

**JULIANA APARECIDA DE JESUS
TALITA APARECIDA DE CASTRO**

**MÉTODO CONSTRUTIVO EM WOOD FRAME PARA
CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

**SÃO CARLOS
2019**

**JULIANA APARECIDA DE JESUS
TALITA APARECIDA DE CASTRO**

**MÉTODO CONSTRUTIVO EM *WOOD FRAME* PARA CONSTRUÇÃO DE
HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do
Centro Universitário Central Paulista, como
requisito para a obtenção do título de bacharel
em Engenharia Civil.**

Orientador: Prof. Dr. Decio Gonçalves

SÃO CARLOS

2019

*A todos que tem nos acompanhado e motivado,
para que pudéssemos concluir esse grande
sonho.*

AGRADECIMENTOS

Agradece-se, primeiramente a Deus, que nos deu energia e sabedoria para concluir esse trabalho. Ao nosso orientador, Professor Doutor Decio Gonçalves, por todo suporte, comprometimento e incentivo. A todos os Professores que nos passaram todo conhecimento possível durante esses anos de Graduação. A nossa família, que sempre nos incentivou durante toda a faculdade.

” O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência, em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	08
RESUMO.....	09
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA... ..	13
2.1 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	13
2.2 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA.....	14
2.2.1 TRATAMENTO DA MADEIRA.....	14
2.2.2 BIODETERIORAÇÃO.....	14
2.2.3 TRATAMENTO DE PRESERVAÇÃO.....	15
2.3 SUSTENTABILIDADE.....	16
2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO EMPREGO DA MADEIRA.....	17
2.5 CONSTRUÇÃO CIVIL DE INTERESSE SOCIAL.....	17
2.6 PROGRAM FEDERAL "MINHA CASA MINHA VIDA"	18
2.7 SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR "PFMCMV"	19
2.8 SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME.....	20
2.8.1 FUNDAÇÕES.....	20
2.8.2 PISO E ÁREAS MOLHÁVEIS.....	20
2.8.3 PAREDES ESTRUTURAIS.....	21
2.8.4 ISOLAMENTO TÉRMICO.....	22
2.8.5 SISTEMA ELÉTRICO E HIDRÁULICO.....	23
2.8.6 FECHAMENTO E REVESTIMENTO INTERNO.....	24
2.8.7 FECHAMENTO E REVESTIMENTO EXTERNO.....	25
2.8.8 LAJE SECA.....	26
2.8.9 LAJE MISTA.....	26
2.8.10 TELHADOS E COBERTURAS.....	27
2.8.11 TRANSPORTE E MONTAGEM.....	27
2.8.12 MANUTENÇÃO.....	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4 RESULTADOS.....	31

4.1 DESENVOLVIMENTTO DE PROJETO WOOD FRAME.....	31
4.2 PROJETO EM WOOD FRAME.....	31
4.3 ESTUDO DE CASO.....	32
4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO.....	35
4.5 MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	36
5 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 - MINHA CASA MINHA VIDA, WOOD FRAME	20
FIGURA 02 - EXECUÇÃO DE CONTRA PISO.....	21
FIGURA 03 - PAREDE PRONTA PARA O FECHAMENTO COM PLACAS EM GESSO.....	22
FIGURA 04 - ISOLAMENTO TÉRMICO.....	23
FIGURA 05 - PAINEL PARA SER INSERIDO SISTEMA ELÉTRICO E HUDRÁULICO.....	24
FIGURA 06 - REVESTIMENTO INTERNO.....	25
FIGURA 07 - REVESTIMENTO EXTERNO.....	26
FIGURA 08 - TELHADO PRÉ-FABRICADO.....	27
FIGURA 09 - TRASPORTE E MONTAGEM.....	28
FIGURA 10 - PLANTA E LAYOUT TÉRREO.....	32
FIGURA 11 - PLANTA E LAYOUT MEZANINO.....	33
FIGURA 12 - CORTE AA	34
FIGURA 13 - CORTE BB.....	35

RESUMO

A presente pesquisa trata de estudar e analisar o método construtivo Wood Frame na construção civil de interesse social, através de revisão bibliográfica existente e de material teórico obtido por pesquisas, assim foi realizado a descrição deste método construtivo e detalhamentos de execução industrializada. A tecnologia é um instrumento útil e importante para compreender como ocorre este processo de inovação na indústria da construção civil. É neste contexto que é possível destacar o sistema Wood Frame, como solução que se adequa a demanda da construção para Habitação de Interesse Social por vários fatores, como qualidade, rapidez e sustentabilidade. Esse sistema é uma solução ainda nova no Brasil, apesar de ser destaque em outros países. A madeira é ambientalmente sustentável, sendo considerado um material de construção reciclável, renovável e biodegradável, além de ser um produto que usa menor energia para o seu processamento, devido as suas características e relativa abundância, podendo assim caracterizá-la como economicamente mais viável que a alvenaria convencional. Foi preparado um estudo de caso para contextualizar o emprego do sistema estrutural Wood Frame em um programa funcional específico, ou seja, uma residência unifamiliar. O objetivo desta pesquisa é demonstrar as vantagens do emprego Wood Frame, levando em consideração que nos Estados Unidos 80% das residências são em Wood Frame.

Palavras-chave: Wood Frame. Material madeira. Habitação de Interesse Social. Estudo de Caso. Sustentabilidade.

Abstract

This research aims to study and analyze the wood frame constructive method in the civil construction of social interest, through an existing bibliographical review and theoretical material obtained by research, thus describing this constructive method and detailing the industrialized execution. Technology is a useful tool and important to understand how this process of innovation occurs in the construction industry. It is in this context that it is possible to highlight the wood frame system, as a solution that adapts the construction demand for social interest housing due to several factors, such as quality, speed and sustainability. This system is still a new solution in Brazil, despite being featured in other countries. Wood is environmentally sustainable, being considered a recyclable, renewable and biodegradable building material, besides being a product that uses less energy for its processing, due to its characteristics and relative abundance, thus being able to characterize it as economically more viable than wood than conventional masonry. A case study was prepared to contextualize the use of the wood frame structural system in a specific functional program, ie a single-family residence. The purpose of this research is to demonstrate the advantages of using wood frame, taking into account that in the United States 80% of residences are in wood frame.

Key-words: *Wood Frame*, Social Interest Housing, Wood Material. Case Study. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia *Wood Frame* consiste em um sistema construtivo industrializado, estruturado em perfis de madeira serrada de reflorestamento, possibilitando uma estrutura leve, de rápida execução (MOLINA e CALIL JR, 2010) e baixo custo. O método em *Wood Frame* é capaz de reduzir em até seis vezes o prazo da entrega da obra, proporcionando uma economia de tempo e orçamento. Ele é considerado sustentável, limpo e seco gerando quantidades mínimas de resíduos, provenientes das obras civis.

As construções em madeira estão entre as formas de abrigo mais utilizadas pela humanidade. Segundo Mello (2007), ao longo do tempo, as formas de concepção de projeto evoluíram com aprimoramento das soluções construtivas e maior domínio sobre as técnicas de utilização do material. O *Wood Frame* surgiu no século XIX nos Estados Unidos, e aos poucos foi ganhando o mundo por suas especificidades e vantagens. Para Espíndola (2017), o contínuo avanço tecnológico dos sistemas em *Wood Frame* vem incrementando os modos de produção em níveis cada vez mais industrializados e, combinados com outros materiais, se adequando aos critérios e requisitos de desempenho das edificações. No Brasil, na primeira metade do século XX, nas regiões sul e sudeste, imigrantes europeus e asiáticos produziram suas habitações em madeira, importando as técnicas à partir dos conhecimentos prévios do material. Apesar do aprendizado desta cultura local, a indústria da construção em madeira foi pouco disseminada e apresentou poucas transformações tecnológicas (ESPÍNDOLA, 2017). A utilização de construções em madeira no Brasil ainda é modesta e, por isso, é considerada inovadora. Segundo Espíndola (2017), apesar das vantagens construtivas, até o ano de 2009 a popularização de sistemas construtivos em madeira ocorria em eventos pontuais e aplicado em construções isoladas. Em 2009, foi instituída, por um grupo atuante da indústria madeireira e do setor de construção, a “Comissão Casa Inteligente” com o objetivo de difundir os benefícios da construção com madeira e a sustentabilidade no uso deste material. Desde então, foi realizado um trabalho de divulgação da tecnologia *Wood Frame*, além da articulação para a aprovação deste sistema construtivo em nível nacional. Era necessário

derrubar esta barreira para provar que não existia qualquer problema com este tipo de construção (CARVALHO, 2019). Após esta iniciativa, publicações técnicas sobre o *Wood Frame* foram aprovadas pelo Ministério das Cidades, no âmbito da Secretaria Nacional de Habitação (SNH), do Programa de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), conduzindo a introdução deste sistema inovador em madeira, no programa de habitação social *Minha Casa Minha Vida*.

No presente trabalho será apresentada uma alternativa para construção de moradias populares de baixo padrão no Brasil, que poderão ser elaboradas tanto em *Wood Frame*, como em qualquer outro sistema estrutural.

1.1 JUSTIFICATIVA

Por meio de análises criteriosas elaboradas sobre tecnologias construtivas contemporâneas na área técnica do *Wood Frame*, pode-se afirmar que é possível observar nítidas evoluções. Em função do relatado anteriormente, nota-se o advento de uma nova era que será marcada pela aplicabilidade destes conhecimentos e tecnologias. Muitas soluções que chegaram foram testadas em outros países com êxito.

Por outro lado, é possível encontrar traços de uma construção tradicional em madeira, que culturalmente vem sendo herdada e transmitida ao longo dos anos, principalmente no setor de residências familiares.

Iniciativas para introduzir o sistema construtivo em *Wood Frame*, como mais uma alternativa para a construção industrializada, objetiva romper essa limitação e mostra que é possível projetar edificações de qualidade com menor prazo de execução e redução da geração de resíduos.

O presente trabalho se justifica, por apresentar um estudo sobre o sistema *Wood Frame*, que pode ser alternativo aos sistemas construtivos tradicionais brasileiros, no mercado de habitação de interesse social.

1.2 OBJETIVO

O objetivo geral é difundir a tecnologia *Wood Frame* para que seu emprego seja disseminada técnica e culturalmente.

O objetivo específico é apresentar os detalhes construtivos de método *Wood Frame* para construção de habitação de interesse social.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira é o material de construção mais antigo, dada a disponibilidade na natureza e sua relativa facilidade de manuseio. Exige também mínima energia para o seu processamento quando comparado a outros materiais convencionais, como o aço e o concreto. Comparada a outros materiais de construção convencionais utilizados atualmente, a madeira apresenta uma excelente relação resistência/peso e possui ainda outras características favoráveis ao uso em construção, tais como facilidade de fabricação de diversos produtos industrializados e bom isolamento térmico (PFEIL, 2003). Além disso, a madeira tem atravessado os séculos como um componente essencial na construção de todos os tipos de edifícios, como formas para abóbadas, andaimes, formas e escoramento de estruturas de concreto e qualquer tipo de construção provisória (COLIN, 2011). Como também as de pequeno médio e grande porte. Embora esteja entre os materiais de construção mais antigos e atuais no mundo, a utilização deste material como elemento estrutural no Brasil ainda é associada à desinformação e a ideias equivocadas, como a de que se construir com madeira implica necessariamente no desmatamento de áreas preservadas. Segundo Molina (2010), “A madeira foi muito utilizada nas construções por arquitetos em meados do século XX, mas a partir da década de 1970 essa tecnologia começou a perder espaço no Brasil devido a inserção maciça das estruturas de concreto”.

2.2 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

Como produto de um processo orgânico, a madeira é um material heterogêneo e complexo, o que pode ser explicado pela quantidade, disposição, orientação e composição química de seus elementos anatômicos. Estes por sua vez são responsáveis pelas características da madeira, e portanto, influenciados por vários fatores tais como condições de temperatura, aspectos de composição e umidade do solo onde a árvore está localizada, o que explica como suas propriedades físicas e mecânicas diferem entre espécie e dentro de uma árvore (MELO 2017).

De acordo com Melo (2004), esta variabilidade pode ser medida através de um sistema de amostragem aleatória e representativa, com um erro mínimo de estimativa, realizando-se ensaios em corpos-de-prova isentos de defeitos tais como nós, fibras inclinadas, rachaduras, empenamentos, etc.

2.2.1. TRATAMENTO DA MADEIRA

A madeira é usada desde a antiguidade em construções e para a confecção de produtos de uso diário. É um dos materiais fundamentais à existência e à civilização humana. A madeira possui estrutura celular porosa, capaz de se expandir por ação de água. Quimicamente, ela consiste de uma estrutura celular com lignina, que confere rigidez para as paredes das células e hemicelulose, um polímero constituído de vários tipos de açúcar. Por ser um material natural, a madeira e os objetos de madeira são sensíveis a pragas de insetos, aos fungos e outros fatores externos que gera deterioração. Para aumentar sua durabilidade, a madeira precisa ser protegida por meios de processos geneticamente chamados de “tratamento de madeira” (MENDA, 2019).

2.2.2 BIODETERIORAÇÃO

As estruturas da celulose e da hemicelulose fazem com que a madeira seja alimento de organismos extremamente ativos, os insetos e os fungos. Eles são os principais

responsáveis pelo processo de biodeterioração dessa matéria. Estes organismos são conhecidos como xilófagos- a denominação vem de grego, xyló-madeira, phagein-comer. Os xilófagos que causam os maiores prejuízos são os fungos, os cupins e as brocas-de-madeira que podem provocar danos irreversíveis a residências, prédios, obras de arte e patrimônio histórico. Os fungos causam bolor, manchas profundas, apodrecimento da madeira, e podem reduzir a resistência ao impacto e aumentar a permeabilidade em madeiras intensamente atacadas. Eles proliferam em áreas afetadas pela umidade, já que a água é essencial para desenvolvimento desses organismos. Existem fungos emboladores, os manchadores e os apodrecedores que causam alterações nas propriedades físicas e mecânicas da madeira porque vão destruindo gradativamente as moléculas das paredes celulares. Os fungos apodrecedores se subdividem em três grupos: fungos de podridão branca, que degradam todos os componentes químicos estruturais da madeira, incluindo a celulose, os de podridão parda, que atacam moléculas de celuloses e de hemiceluloses da madeira e os fungos de podridão mole que atacam a superfície da madeira. Dentre os insetos xilófagos, os cupins e as brocas-de-madeira são os principais responsáveis pelos danos causados a madeira. Eles pertencem a duas ordens diferentes de insetos: os cupins são da ordem dos isópteros, e as brocas de ordem coleópteros. Há milhares de espécies de brocas, algumas atacam as árvores vivas, outras espécies atacam as árvores recém-abatidas, quando a umidade da madeira ainda é elevada, um grupo ataca a madeira durante a secagem e outro ataca a madeira já seca. Já os cupins também se subdividem entre categorias, os que causam maiores prejuízos a prédios e edificações são os cupins subterrâneos, que podem criar colônias em espaços não utilizados (MENDA, 2019)

2.2.3 TRATAMENTO DE PRESERVAÇÃO

Tratar a madeira com preservantes químicos antes de usá-la aumenta a resistência aos ataques orgânicos que causam a deterioração e garante sua durabilidade. Estes preservantes podem ser de três tipos: oleosos, derivados do alcatrão de hulha, oleossolúveis, que contêm misturas complexas de agentes fungicidas e ou inseticidas e hidrossolúveis, produtos contendo misturas de sais metálicos. A forma de aplicação

do produto preservante pode se sem ou com pressão. Os métodos sem pressão impregnam a madeira superficialmente e podem ser aplicados a três formas: por aspersão, com uso de pulverizadores, por imersão, quando a madeira é imersas totalmente em um tanque que contem preservantes por alguns segundos ou minutos, ou por pincelamento do produto. O método de aplicação do preservante com pressão faz com que a madeira fique profundamente empregada pela substancia, e deve ser executado em uma autoclave, equipamento de grandes dimensões disponível em usinas de tratamento de madeiras (MENDA, 2019).

O conservante utilizado para tratamento de madeira é o CCA (solução de Cobre, Cromo e Arsênio) que penetra nas fibras da madeira revestindo-as com Cobre (ação fungicida), Cromo (ação fixadora) e Arsênio (ação inseticida), logo protegendo-a de fungos, insetos (cupins e brocas) e até mesmo de organismos marinho (Tramal, 2019).

2.3 SUSTENTABILIDADE

A madeira é um dos mais relevantes e versáteis materiais de construção. Com ela se constroem estruturas, vedações, telhados, esquadrias, móveis, entre outros. É o único material que participa de todas os sistemas e etapas da construção de edifícios desde um simples andaime ou uma forma descartável até um nobre revestimento de parede. É o material natural renovável. Era antes da Revolução Industrial, o único material que poderia arcar com os serviços estruturais de flexão. Outros materiais naturais, como, pedra e argila, somente podem trabalhar a compressão (COLIN, 2011).

A madeira é material orgânico vegetal que está no planeta desde o período carbonífero, em constante formação e renovação, dependendo para isso de condições naturais propicias. Ela é formada por compostos químicos orgânicos baseados em 50 % de carbono e 43% de oxigênio. É o material renovável cuja produção é não poluente tem baixo consumo energético. Embora seja suscetível a insetos e fungos, sua secagem, preservação e utilização junto a outros materiais torna-a durável, e é considerada uma das atividades a poder melhor conjugar expansão econômica e baixo impacto ambiental, através da racionalidade de sua exploração e a

compatibilização das características de alta renovabilidade, energia acumulada, fixação de carbono e ciclo de vida. Pelo seu maior acesso, facilidade de manuseio e seus desdobramentos através da história, a madeira é considerada material básico para desenvolvimento humano (CUNHA, 2011).

2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO EMPREGO DA MADEIRA

Uma das grandes vantagens da madeira é que pode facilmente ser obtida a preços relativamente baratos e ser auto renovável. Além disso, é trabalhável com ferramentas simples e relativamente leve. Tem massa específica baixa, o que lhe confere também qualidades relacionadas com o conforto ambiental, apresentando boas condições de isolamento térmico e absorção acústica. Tem ótimo desempenho estrutural, superior, em alguns aspectos, ao do concreto. Pode ser reutilizada, o que somente prolonga a sua vida, como lhe confere um valor agregado. Sua beleza e diversidade de padrões são indiscutíveis (COLIN, 2011).

Trata-se de um material fundamentalmente heterogêneo a anisotrópico. Já utilizada na construção mesmo depois de transformada, a madeira é muito sensível ao ambiente, podendo haver retratilidade, variando assim suas dimensões de acordo com a variação de umidade. Vulnerabilidade a agentes externos, a resistência da madeira é boa em relação a ataques químicos, podendo sofrer danos devido ao ataque de ácidos ou bases muito fortes. Quando submetida ao ataque de definir base, resulta no aparecimento de manchas esbranquiçadas decorrentes da ação sobre a lignina e a hemicelulose da madeira. O ataque dos ácidos causa uma redução no seu peso e na sua resistência (RODRIGUES, 2018).

2.5 CONSTRUÇÃO CIVIL DE INTERESSE SOCIAL

Segundo Abiko (1995), habitação de interesse social ou habitação popular é um termo genérico que define uma solução de moradia voltada para população de baixa renda. Para o pesquisador, as habitações de interesse social não devem ser definidas apenas como produtos, mas também como um processo complexo de produção cujos resultados dependem de determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos,

ecológicos e tecnológicos. As habitações de interesse social são integradas de forma social e econômica com o entorno, devem oferecer ambientes de qualidade que permitam ao morador desenvolver a vida comunitária. O desenvolvimento de empreendimentos de interesse social exige dos profissionais e instituições envolvidas competências e habilidades para atender uma grande quantidade de usuários, que possuem expectativas e necessidades individuais e coletivas que estão além do desenho da habitação (KALIL, 2004). Neste contexto, a construção civil tem destacada relevância em função da geração de empregos proporcionados pelo setor e no atendimento aos requisitos de produtividade e qualidade das habitações. Pereira (2008) destaca que esta realidade tem gerado a necessidade de desenvolvimento de sistemas de gestão adaptados para a construção de habitações de interesse social, de forma a possibilitar que o planejamento proporcione uma mão-de-obra especializada e a implementação de um controle de qualidade com ênfase na produtividade e no menor custo, além de maior qualidade e durabilidade da habitação (KALIL, 2004).

2.6 PROGRAMA FEDERAL “MINHA CASA MINHA VIDA”

O Programa Minha Casa Minha Vida foi criado em 2009, com o objetivo de tornar a moradia acessível às famílias, sendo organizado por meio de cooperativas habitacionais, associações e demais entidades privadas sem fins lucrativos. O programa, ligado à Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, é dirigido a famílias de renda familiar mensal bruta de até 1800,00 estimulado assim o cooperativismo e a participação da população como protagonista na solução dos seus problemas habitacionais. O processo de escolha das famílias deve ser transparente, sendo obrigatória a publicização dos critérios de seleção nos meios de comunicação do Município. Para participar do Programa, a entidade precisa estar previamente habilitada pelo Ministério das Cidades e a proposta deve ser selecionada, após a análise a aprovação dos projetos pela Caixa (CEF, 2019).

2.7 SISTEMA CONSTRUTIVO INOVADOR NO “PFMCMV”

Em paralelo à necessidade do setor florestal, em 2009, o PMCMV foi lançado, criando uma expectativa de crescimento do setor da construção civil no Brasil, pois esperava-se a produção de mais de 1 milhão de residências populares. Isso significava que a indústria madeireira nacional poderia ter um aumento na sua demanda interna tendo em vista este novo cenário nacional. E, também os produtores de madeira serrada da espécie pinus, que estavam com estoques ociosos, concluíram que aplicar seu produto na construção civil poderia ser um avanço para movimentar comercialmente o setor madeireiro (ESPÍNDOLA, 2017).

Segundo Espíndola (2017), reorientar a aplicação da produção de serrados de pinus para produtos da construção civil tornou-se uma alternativa para estas indústrias. Mas, em geral, historicamente, o nicho destes produtos em madeira para as habitações era muito restrito a esquadrias e acabamentos de piso, forro e molduras. Por isso, era necessário ampliar as possibilidades dessa aplicação.

Nesse sentido, neste mesmo período, aliado ao PMCMV, o SINAT (Sistema Nacional de Aprovações Técnicas), enquanto política pública inserida desde 2007, se tornou um facilitador para implementar tecnologias construtivas consideradas inovadoras neste programa habitacional. O SINAT institui procedimentos de avaliação de diretrizes técnicas para os sistemas considerados não tradicionais no contexto brasileiro, ou não normatizados. Assim, seria possível provar a viabilidade de sistemas construtivos inovadores em madeira, conforme anseio do setor madeireiro e da construção civil. E, após a deliberação deste processo, tais construções executadas poderiam ser financiadas por agentes públicos, (ver figura 1) como CEF (Caixa Econômica Federal), e inseridas no PMCMV (ESPÍNDOLA, 2017).

FIGURA 01: MINHA CASA MINHA VIDA, WOOD FRAME.



FONTE: TECVERDE (2019)

2.8 SISTEMA CONSTRUTIVO *WOOD FRAME*

2.8.1 FUNDAÇÕES

As fundações devem ser definidas para cada local específico de implantação da obra. Todavia, de acordo com a LP Brasil (firma pioneira mundial em fabricação OSB), as fundações utilizadas normalmente para edificações de pequeno porte, casas ou sobrados, no sistema Wood Frame tem sido laje tipo radier ou sapatas corridas, no caso de ser o artefato arquitetônico implantado em terraplanos (SILVA, 2010).

2.8.2 PISO E ÁREAS MOLHÁVEIS

Nos locais em que a estrutura do piso é de barrote de madeira com deck de OSB (Oriented Strand Board: painel de tiras de madeira orientada), considera-se o OSB como um contra piso. Podem-se aplicar carpetes, pisos engenheirados, preferencialmente flutuantes e com manta intermediária, de forma a garantir isolamento acústica a ondas gerada por impactos (ver figura 2). Nas áreas molháveis, sobre o OSB, aplicam-se chapas cimentícias de 12mm coladas sobre o OSB e parafusadas em um gride de 20cm x 20 cm. Sobre as chapas cimentícias vai uma impermeabilização do tipo membrana acrílica impermeável cuja aplicação é feita por pintura a frio em três demãos cruzadas. Nas juntas entre placas, bem como nos cantos

com as paredes e ralos, é também aplicada uma tela de poliéster ou fibra de vidro como estruturante. Sobre a impermeabilização, coloca-se o piso frio com argamassa colante tipo 1 flexibilizando com resina acrílica. Nas áreas muito expostas a água (boxe de chuveiro, por exemplo) recomenda-se a impermeabilização também da placa de *Drywall* ou chapa cimentícia, com selador acrílico antifungos e pintura de resina acrílica pura (SILVA, 2010).

FIGURA 02: EXECUÇÃO DE CONTRA PISO.



FONTE: TECVERDE (2019)

2.8.3 PAREDES ESTRUTURAIS

O sistema é composto basicamente por paredes portantes que são o suporte para a primeira plataforma ou placas cimentícias. O conceito é de que a plataforma trava os apoios e faz o contraventamento horizontal da estrutura (ver figura 3). A partir daí novos painéis de paredes portantes são levantados sobre a plataforma e, assim sucessivamente até o telhado, podendo usualmente serem construídas obras de até quatro pavimentos, sem mudanças muito significativas no método descrito. Os painéis de paredes são compostos por montantes verticais madeira com seção típica de 5,08 cm x 10,16 cm que, após aparelhado, tem seção 38mm x 90m. Esses montantes estão

dispostos com espaçamento entre si que podem ser de 40 cm ou 60 cm, modulação essa em consonância com os tamanhos das placas de *Drywall* e de OSB. Cada painel é fechado com duas guias de madeira da mesma seção, uma superior e outra inferior. Após a disposição dos painéis, sobre a fundação ou sobre a plataforma, conformando a planta do pavimento, uma segunda guia de madeira é pregada sobre a guia superior, Sobrepondo os encontros de painel, solidarizando-os. Todas as ligações são pregadas. O prego, apesar de parecer um elemento primitivo, é um ótimo sistema de fixação, especialmente quando pregado de forma não perpendicular à superfície, tornado a ligação mais resistente quanto ao arranchamento. No sistema Wood Frame são utilizados pregos tipo ardox ou tipo anelado que também dificultam o arranchamento, especialmente em madeiras macias como pinus. Os pregos deverão ser sempre galvanizados a fogo, uma vez que deverão ter longa vida de serviço (SILVA, 2010).

FIGURA 03: PAREDE PRONTA PARA O FECHAMENTO COM PLACAS EM GESSO



FONTE: ATOS ARQUITETURA (2019)

2.8.4 ISOLAMENTO TÉRMICO

As mantas ou lãs isolantes térmicas e absorventes acústicos podem ser instaladas no interior das paredes internas e externas, e sobre os forros nas coberturas, de acordo com a necessidade do projeto (ver figura 4). São empregadas em geral barreiras

radiantes na cobertura com preferência pelo uso de filmes de alumínio estruturados ou chapas estruturais LP Techshield. Essas chapas são estruturais de OSB revestido com papel folha de alumínio. Por ser uma chapa estrutural, o Techshield é considerado contraventamento da estrutura de cobertura. O índice de reflexão à radiação solar é de 97%, segundo a empresa (SILVA, 2010).

FIGURA 04: ISOLAMENTO TERMICO.

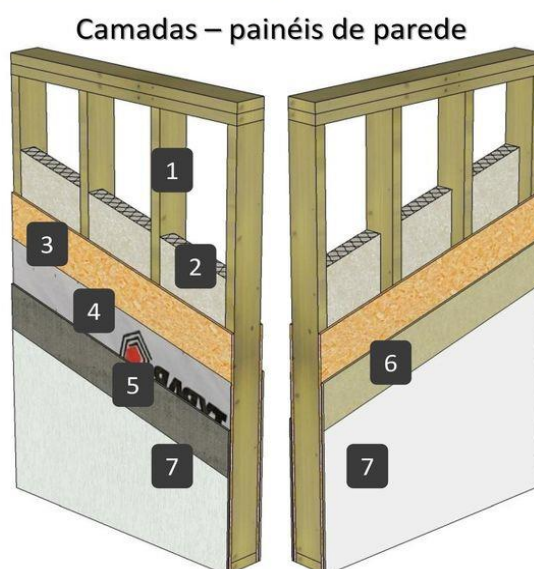
Tecnologia Wood frame



Wood Frame

Composição de materiais com função estrutural, de isolamento térmico-acústico, vedação e acabamentos

1. Estrutura de madeira
2. Isolante térmico-acústico
3. OSB
4. Membrana hidrófuga
5. Placa cimentícia
6. Placa de gesso acartonado
7. Acabamento



FONTE: TECVERDE (2019)

2.8.5 SISTEMA ELÉTRICO E HIDRÁULICO

Os sistemas elétrico e hidráulico utilizados para essa construção podem ser os mesmos de uma construção convencional. O mercado também dispõe de materiais elétricos e hidráulicos desenvolvidos especialmente para *Drywall* e framing, como caixas eletroicas que são fixadas diretamente nas chapas de fechamento, e sistemas flexíveis conhecidos como tubo PEX, de polietileno reticulado, que resistem a altas temperaturas e podem ser utilizados tanto para água fria como para água quente. As tubulações e elétrodutos são instalados no interior das paredes, preparando-se previamente todas as furações necessárias (ver figura 5). Evita-se que os perfis verticais sejam perfurados, de modo que toda ligação horizontal é feita internamente

no forro, quando existe a necessidade de se furar um montante, o furo deve respeitar a especificação de diâmetro máximo igual a 1/3 da espessura do montante, isso deve ser previsto no projeto estrutural. E em geral, as tubulações e eletrodutos são colocados verticalmente nas paredes, entre montantes estruturais (SILVA, 2010).

FIGURA 05: PAINEL PARA SER INSERIDO SISTEMA ELÉTRICO E HIDRÁULICO



FONTE: TECVERDE (2019)

2.8.6 FECHAMENTO E REVESTIMENTO INTERNO

O revestimento interno normalmente é feito com chapas de gesso para *Drywall*. Nas paredes internas podem ser aplicadas chapas OSB sob as chapas de gesso de *Drywall*, caso necessário (ver figura 6). No caso dessas chapas para *Drywall*, destinadas a paredes, recomenda-se consultar a NBR 15758 - 1:2009 – Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para *Drywall* – Projeto e Procedimentos Executivos para Montagem Parte 1: Requisitos para sistemas usados, como paredes (SILVA, 2010).

FIGURA 06: REVESTIMENTO INTERNO.



FONTE: TECVERDE (2019)

2.8.7 FECHAMENTO E REVESTIMENTO EXTERNO

As chapas LP OSB, além de fazerem parte da estrutura, também tem a função de fazer a vedação das paredes externas e sobre as chapas estruturais são empregados os acabamentos ou revestimentos externos (ver figura 7). Os montantes são espaçados a cada 400mm ou 600mm e são contraventados com chapas OSB de espessura 11,1mm. As chapas estão disponíveis nas dimensões 1,20m x 2,40m e 1,20m x 3,00m, nas espessuras de 9,5mm, 11,1mm, 15,1mm e 18,3mm. A espessura da chapa a ser utilizada é determinada conforme o projeto estrutural, considerando o espaçamento entre montantes e o tipo de revestimento a ser empregado sobre a chapa. Sobre as chapas de OSB é aplicada membrana hidrófuga que tem a função de proteger as paredes da ação de umidade externa e permitir a saída do vapor d'água do interior da casa evitando condensações de umidade. Pode-se aplicar qualquer tipo de revestimento sobre a membrana hidrófuga: tijolo aparente, lito cerâmica, estuque, revestimento constituído por argamassa aditivada com fibra de polipropileno, malha metálica galvanizada, malha de fibra de vidro, siding de PVC, placa cimentícia, placas de cerâmica, etc (SILVA, 2010).

FIGURA 07: REVESTIMENTO EXTERNO.



FONTE: TECVERDE (2019)

2.8.8 LAJE SECA

Laje seca é a laje na qual as chapas de OSB têm a função de contra piso. Sobre as chapas de OSB são aplicados os revestimentos, como: carpete de tecido ou de madeira, paquete, laminados, revestimentos cerâmicos, porcelanatos, placas vinílicas, etc (SILVA, 2010).

2.8.9 LAJE MISTA

Considera-se como laje mista a laje de OSB sobre a qual aplica-se uma lâmina plástica, sobre uma camada de pelo menos 5cm de concreto armado com malha metálica. De acordo com a LP brasil nesse caso pode-se aplicar qualquer tipo de revestimento ou acabamento final, recomenda-se utilizar argamassa pelo menos do tipo ACLL no assentamento de revestimentos cerâmicos e porcelanatos (SILVA, 2010).

2.8.10 TELHADOS E COBERTURAS

Por ser flexível o Wood Frame adapta-se a qualquer projeto arquitetônico, sendo possível executar telhados com diversas inclinações, telhados planos e curvos. Podem ser utilizadas telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento, concreto ou shingles asfálticas (ver figura 8), ou até mesmo telhados pré fabricados (SILVA, 2010).

FIGURA 08: TELHADO PRÉ FABRICADO.



FONTE: LOBO NOTÍCIAS (2019)

2.8.11 TRANSPORTE E MONTAGEM

Todas as etapas de produção das casas em Wood Frame são feitas em plantas industriais (ver figura 9). A casa completa é então, posteriormente transportada para montagem no local da obra (SILVA, 2019).

FIGURA 09: TRANSPORTE E MONTAGEM



FONTE: UNIVERSIDADE FUMEC (2019)

2.8.12 MANUTENÇÃO

Decorrido o prazo de cinco anos, entretanto, cabe uma avaliação da necessidade de se executar alguma intervenção, além da lavagem, como a aplicação de uma pintura acrílica. Quando da execução de uma nova pintura acrílica é recomendado que eventuais fissuras surgidas ao longo dos anos sejam previamente tratadas. No caso de substituição ou reparos em revestimento cerâmico deve haver cuidado em reparar possíveis danos causados às placas cimentícias que servem de substrato. Em

qualquer situação de reparos em revestimentos, a membrana hidráulica deve se manter sempre intacta, se houver danos a membrana deve ser substituída. Devem ser tomados cuidados quanto à manutenção de instalações de água e esgoto, para que não haja vazamentos constantes sem reparos, pois pode haver deterioração da madeira empregada, com aparecimento de fungos, e danos às chapas de revestimento, como as de gesso para *Drywall*. Os telhados também devem ser mantidos sempre limpos, bem como o sistema de captação e condução de águas pluviais, sendo que telhas danificadas ou quebradas devem ser prontamente reparadas, para que não haja incidência de água sobre os produtos de madeira da estrutura, sobre os elementos metálicos de ligação e sobre chapas de revestimento como as de gesso (SILVA, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, inicialmente foi executada uma ampla pesquisa bibliográfica sobre a aplicação da madeira na construção civil, as propriedades físicas, a variabilidade e durabilidade naturais da madeira, as características construtivas e estruturais do sistema construtivo *Wood Frame*, assim como suas vantagens e desvantagens.

Após a compreensão do sistema *Wood Frame* e suas especificidades, foi necessário um processo denominado Estado da Arte e da Técnica das condições de habitação social no Brasil, a evolução dos conceitos, diretrizes e políticas públicas para este tipo de construção a fim de compreender a complexidade do contexto social e seus desafios.

Em seguida, foi investigado a aplicação do sistema *Wood Frame* em Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social.

Foi feita elaboração do projeto em *Wood Frame* para a construção de habitação de interesse social, um projeto no qual poderá ser utilizado em qualquer sistema estrutural.

4 RESULTADOS

4.1 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO *WOOD FRAME*

O projeto arquitetônico base, tomado como referência para desenvolvimento de um projeto em Wood Frame, é um projeto feito exclusivamente para esse trabalho, pelas estudantes e orientador, que se encaixa perfeitamente para uma habitação do programa Federal Minha Casa Minha Vida.

Trata-se de um projeto para uma edificação residencial com 2 dois dormitórios, sala de estar, cozinha, banheiro e área de serviço, os dormitórios são instalados na parte superior, neste caso um mezanino, totalizando área de 45m².

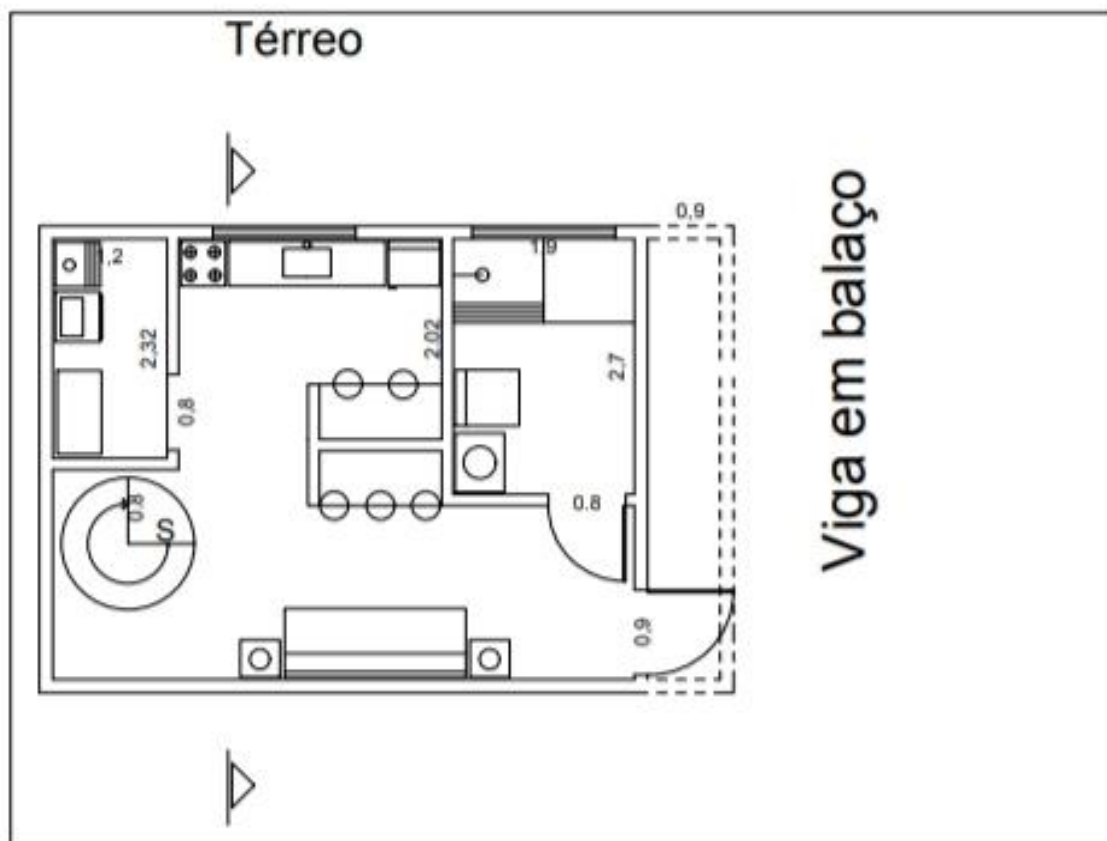
A escolha projetual de um piso elevado, no caso o mezanino, deve-se a uma otimização de área construída e conseqüentemente a necessidade de uma implantação em um terreno de dimensões mais reduzidas que o usual, fazendo com que a relação custo/benefício do empreendimento imobiliário se torne mais interessante ao empreendedor. As necessidades programáticas são atendidas em áreas sensivelmente menores.

4.2 PROJETO EM *WOOD FRAME*

Utilizando o projeto arquitetônico, tendo como base o sistema construtivo citado no capítulo 3 deste trabalho, foi desenvolvido o projeto estrutural da edificação considerando que fosse construída em *Wood Frame*.

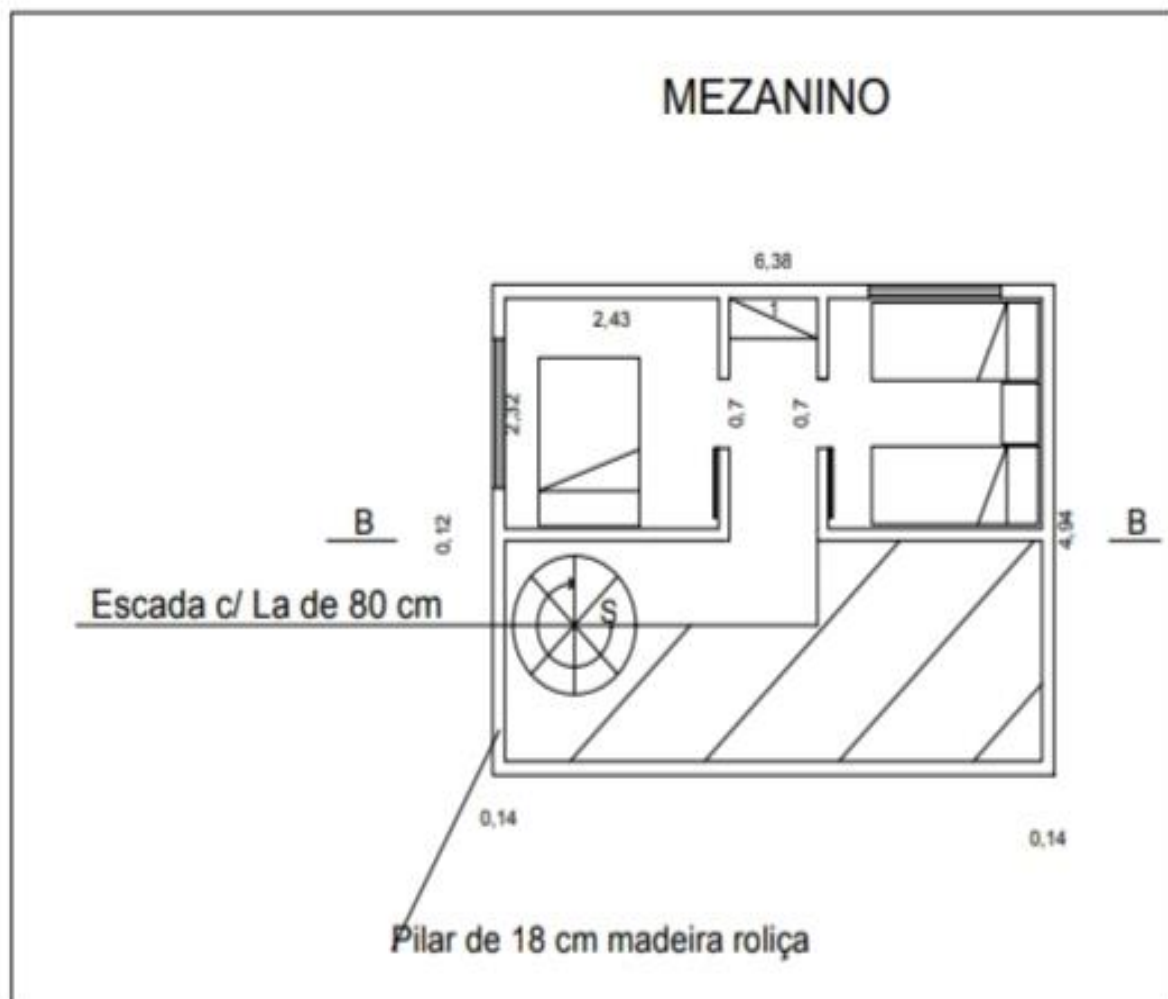
4.3 ESTUDO DE CASO: PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL COM 45 M² DE ÁREA CONSTRUÍDA

FIGURA 10: PLANTA E LAYOUT TÉRREO



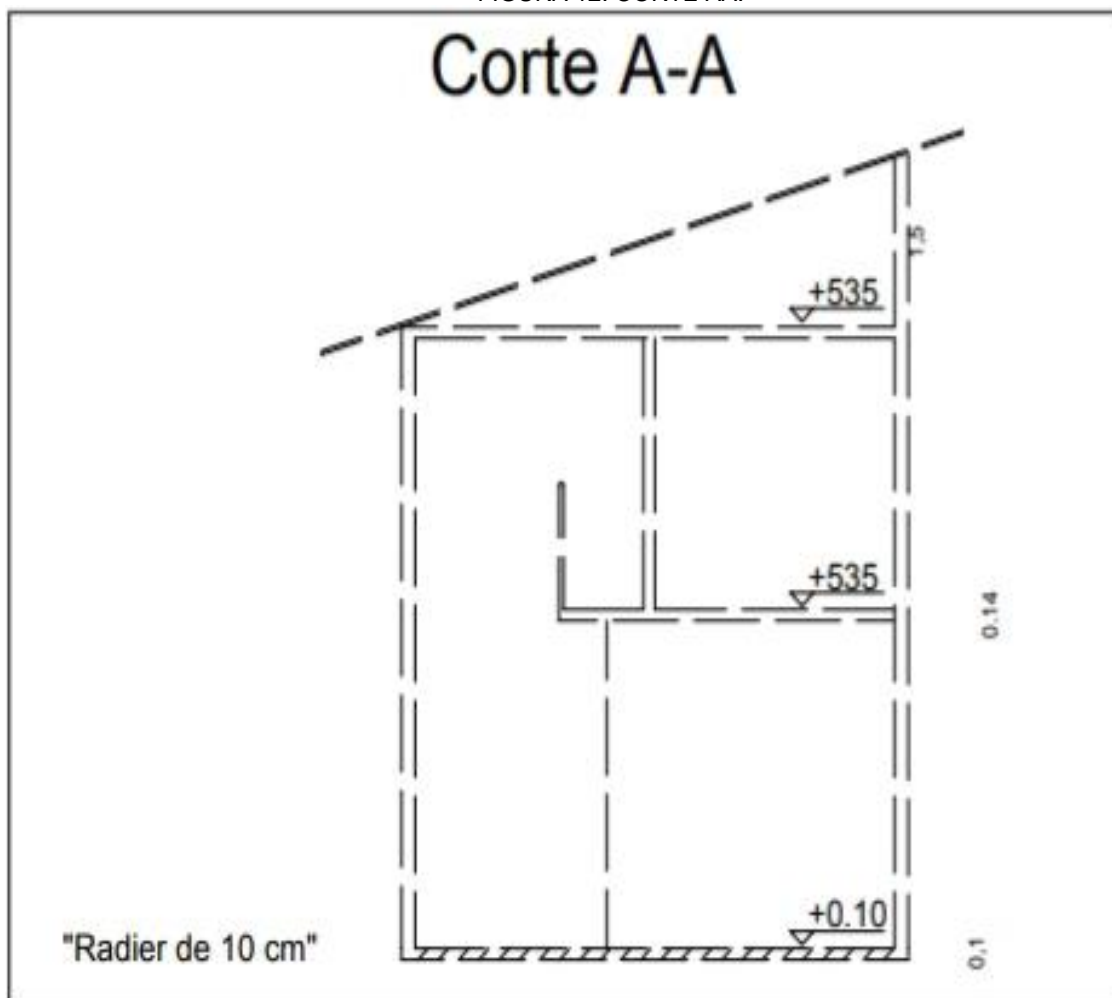
FONTE: AUTORA (2019)

FIGURA 11: PLANTA E LAYOUT MEZANINO.



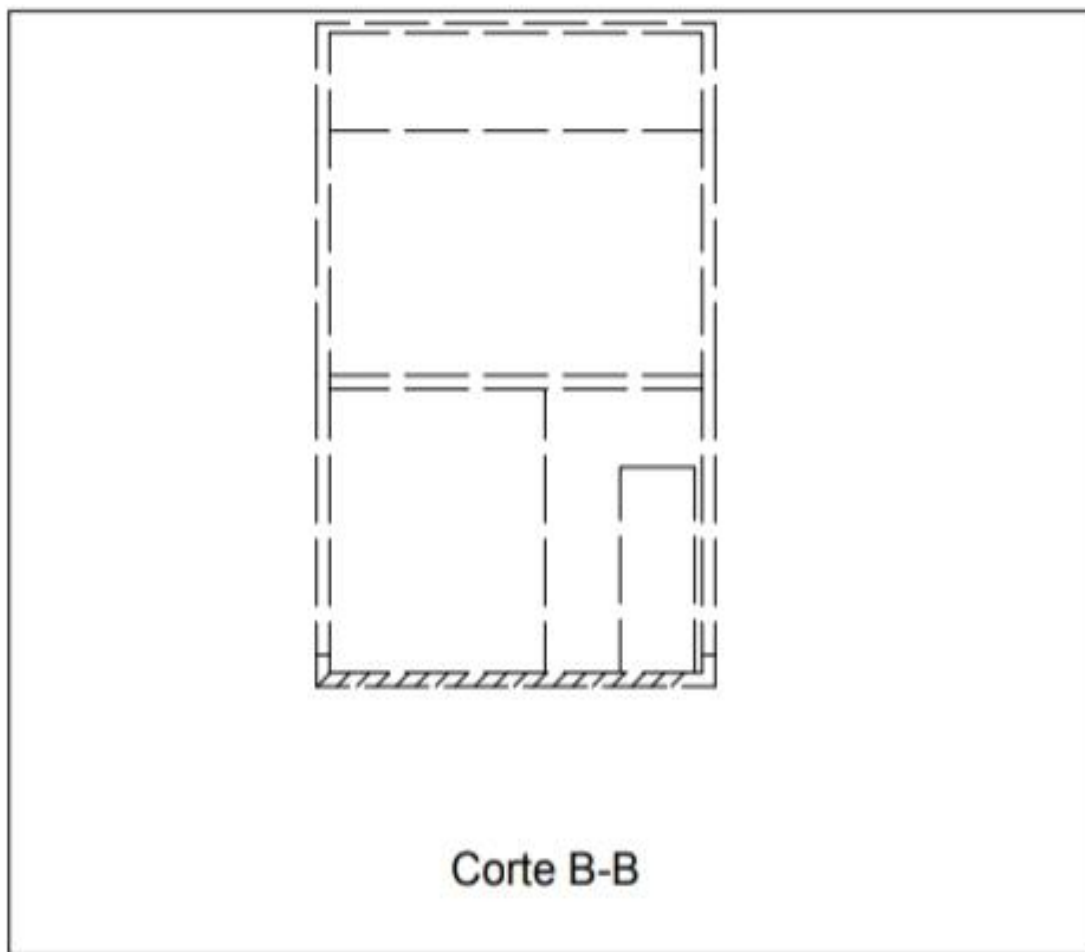
FONTE: AUTORA (2019)

FIGURA 12: CORTE AA.



FONTE: AUTORA (2019)

FIGURA 13: CORTE BB.



FONTE: AUTORA (2019)

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO.

Desta forma, foi elaborado um projeto no qual se encaixa perfeitamente no programa Federal Minha Casa Minha Vida de Faixa 1, que são de até 45m², para famílias com renda de até R\$1.800,00. É válido enfatizar que o presente projeto foi elaborado juntamente com a arquitetura, que quase não se destaca em habitações de interesse social, justamente porque é buscado o óbvio e comum com medo de errar.

A residência apresentada através deste projeto, acomodará não somente uma família de 2 ou 4 pessoas, não será uma edificação simplificada de somente 1 quarto, que geralmente é o padrão dos projetos de Faixa 1 do programa federal MCMV, e sim

incluindo uma Arquitetura diferenciada foi elaborado o mezanino, para que assim fosse possível ter 2 quartos, e um espaço de vivencia atendesse uma família maior, que no caso acomodará até 7 pessoas.

O projeto arquitetônico apresenta 1 quarto para um casal, 1 quarto para 4 pessoas, contendo duas beliches, uma área de estar ampla, um sofá que poderia acomodar mais um membro familiar, ou até mesmo se alguém da família fosse cadeirante não atrapalharia em nada as escadas, as banquetas da cozinha servem tanto para as refeições, quanto para ser usada na área de estar para lazer dos ocupantes.

4.5 MEMÓRIA DE CÁLCULO

O cálculo estrutural foi elaborado por meio dos ELU e Estado Limite Último-ELU (tensões normais) e do Estado Limite de Serviço – ELS (flexa). Conforme abordagem usual foi escolhida a viga que tem como comprimento 6,28m e que se localiza no mezanino.

Estado Limite Último (ELU) (Tensões Normais)

Viga de seção 15x30cm e comprimento de 6,28m.

Calculo de g , carga permanente da viga bi apoiada. Madeira de Eucalipto clonada com classe de resistência D40, resistência a compressão paralelas às fibras de 40 MPA e Massa Específica de 670 Kg/m³

Área da Seção: 0,15m x 0,30m = 0,045m²

Volume as seções: 0,045m³ x 6,28m = 0,28m³

Peso da Peça 0,28m³ x 670Kg/m³ = 189,30Kg

Cálculo do Estado Limite Último (ELU) (Tensões Normais):

$$p = \frac{189,30}{628} = 0,30\text{kgf} / \text{cm}$$

$$p = 0,003\text{kN} / \text{cm}$$

$$g_1 = 3 \times 10^{-3} \text{kN} / \text{cm}$$

CLT- Cálculo de g_2 (área de influenciada laje de $6,28m \times 2,31m=14,56m^2$):

$$\Delta = 50\% \times 14,56 = 7,28m^2$$

$$V = 7,28m^2 \times 0,1m = 0,73m^3$$

Massa Específica da Espécie Pinus Elliotii $560kg/m^3$, classificação:C40($f_{co}=40Mpa$):

$e= 10cm$

$$P_2 = 560kg / m^3 \times 0,73m^3 = 408kgf$$

$$g_2 = \frac{408}{628} = 0,65kgf / cm = 0,65 \times \frac{1,0}{100} =$$

$$g_2 = 0,0065kN / cm$$

Sobrecarga de 1kN (q)

Cálculo Momento Máximo (M_{dmax}):

$$M_d \max = 1,4g_1 + 1,4g_2 + 1,4q =$$

$$M_d \max = 1,4 \left[\left(\frac{g_1 x l^2}{8} + \frac{g_2 x l^2}{4} + \frac{q x l^2}{4} \right) \right] = 1,4 \times 469 =$$

$$M_d \max = 5.344kN.cm$$

Cálculo de $\tau_{co,d}$:

$$\tau_{co,d} = \frac{M}{I} \cdot Y =$$

$$I = \frac{b x h^3}{12} = \frac{15 \times 30^3}{12} =$$

$$I = 33.750cm^4$$

$$\tau_{co,d} = \frac{5.344}{33.750} \times 15 =$$

$$\tau_{co,d} = 2,38kN / cm$$

Cálculo de $f_{co,d}$:

$$f_{co,d} = 0,56 \times \frac{4}{1,4} = 1,6 \text{ kN / cm}$$

$$2,38 \geq 1,6$$

$$\text{Assim, } \tau_{c0,d} \leq f_{co,d}$$

$$\text{fica, } 0,7 \leq 1,6 \therefore \text{OK!}$$

Em conclusão, a hipótese adotada da seção da viga bi apoiada de 15x30cm e a Classe da madeira C=40Mpa, estão OK!

Estado Limite de utilização/serviço (ELS) (FLEXA):

$$V_{\max} = \frac{L}{200} = \frac{628}{200} = 3,14 \text{ cm}$$

$$V_{\max} = 3,14 \text{ cm}$$

$$V_g = \frac{5}{384} = \frac{g_1^4}{E_{ef}.I} = \frac{5}{384} \times \frac{0,01 \times 628^4}{1092 \times 33750} = 0,55 \text{ cm}$$

$$V_q = \frac{qx^3}{48 \times E_{ef}.I} = \frac{1 \times 628^3}{48 \times 1092 \times 33750} = 0,14 \text{ cm}$$

$$V_g + V_q = 0,55 + 0,14 = 0,70 \text{ cm}$$

$$V = 0,70 \text{ cm} \leq V_{\max} = 3,14 \text{ cm} \therefore \text{OK!}$$

Memória de Cálculo (Pilar):

Pilares de 15x20cm

$$\sum MA = 0$$

$$g_1 \times \frac{x}{2} + g_2 \times \frac{x}{2} + qx \times 3,14 - R_{vb} \times 6,28 = 0$$

$$\text{sendo, } x = 3,14$$

$$0,003 \times \frac{3,14}{2} + 0,0065 \times \frac{3,14}{2} + 3,14 - R_{vb} \times 6,28 = 0$$

$$\frac{3,14}{2} \times (0,003 + 0,0065) + 3,14 - R_{vb} = 0$$

$$R_{vb} \times 6,28 = \frac{3,14}{2} \times (0,003 + 0,0065) + 3,14 =$$

$$R_{vb} = \frac{3,14}{2} \times (0,003 + 0,0065) + 3,14 =$$

$$157 \times 0,0095 + 3,14 = 315,50 \text{ kN}$$

$$R_{va} = R_{vb} = 315,50 \text{ kN} \rightarrow N_d = 315,50 \text{ kN}$$

Cálculo do Índice de Esbeltes FL2:

$$\lambda = \frac{L_0}{i_{\min}} = \frac{628}{5,80} = 108,30$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{\Delta}} =$$

$$I = \frac{b x h^3}{12} = \frac{15 x 20^3}{12} = 10.000 \text{ cm}^4$$

$$\Delta = 15 x 20 = 300 \text{ cm}^2$$

$$\therefore i = \sqrt{\frac{10.000}{300}} = \sqrt{33,3} = 5,80$$

$$\lambda = 108,30 \leq 140$$

Peça Esbelta!!

Cálculo de $f_{c0,d}$:

$$f_{c0,d} = \frac{0,56 x 40}{14} =$$

$$f_{c0,d} = 16 \text{ MPa} = 1,6 \text{ kN / cm}^2$$

Verificação Final do Pilar:

$$\tau_{c0,d} = \frac{Nd}{\Delta} + \frac{Md.y}{I} \leq f_{c0,d}$$

$$\tau_{c0,d} = \left(\frac{315,50}{300} \right) + \left(\frac{5.344}{10.000} x 10 \right) = 2,77 \text{ kN / cm}^2$$

$$1,6 \leq 2,77$$

HIPOTHESES :

$$I = \frac{b x h^3}{12} = \frac{15 x 40^3}{12} = 80.000 \text{ cm}^4$$

$$\tau_{c0,d} = \left(\frac{315,50}{300} \right) + \left(\frac{5.344}{80.000} x 10 \right) = 1,48 \text{ kN / cm}^2$$

$$\tau_{c0,d} = 1,48 \text{ kN / cm}^2$$

$$1,48 \leq 1,6, \text{ OK!}$$

5 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Este trabalho propôs compreender o processo do sistema construtivo *Wood Frame* inserido em programa habitacional financiado para famílias socialmente vulneráveis. Também abordou o aspecto da viabilidade do projeto, apresentando um estudo de caso para o tema proposto, com um viés arquitetônico singular, inserindo um mezanino e desta forma, potencializando a área construída do artefato, sem aumentar a do térreo.

Como abordado neste trabalho, o sistema *Wood Frame* não é de origem brasileira. Essa tecnologia vem sendo bastante utilizada em outros países, como Estados Unidos e Canadá.

A busca por sistemas construtivos sustentáveis e inovadores vem crescendo ao redor do mundo, e com isso o método *Wood Frame* vem conquistando espaço no mercado nacional. Porém, apesar de suas qualidades, o sistema é pouco conhecido no Brasil. Entretanto, é necessário que haja empenho de empresas, profissionais do ramo, conscientização da sociedade, em relação a sustentabilidade e por ser um método que gera poucos resíduos, e além disso é renovável, para que assim esses novos sistemas construtivos sejam cada vez mais utilizados no nosso país.

REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex K. **Introdução à Gestão Habitacional**, 1995, (Texto Técnico) Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

CARVALHO, Joyce, **Portal Madeira e Construção**, Disponível em <<https://madeiraeconstrucao.com.br/novo/noticias/novo-site-madeira-e-construcao-2/>> Acesso em: 10 de maio de 2019

COLIN, Silvio, **Coisas da Arquitetura**, Disponível em <<https://coisasdaarquitetura.wordpress.com/2011/02/24/a-madeira-em-tempos-de-sustentabilidade-i/>> Acesso em: 10 de maio 2019

CUNHA, Viviane, **Madeira e Sustentabilidade, como vai essa relação**, Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.129/3750>> Acesso em: 15 de maio de 2019

ESPÍNDOLA, Luciana R., **O Wood Frame na Produção de Habitação Social no Brasil**. 2017. 331 f. Tese (Doutorado em Ciências) Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2017.

MELLO, Roberto L., **Projetar em Madeira: Uma Nova Abordagem**. 2007. 135 f. Dissertação (Mestre em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, 2007.

MENDA, Mari, Conselho Regional de Química, Disponível em <https://www.crq4.org.br/quimicaviva_tratamento_de_madeiras> Acesso em: 15 de outubro de 2019.

MOLINA, Júlio C, CALIL, Carlito, **Sistema Construtivo em Wood Frame para Casas de Madeira**, Londrina, 2010.

PFEIL, Walter, PFEIL, Michele, **Estruturas de Madeira**, Rio de Janeiro, LTC editora, 6ª edição, 2003, 1p.

RODRIGUES, Luana M., **A Madeira e sua Utilização na Construção Civil**, Disponível em <<https://www.webartigos.com/artigos/a-madeira-e-sua-utilizacao-na-construcao-civil/159256>> Acesso em: 05 de maio 2019

SILVA, Fernando B., **Sistema Construtivo**, Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/161/sistemas-construtivos-286726-1.aspx>> Acesso em: 12 de maio de 2019

Site Caixa Econômica Federal, **Minha Casa Minha Vida**,

Disponível em <

http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_habitacao/entidades/entidades.asp >

Acesso em: 07 de maio de 2019