 2021**. Dispõe sobre os requisitos para a implementação de empreendimentos habitacionais no âmbito da linha de atendimento aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas, integrante do Programa Casa Verde e Amarela. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-959-de-18-de-maio-de-2021-320687425>. Acesso em: 17 mar. 2022.

ESPÍNDOLA, L. R. **O *Wood frame* na produção de habitação social no Brasil**. 2017, 331 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

KOKUBUN, Y. E. **O Processo de produção de um sistema construtivo em painéis estruturais pré-fabricados em madeira**. 2014. 171 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de (Ed.). **Plantações florestais - geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. 21 ed. Brasília, Embrapa Florestas, 2017.

PEREIRA, Caio. Alvenaria de vedação – vantagens e desvantagens. **Escola Engenharia**, 2021. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 2 abr. 2021.

Plug and Play TECVERDE. **TECVERDE**, 2021. Disponível em: <https://www.tecverde.com.br/maiseficiencia/index.php#secondPage/slide3>. Acesso em: 22 mar. 2021.