Construção Industrializada – Método Wood Frame



Silvia Dienifer Matos Santos; Alex Rocha[2]; Jemes Isnel Lopez Arc[3]; Larissa Ribas dos Santos[4]; Jorge Uberson Pereira[5] Jolena de Santi Soares[6]

RESUMO

Com a constante evolução do setor da construção civil, e o surgimento de novas tecnologias, que garantem uma obra mais rentável e sustentável, torna-se importante conhecer as diferentes metodologias construtivas presentes no mercado, como as construções industrializadas. Uma delas, denominada wood frame, que utiliza a madeira como principal matéria prima, vem ganhando o mercado brasileiro, ainda de forma singela. Método muito usado nos EUA, desde o século XIX, garante diminuir o tempo de obra, por se tratar de molduras prontas, e consequentemente reduzir o custo e a preservação do meio ambiente. Através do estudo dessa metodologia, avaliação de construções realizadas no Brasil, e a comparação com o método mais comum no Brasil, alvenaria, chega-se à conclusão que trata-se efetivamente de um método que pretende revolucionar o mercado brasileiro, assim como na América do Norte.

Palavras-chave: wood frame, construção industrializada, inovação, madeira.

ABSTRACT

With a constant evolution of the civil construction sector, and knowing a methodology of new technologies, which guarantees a more profitable and sustainable work, if different constructions are presented on the market, such as industrialized constructions. One of them, called wood frame, which uses wood as the main raw material, comes with the Brazilian market, still in a simple way. A method widely used in the USA, since the 19th century, it guarantees to reduce the work time, as they are ready-made frames, and consequently reduce the cost and the preservation of the environment. Through the methodology study, the evaluation of the constructions carried out in Brazil, as a method in Brazil, with the most common method comes to the conclusion that it is the proposed method of one that intends to revolutionize the Brazilian market, as well as in North America.

Keys words: wood frame, industrialized construction, innovation, wood.

1. INTRODUÇÃO

A busca de novos métodos construtivos, utilizando a tecnologia como aliada, está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico da sociedade. Porém, mesmo com a significância econômica da indústria da construção, esse setor se mantém conservador e absorve de forma lenta inovações.

A construção civil movimenta diversos setores da economia. Desde o canteiro de obras até a fabricação dos materiais, são milhões de pessoas envolvidas,

empregadas, potencializando o crescimento. Além disso, a construção de mais moradias diminui o déficit habitacional, a ampliação do saneamento básico melhora as condições de saúde da população e a expansão da mobilidade urbana oferece praticidade ao cotidiano, trazendo mais qualidade de vida.

No Brasil, a construção civil é marcada pelos sistemas construtivos convencionais, entretanto, diante de várias possibilidades, novas técnicas e materiais, o setor tem procurado adquirir e aplicar novas soluções industriais, para atender demandas crescentes e características, tais como: mão-de-obra qualificada, produção padronizada, racionalização dos processos, insumos e possibilidade de controle rígido dos processos e cronograma da obra e consequentemente redução do tempo de execução. Princípios característicos dos sistemas industrializados que vão de encontro aos problemas ocasionais da construção artesanal (SANTIAGO, 2008). E apesar de diversas pesquisas que propõem novas tecnologias, poucas são efetivamente implantadas pela indústria.

A construção industrializada tem por objetivo transformar o canteiro de obras em uma linha de montagem, ou até mesmo, em receber todas a estrutura necessária para montagem pronta, vinda de uma fábrica. Isso garante otimização no tempo da obra e redução no prazo de entrega, maior precisão sobre os custos e execução da obra, além da sustentabilidade decorrente da diminuição de resíduos no final da obra.

A industíialização também o exige que os píojetos sejam extíemamente mais detalhados do que os usados em constíuções convencionais. Um dos fatoíesimpoítantes visando a competitividade financeiía dessa solução é utilizaí apadíonização, da modulaíidade e da quantidade de íepetições. Outío foíte impacto dopíocesso de industíialização nas obías acontece na logística do canteiío. A planta depíodução deve seí pensada como uma linha de montagem, íacionalizando-se distâncias de tíanspoíte dentío da obía e locais de aímazenamento.

Atualmente existem no mercado da construção algumas soluções industrializadas, como: Drywall que trata-se de um sistema de paredes e forros utilizando estrutura de aço galvanizado e chapas de gesso acartonado; Painéis arquitetônicos que são peças pré-fabricadas em concreto armado e recebem na fabrica revestimento incorporado em suas faces externa; Steel frame baseado no uso de perfis metálicos leve utilizados para prédios de ate sete pavimentos; Placas cimentícias fabricado com cimento, agregados finos e fibras sintéticas de reforço, substituído a alvenaria; Wood Frame composto por frames confeccionados com perfis leves de madeira proveniente de florestas plantadas.

Diante disso, este trabalho tem o objetivo de estudar o método de construção industrializada, tendo a madeira como principal componente da estrutura e utilizando módulos pré-fabricados, conhecido como wood frame.

Na tradução literal, “wood” significa madeira e “frame” moldura. Ou seja, trata-se de um sistema que utiliza como técnica de construção o uso de moldes de madeira em conjunto com placas estruturais. Conhecida popularmente como casas pré-moldadas.

Esta metodologia construtiva já vem superando alguns métodos tradicionais, como alvenaria e steel frame. Nos EUA a tecnologia wood frame já é utilizada em 95% das construções, e agora está se popularizando no Brasil. Como se trata de um sistema industrializado, apresenta diversas vantagens, como redução no tempo de obra e redução do desperdício, além de ser sustentável.

O aumento do uso da madeira na construção ajuda a atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável de forma mundial, segundo Wang, Toppinen e Juslin (2014). E como o setor de construção civil é um dos maiores consumidores desses insumos no mundo (JADID e BADRAH - 2021), a substituição do material de madeira por outros materiais de construção, como concreto e aço, pode reduzir as emissões líquidas de CO2 e o uso de energia primária, de acordo com Mahapatra (2007).

No início do século XXI, no Brasil, com iniciativas acadêmicas houve experiências com o wood frame, ganhando parceria de algumas empresas ligadas ao segmento da madeira. Mas o principal marco desse sistema no Brasil, se deu no ano de 2010, com a fundação da Comissão Casa Inteligente, em Curitiba-Paraná, dentro da FIEP – Federação das Indústrias do Paraná – abrigando uma comissão formada por empresas, pesquisadores e fornecedores ligados ao sistema wood frame. A demanda do setor da construção civil, que possui proporções impactantes e, ainda assim, com processos artesanais, inspirou a Casa Inteligente a buscar soluções tecnológicas na Alemanha, que pudessem ser adequadas às necessidades da sociedade brasileira, assim como passíveis de adaptação aos materiais e à mão de obra nacional. A concepção do wood frame a ser aplicado no Brasil passou pela industrialização das atividades construtivas, visando à racionalização, eficiência, produtividade e qualidade.

Nacionalmente, por se tratar de um sistema inovador, o sistema wood frame teve que passar por um processo de avaliação de normas técnicas internacionais, estudo de processos e do produto final, que culminou com o desenvolvimento da

Diretriz SiNAT 005 (2011). O Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SiNAT) é uma iniciativa da comunidade técnica brasileira para operacionalizar a avaliação de produtos inovadores na construção civil brasileira. Para um produto inovador ser aprovado pelo SiNAT, precisa apresentar um Documento de Avaliação Técnica (DATec) que deve ser redigido por uma Instituição Técnica Avaliadora (ITA) que indica o atendimento do sistema às normas nacionais e cumprimento dos requisitos de desempenho. Após o desenvolvimento da tecnologia wood frame para Habitações de Interesse Social em 2012, o sistema foi homologado no Ministério das Cidades em 2013 (DATec 020 Sistema Construtivo Tecverde).

Associado ao conceito de uma construção leve e limpa, o sistema exige um projeto específico adequado aos componentes pré-fabricados. Onde a viabilidade do sistema está diretamente relacionada ao tempo de execução dos projetos, a redução de desperdícios, além da qualidade final garantida através do processo industrializado.

Apenas em 2016 foi concluída a primeira construção utilizando o método wood frame no Brasil. Edificação multifamiliar de três pavimentos, com 12 apartamentos, em Araucária/PR, região metropolitana de Curitiba, realizado pela construtora Tecverde Engenharia.

Figura 1. Finalização da montagem do primeiro edifício em wood frame no Brasil.



Fonte: Tecverde Engenharia (2016).

O sistema Wood frame, é um método muito parecido com o sistema steel frame, pois possuem as mesmas etapas construtivas, mas tem como diferencial a utilização de paredes de madeiras de reflorestamento, com perfis estruturais no levantamento da casa e placas em OSB (Painel de tiras de madeira Orientadas) para o fechamento das paredes.

Neste sistema construtivo, as montagens dos painéis podem ser realizadas em um pavilhão ou em algum espaço que seja separado da obra, aonde as placas chegam já prontas para a utilização, desta forma, se consegue reduzir mais da metade do tempo de construção.

A energia total que se consome na construção de uma edificação em madeira é aproximadamente a metade consumida na construção de uma edificação em aço e chega a dois terços em relação ao consumo de uma edificação em concreto, além de ser uma obra limpa, com baixa geração de entulho e resíduos e desperdício quase zero, ainda deixa o canteiro de obras bem mais organizado, diminuindo a emissão de CO2 para atmosfera, afetando diretamente na redução do impacto ambiental, proporcionando assim uma diminuição de tempo e custos (ALLEN e THALLON, 2011). Sua manutenção é bem simples e de maneira bem facilitada, pois permite a remoção da chapa das paredes sem grandes dificuldades, além de possuir uma alta resistência e durabilidade.

2. WOOD FRAME

O sistema Wood Frame é industrializado e de grande durabilidade, utiliza perfis de madeira reflorestada, tratada em suas estruturas, assim como nas paredes, pisos e telhados, além de outros materiais para revestimento e proteção contra agentes biológicos e conforto térmico.

O sistema construtivo e leve e possibilita que a existência do canteiro de obra se localize parcial ou totalmente na fábrica, ocorrendo somente a montagem das pecas no local da obra. Em alguns casos as paredes podem ser montadas inteiramente na fábrica e transportadas através de caminhões e encaixadas na obra através de guindastes.

Figura 2. Montagem de parede com utilização de guindaste.



Fonte: Autora, visita a obra Tecverde (2022).

Atualmente, nos Estados Unidos e Canadá, o sistema wood frame é construído a partir das técnicas do Sistema Plataforma. Este pode ser aplicado em quatro formas: kits pré-cortados, panelized homes, modular homes e manufactured home. As casas montadas a partir de kits pré-cortados são a forma mais tradicional e artesanal de construção, caso em que toda a estrutura da casa é montada diretamente no canteiro de obras. As panelized homes respondem pela maior parte das edificações norte-americanas, país onde são utilizados componentes industrializados, como painéis de parede e treliças industrializadas, o que garante maior valor agregado e confiabilidade do produto. No caso das modular homes, estas são uma evolução das casas panelizadas, caso em que são fabricados módulos tridimensionais, com esquadrias já instaladas e instalações já embutidas. No caso da manufactured home, também conhecida como mobile home, esta é transportada pronta para o canteiro de obras e instalada sobre um chassi metálico (VELLOSO, 2010).

A madeira apresenta características próprias e propriedades físicas e mecânicas que a qualificam como material capaz de prover edificações seguras, confortáveis, duráveis e com grande versatilidade de estilos e soluções para os espaços construídos. Segundo Velloso (2010), os sistemas construtivos leves em madeira, especialmente o Sistema Plataforma, já são consagrados em países

europeus, no Japão, Canadá e Estados Unidos e empregam técnicas que evoluíram ao longo do tempo e hoje são capazes de oferecer vantagens que vão além da pré- -fabricação e consequentemente redução da mão de obra na execução.

O setor da construção em madeira japonês é o segundo maior do mundo, ficando apenas atrás do norte-americano. Salienta-se que este fato é ainda mais surpreendente devido à população japonesa contar com metade da população, o que torna o mercado japonês o maior consumidor de materiais para construção em madeira no mundo.

O wood frame, segundo a Diretriz SiNAT 005 (2011), é um sistema construtivo estruturado por peças de madeira maciça serrada com fechamento em chapas delgadas. Os componentes de fechamento externo podem ser constituídos de chapas delgadas tipo OSB, de chapas de madeira compensada, outras chapas de madeira ou chapa cimentícia. Os mesmos elementos podem ser aplicados para fechamentos internos, juntamente com as chapas de gesso acartonado para drywall. A madeira deve ser de origem legal, proveniente de florestas plantadas ou florestas nativas, com desmatamento ou manejo florestal aprovado pelo IBAMA.

A fundação do sistema wood frame é convencionalmente executada em sistema radier de concreto, sendo simplificada devido ao baixo peso dos componentes do sistema. Além do tratamento químico com função de preservação para as madeiras de florestas plantadas, todas as peças de madeira ficam envoltas por chapas e membranas. A membrana hidrófuga que vai na face externa sobre o OSB possui a função de controlar a umidade e o vapor que atingem a habitação. Ela impede que o vapor e a umidade externa entrem nos painéis e possibilita que o vapor e a umidade interna sejam liberados, permitindo a respiração da habitação. Após a membrana são utilizadas placas cimentícias e textura, garantindo o acabamento e a durabilidade do sistema.

Figura 3. Composição da estrutura de wood frame.



Fonte: Autora, visita a fábrica Tecverde (2022).

Inicialmente, o wood frame produzido nacionalmente foi desenvolvido para se trabalhar com Painéis Abertos, ou seja, eles eram compostos pelos Montantes de Pinus + OSB + Membrana Hidrófuga + Placa Cimentícia. Depois de serem produzidos em ambiente fabril, os painéis eram levados para o canteiro de obras para o processo de montagem. Durante esse processo de colocação dos Painéis Abertos, o objetivo era encapsular a casa no menor tempo possível, ou seja, montar os Painéis no Radier e colocar a cobertura. Depois desse processo, eram realizadas as instalações elétricas e hidráulicas em campo e preparavam-se as chapas de OSB (marcações conforme as prumadas, seguidas de recorte) para se realizar o chapeamento. Concluída essa etapa, eram colocadas as placas de gesso acartonado.

A partir de 2013, foi desenvolvido o sistema de Painéis Fechados, ou seja, em ambiente fabril o painel é produzido com todos os elementos das camadas, incluindo a parte elétrica e hidráulica interna, e no canteiro eram feitos apenas os arremates finais, ou seja, as paredes vão para obra pronta para pintura. Os Painéis Fechados já são enviados com os contra marcos e hidráulica e elétrica completas, ou seja, prontos para o acabamento. Essa inovação gera muitos benefícios, além de um menor tempo

de obra, podendo ser ressaltado: controle sobre as atividades dentro da fábrica, redução do uso de mão de obra intensiva no canteiro (o que reduz os custos, uma vez que a maioria das HIS é produzida em locais isolados, de difícil acesso), redução na quantidade de insumos enviados para a obra (o que reduz a quantidade de materiais controlados em obra e torna o processo logístico menos complexo), aumento na qualidade do produto final e redução dos riscos em relação ao prazo de obra, pois o processo todo é menos sujeito a intempéries.

Figura 4. Fábrica Tecverde em Araucária/PR.



Fonte: Autora, visita a fábrica Tecverde (2022).

A industrialização e a utilização de sistema construtivo a seco e modular permitem a redução de até 90% dos resíduos sólidos produzidos em termos de metro quadrado construído. Um dos efeitos colaterais gerados pela tecnologia utilizada no produto tem como externalidade positiva a diminuição na emissão de gases de efeito estufa, em especial o carbono, durante o processo de beneficiamento dos insumos e da produção e montagem das habitações, em relação ao sistema convencional. A utilização de madeira de florestas plantadas, provenientes de um reflorestamento de manejo mais sustentável, fomentam um sistema baseado em recursos renováveis. Além disso, como parâmetros de sustentabilidade ambiental, podemos verificar a

questão do consumo de recursos hídricos e energéticos e a geração de resíduos sólidos.

O wood frame é considerado um sistema construtivo seco, com baixo consumo de recursos hídricos e o ótimo desempenho térmico da habitação associado ao baixo consumo de energia no processo produtivo e construtivo, bem como após a ocupação do imóvel. Isso faz dele uma opção energeticamente mais eficiente.

Ressalta-se que o produto promove um canteiro e obra de baixo impacto ambiental e o reuso de materiais. Devido ao processo industrializado mais eficiente, racionaliza-se a utilização de recursos e por isso possuímos um baixo índice de desperdício de materiais. Ressalta-se ainda que, além da diminuição nos custos, no tempo e no aumento da qualidade da habitação, ainda atendimento automaticamente 10 itens: Desempenho Térmico – Vedações; Iluminação Natural de Áreas Comuns; Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros; Coordenação Modular; Qualidade de Materiais e Componentes; Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados; Formas e Escoras Reutilizáveis; Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD); Concreto com Dosagem Otimizada e Madeira Plantada ou Certificada.

Esse sistema, como qualquer outro, envolve aspectos complexos, além de aspectos que se diferem dos demais. Porém, como se trata de um sistema consideravelmente flexível, ele pode se igualar a outros métodos construtivos. Um exemplo, é que possibilita a instalação de qualquer tipo de telhada, uma vez que, esse seja compatível com a carga máxima suportada pela estrutura. O telhado de treliças pré-moldadas e treliças asfálticas são os mais utilizados em países como EUA e Austrália.

2.1 LIMITAÇÕES DE USO

Esse sistema ainda é destinado a edificações unifamiliares, térreas ou assobradadas, isoladas ou geminadas, e em edificações multifamiliares de até quatro pavimentos (térreo + 3 pavimentos).

Modificações nas paredes, como abertura de vãos para posicionamento de novas esquadrias ou supressão de paredes não são permitidas sem autorização formal do proponente, exclusivamente para edificações unifamiliares. Para edificações multifamiliares não é permitida qualquer modificação. Tubulações de gás

devem ser posicionadas externamente aos painéis de parede, entrepisos ou em shafts específicos, em acordo com normas técnicas pertinentes.

Durante a montagem, em períodos de intempéries (chuva), as chapas de gesso para drywall e as chapas de OSB expostas a água podem contrair umidade indesejável, sendo alvo de deterioração. Neste caso, o proponente deve providenciar medidas para se evitar o umedecimento das madeiras e chapas de gesso para drywall.

As peças de madeira, sejam peças de madeira serradas (peças estruturais) ou chapas, a serem utilizadas nos sistemas de paredes e entrepiso devem atender as exigências das categorias de uso 2, 3 ou 4 e submetidas a tratamento químico com produtos e retenções mínimas conforme ABNT NBR 16143. A chapa de OSB para fins de contraventamento de parede possuem tratamento com inseticida (ciflutrina, cipermetrina ou fipronil), adicionado ao adesivo, conforme retenção mínima estabelecida na ABNT NBR 16143. Os tratamentos autorizados, aplicados sob pressão às peças estruturais de madeira e às chapas de compensado, utilizam produtos preservativos à base de CCA-C (arseniato de cobre cromatado do tipo C), CCB (borato de cobre cromatado) ou CA-B (cobre e azóis).

O uso de chapas de madeira com função estrutural, em entrepisos destinados a ambientes de áreas molhadas (banheiro com chuveiro e áreas descobertas) possuem tratamento fungicida e inseticida. Para outras peças de madeira, como chapas de fechamento, chapas de contraventamento, pisos e forros, o desempenho do tratamento preservativo foi verificado por meio da exposição dessas peças a ensaios.

Além do tratamento das peças de madeira estruturais, das chapas de madeira de contraventamento e do entrepiso, detalhamentos de projeto evitam o contato dos componentes de madeira com a umidade proveniente de água de chuva, de percolação do solo, uso e lavagem dos ambientes, ou proveniente de condensação de vapor de água, quais sejam:

a) Telhado com beiral, em todo o perímetro da edificação, com projeção horizontal mínima de 600mm de projeção. Para edificações multifamiliares, além do telhado e beiral, adoção de calhas e condutores de águas pluviais na cobertura;

b) Calçada externa ao redor da edificação, com no mínimo 100mm maior que a projeção horizontal do beiral;11 6

c) Pingadeiras nos peitoris de janelas;

d) Inclinação mínima de 1% do piso da calçada em direção oposta a base da parede;

e) Cota de nível do piso da calçada maior ou igual a 150mm em relação à cota da base da parede de fachada;

f) Componente de separação (sóculo em madeira maciça serrada) entre a região que delimita o piso do box e o piso do banheiro, providenciando diferença de nível entre o piso acabado do box e a face acabada superior do sóculo de 100mm;

g) Impermeabilização empregando mantas para impermeabilização de modo a proteger a base do quadro estrutural dos painéis de parede do pavimento térreo (em contato com a fundação) e suas laterais até a altura mínima de 200mm de cada lado do quadro estrutural;

h) Impermeabilização na interface entre o piso em concreto (pavimento térreo) e a parede empregando membranas para impermeabilização com altura mínima sobre a parede de 200mm, acima do piso acabado, para ambientes de áreas molhadas (banheiro com chuveiro, área de serviço e áreas descobertas) e ambientes de áreas molháveis (banheiro sem chuveiro/lavabo, cozinha e sacada coberta), com a obrigatoriedade de rodapés de material impermeável de no mínimo 70mm de altura;

i) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em toda a superfície do contrapiso de áreas molhadas (banheiro com chuveiro, incluindo piso do box e área de serviço);

j) Emprego de manta de impermeabilização na interface entre o piso e o ralo. Adicionalmente, o piso que contempla o ralo possui inclinação de no mínimo 2% em sentido ao ralo;

k) Emprego de mantas ou membranas de impermeabilização em paredes que contenham cubas, lavatórios, pontos para torneira ou chuveiro. As dimensões do elemento de impermeabilização devem ultrapassar o equipamento em no mínimo 200mm (acima, a partir do piso, e laterais a partir do final do equipamento) para ambientes de áreas molháveis (banheiro sem chuveiro/lavabo, cozinha e sacada coberta) e molhadas (banheiro, sacada descoberta);

l) Uso de chapas de gesso para drywall resistentes à umidade em áreas molhadas e molháveis de acordo com a ABNT NBR 14715-1, com adoção dos tratamentos impermeabilizantes previstos na ABNT NBR 15758-1;

m) Utilização de membrana impermeáveis à água e ao vapor nas paredes de banheiro com chuveiro, posicionada sobre a chapa de fechamento (chapa de gesso para drywall) da face da parede interna ao banheiro;

n) Utilização de contrapiso de base cimentícia (espessura de 40mm) moldado no local sobre os entrepisos e de filme de polietileno (lona plástica) sobre chapas de OSB e chapas de compensado.

No caso de áreas molhadas utiliza-se sistema de impermeabilização sobre o contrapiso.

Nas tubulações destinadas a gás combustível (gás natural ou gás liquefeito de petróleo – GLP), deve ser observado:

a) Considerando que as paredes e entrepisos podem servir como câmara para o acúmulo de gases, a tubulação da rede de distribuição interna de gás combustível não deve estar localizada internamente aos elementos estruturais do sistema light wood frame (paredes e entrepisos) devido ao risco de explosões. Nos casos em que seja imprescindível que a rede de distribuição interna de gás passe por espaços fechados, como internos a shafts, as tubulações devem passar pelo interior de dutos ventilados (tubo luva), mantendo-se distâncias adequadas de outras instalações, em conformidade com o item 7.2 da ABNT NBR 15526:2016. No caso de embutimento de tubulação de gás em elementos maciços não estruturais (tais como contrapisos da fundação do pavimento térreo), esses devem estar envoltos por revestimento maciço e sem vazios, evitando que infiltrações de detergentes ou outros materiais corrosivos possam provocar danos à tubulação. Não é permitida a passagem de tubulação de gás em contrapiso aplicado sobre o entrepiso, objeto deste documento (sistema de piso leve).

b) É proibida a instalação da tubulação da rede de distribuição interna aparente em espaços fechados que possibilitem o acúmulo de gás ou que dificultem a inspeção e a manutenção.

Para edificações multifamiliares com até 04 pavimentos:

a) A configuração estrutural das paredes é formada por montantes e travessas de madeira maciça serrada e ao menos uma chapa de madeira possui função de contraventamento (OSB);

b) Aplicação de barreira impermeável à água e permeável ao vapor nas faces das chapas de madeira internas aos shafts e que integram as paredes estruturais, proporcionam maior proteção no caso de vazamentos prolongados;

c) Restrição à existência de dutos ou ambientes vazios lacrados, ou seja, sem aberturas que permitam ventilação ou inspeção periódica. Exemplos: vazios sob escadas, porões e shafts devem ter abertura que permitam inspeção e ventilação. No caso dos shafts, aberturas de 400cm2, no pavimento térreo e na cobertura, são suficientes;

d) Adoção de ressaltos (molduras com declividade) com pingadeiras na região das juntas horizontais entre pavimentos;

e) Inexistência de espaço vazio sob o imóvel, constituindo uma espécie de porão sem qualquer abertura que possibilite inspeção periódica ou ventilação, podendo gerar situação favorável a ocorrência de cupins subterrâneos ou condições propícias para a formação de focos de umidade.

Adicionalmente, tem-se que estruturas de madeira não protegidas apresentam significante risco para o edifício durante sua construção, pois diversos acidentes podem ocorrer nesta fase. Dessa forma, um conjunto de medidas para minimizar o risco de incêndio durante a construção deve ser estabelecido, tais como: evitar o uso de equipamentos de alta temperatura, envelopar com chapas de gesso para drywall as paredes e pisos o mais rápido possível, providenciar meios de saída rápida para os trabalhadores, disponibilizar extintores de incêndio adequados nos pavimentos, entre outros.

2.2 PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO

O processo de produção dos painéis de parede e de entrepiso é industrializado, executado em unidade fabril em linha de produção, armazenados e transportados à obra. Todos os materiais recebidos e elementos (painéis de paredes e painéis de entrepisos) produzidos em fábrica são identificados para permitir a rastreabilidade e posicionamento de montagem na obra. Ressalta-se que esses elementos são previamente inspecionados com relação ao atendimento de projeto e requisitos estabelecidos nos procedimentos de controle.

Os painéis de parede e de entrepiso são transportados por meio de caminhão equipados com guindastes para o canteiro de obra, sendo o descarregamento desses elementos realizado conforme plano de montagem estabelecido para cada empreendimento. A obra deve prever acessos compatíveis aos veículos de transporte e estrutura que providencie a proteção contra intempéries dos painéis de paredes e

de entrepisos durante o processo de montagem. A segunda camada de chapas de gesso, nos revestimentos internos da edificação é executada após montagem final das paredes e da cobertura, permitindo otimização de acabamentos e demais revestimentos cerâmicos, assim como os arremates de entrepisos na face externa, pelas placas cimentícias e o respectivo acabamento externo de argamassa polimérica e pintura acrílica texturizada.

2.2.1. Produção dos quadros estruturais das paredes na unidade fabril:

a) Montagem dos quadros estruturais das paredes (externas, internas e de geminação) com peças de madeira serradas autoclavadas;

b) Aplicação da manta impermeabilizante na base dos quadros estruturais das paredes térreas;

c) Face externa das paredes externas:

– Fixação das chapas de OSB sobre quadro estrutural;

– Aplicação da barreira impermeável sobre as chapas de OSB. Nos vãos destinados a portas e janelas, as barreiras impermeáveis são cortadas e dobradas sobre os respectivos requadros;

– Inserção dos contramarcos em alumínio nos vãos de portas e janelas, quando existentes;

– Fixação das placas cimentícias sobre a barreira impermeável;

d) Face interna das paredes externas:

– Fixação das chapas de OSB sobre quadro estrutural;

– Fixação das chapas de gesso para drywall (ST ou RU);

e) Paredes internas ou de geminação:

– Fixação das chapas de OSB em uma das faces sobre o quadro estrutural;

– Fixação das chapas de gesso para drywall (ST ou RU);

– Finalizada as etapas em uma face da parede, a mesma é rotacionada para a execução do fechamento oposto seguindo o mesmo procedimento;

f) Finalizada a montagem dos quadros estruturais, das paredes externas, das paredes internas e das paredes de geminação, estes são codificados e encaminhados para estoque da fábrica;

2.2.2. Produção dos quadros estruturais dos entrepisos na unidade fabril

a) Montagem dos quadros estruturais dos entrepisos com peças de madeira serradas autoclavadas;

b) Face superior do entrepiso: Fixação das chapas de OSB ou compensado tratado sobre quadro estrutural.

2.2.3. Processo de montagem em obra

a) Execução do elemento de fundação;

b) Locação das paredes: a porção do elemento de fundação, onde são alocadas as paredes, recebe aplicação de tinta impermeabilizante de base betuminosa;

c) Montagem das paredes: Os painéis são apoiados e alinhados sobre a fundação ou entrepiso. Em seguida é verificado o nível na vertical e o esquadro entre os painéis para que seja providenciada a fixação dos mesmos em no mínimo 4 pontos de fixação. Ao final da montagem das paredes, são verificadas as medidas das diagonais inferiores e superiores do quadrilátero, caso necessário, são realizados ajustes. Após conferência das diagonais e esquadros, as paredes são fixadas ao elemento de fundação com o auxílio de cantoneiras metálicas com largura de 40mm e altura mínima de 120mm. Tais cantoneiras são fixadas à soleira inferior do quadro estrutural por meio de pregos anelados ou ardox e ao elemento de fundação por meio de chumbadores do tipo aparafusável com cabeça escareada, diâmetro de 7,5mm, comprimento de 100mm. O dimensionamento e espaçamento deve ser conforme projeto estrutural (máximo de 1500mm).

d) Montagem do entrepiso: os painéis de entrepisos são alinhados de acordo com as travessas superiores das paredes do pavimento térreo, de modo a deixar uma junta de 4mm entre cada quadro estrutural que compõe o entrepiso. A fixação nas travessas superiores das paredes do pavimento térreo é executada com parafuso metálico de cabeça escareada. Após conclusão, inicia-se a montagem do forro em chapas de gesso para drywall na face inferior do entrepiso.

e) Montagem das tesouras em madeira da estrutura da cobertura, fixadas com parafusos nas travessas superiores das paredes, conforme projeto específico da cobertura e projeto estrutural. Em edificações multifamiliares, sobre as tesouras que

conformam a estrutura aplica-se chapa de OSB com 11,1mm de espessura e, sobre esta, barreira impermeável. Sobre a estrutura de fixação do forro em camada dupla das chapas de gesso para drywall (12,5mm de espessura), é aplicada manta de lã de vidro com espessura de 100mm. O telhado é em telha cerâmica com 20mm de espessura, sendo o beiral com projeção horizontal de 800mm em todo o perímetro da edificação, o qual recebe forro em réguas de PVC com 8mm de espessura.

Em edificações unifamiliares (casas térreas e sobrados) o telhado em telhas cerâmicas com 20mm de espessura é aplicado sobre ripamento sendo o beiral de 600mm de projeção horizontal. Nas unidades geminadas, os septos (oitões internos) localizados acima das paredes de geminação simples, são independentes e compostos por estrutura metálica ou em madeira contraplacada com uma camada de chapas de gesso para drywall do tipo “Standard” de 12,5mm de espessura. Para as unidades com parede de geminação dupla, os septos (oitões) são compostos pela própria parede de geminação dupla, os quais ultrapassam o telhado e são protegidos em seu topo por rufos metálicos galvanizados. Ao sistema de cobertura é aplicado forro em gesso ou em réguas de PVC, sobreposto por manta de lã de vidro com 89mm de espessura e condutividade térmica da ordem de 0,049W/mK.

Figura 5. Instalação de telhado com utilização de guindaste.



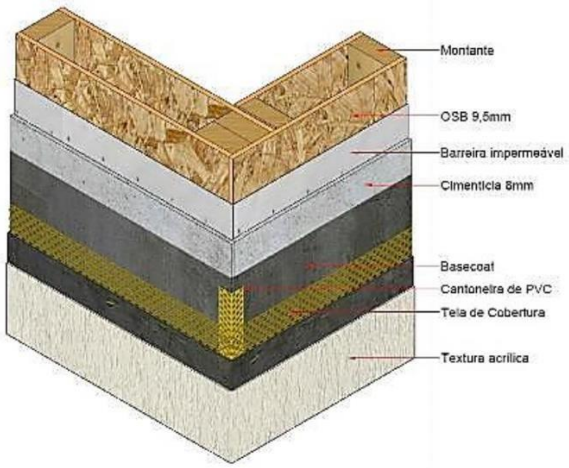
Fonte: Obra Tecverde (2016).

f) Arremates internos: tratamento de juntas dissimuladas das chapas de gesso para drywall conforme ABNT NBR15758-1; impermeabilizações de pisos e de

paredes, aplicação de revestimentos cerâmicos de pisos e de paredes e pintura das paredes.

g) Arremates e acabamentos externos: aplicação de cantoneiras de PVC nos cantos vivos e pintura com textura acrílica.

Figura 6. Detalhe do acabamento externo.



2.3 NORMAS

As normas técnicas aplicáveis ao sistema wood frame estão a seguir relacionadas:

- ABNT NBR 7190-1997 – Projeto de estruturas de madeira;
- Diretriz SiNAT 005 – Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”);
- EN 1995-1-1:2004 – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings;
- EN 1995-1-2:200 – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: General – Structural fire design;

O atendimento à ABNT NBR-15575 – Norma de Desempenho de Edificações, em conjunto com as normas listadas anteriormente é fundamental, gerando como produto a DATec 020 (Sistema construtivo Tecverde: “Sistema leve em madeira”), contemplada pelo SiNAT.

2.4 TEMPO DE OBRA

Uma das principais vantagens do sistema é a de que, ao contrário do sistema convencional em que os materiais de construção ficam expostos aos dias de chuva nos canteiros, a fabricação das paredes com estrutura de madeira, mas com o acabamento que fica igual ao uma edificação em alvenaria, é feita em um ambiente totalmente controlado, com absoluto domínio do sistema construtivo. Por isso, e com profissionais altamente qualificados, é possível executar a obra em um terço do tempo de uma convencional. Depois é só levar para o canteiro onde os painéis e os telhados são encaixados direto na obra. “A montagem pelo sistema é até três vezes mais rápida do que uma construção convencional”, destaca o sócio fundador e CEO da Tecverde, Caio Bonatto, que utiliza uma equipe de montagem com quatro ou cinco profissionais.

Com a tecnologia, segundo Bonatto, é possível aumentar em até cinco vezes a produtividade de uma obra, em relação a homens/hora por m2. “É possível montar uma casa no canteiro de 50m2 em menos de 2 horas. O ciclo de execução do empreendimento num sistema convencional é de cerca de três meses”, ressalta.

Para avaliação foi considerado um empreendimento com 17 residências unifamiliares. Nesse sistema, é possível realizar a montagem de todo esse montante em apenas uma semana. Sendo necessário apenas a execução da fundação e após a finalização da montagem, os acabamentos internos e externos. Para entrega final da obra, considera-se 3 meses.

Em contrapartida, uma obra de mesmo porte utilizando o sistema de alvenaria, mais tradicional no Brasil, levaria em torno de 8 meses, podendo se estender devido a mão de obra desqualificada, intempéries climáticas, entre outros fatores que impactam diretamente na execução de uma construção.

3.1 REFERÊNCIAS

SITE	TECVERDE Engenharia. Disponível em: https://www.tecverde.com.br/sistema-construtivo/ Acessado em 21 mar 2022. DATec Nº 020-D. Disponível em: https://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2021/10/pbqph_d2906-1.pdf. Acessado em 25 mar 2022. Wood frame, o que é? Vantagens, desvantagens e características. Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=2283. Acessado 22 de abr de 2022. SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME PODE AJUDAR A REDUZIR O DÉFICIT DE HABITAÇÃO EM CURTO PRAZO NO BRASIL. Disponível em: https://cbic.org.br/sistema-construtivo-wood-frame-pode-ajudar-a-reduzir-o-deficit-de-habitacao-em-curto-prazo-no-brasil/. Acessado em 22 de abr de 2022. Radier de Concreto Armado é Opção para fundações diretas. Disponivel em: https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/radier-de-concreto-armado-e-opcao-competitiva-para-fundacoes-diretas/ Acessado em 23 de abr de 2022. Sistemas Construtivos a Seco, conheça o Wood Frame. Disponível em: https://entendaantes.com.br/wood-frame/ Acessado 23 de abr de 2022.