



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

MARIA EDUARDA LOPES BARBOSA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO SOBRE A
APLICAÇÃO DOS MÉTODOS WOOD FRAME E STEEL FRAME NO BRASIL**

ARIQUEMES – RO

2023

MARIA EDUARDA LOPES BARBOSA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO SOBRE A
APLICAÇÃO DOS MÉTODOS WOOD FRAME E STEEL FRAME NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de ENGENHARIA CIVIL do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Ma. Silênia Priscila da Silva Lemes.

ARIQUEMES - RO

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B238s Barbosa, Maria Eduarda Lopes.

Sustentabilidade na construção civil: um estudo sobre a aplicação dos métodos *Wood Frame* e *Steel Frame* no Brasil. / Maria Eduarda Lopes Barbosa. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2023.

65 f.

Orientador: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes.

Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2023.

1. Métodos de Construção. 2. Execução de Obras. 3. Impacto Ambiental. 4. Construção Civil Brasileira. I. Título. II. Lemes, Silênia Priscila da Silva.

CDD 620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

MARIA EDUARDA LOPES BARBOSA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO SOBRE A
APLICAÇÃO DOS MÉTODOS WOOD FRAME E STEEL FRAME NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de ENGENHARIA
CIVIL do Centro Universitário FAEMA –
UNIFAEMA como pré-requisito para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof.^a. Ma. Silênia Priscila
da Silva Lemes.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ma. Silênia Priscila da Silva Lemes
Centro Universitário UNIFAEMA

Prof. Dr. Me. Felipe Cordeiro de Lima
Centro Universitário UNIFAEMA

Prof. Dr. Me. Jociel Honorato de Jesus
Centro Universitário UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO
2023**

Dedico este trabalho a minha família, que sempre estiverem do meu lado, cuidando de mim, me dando o maior apoio e me incentivando a nunca desistir dos meus sonhos e dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder a oportunidade de estar vivendo esse grande sonho, ao longo desses cinco anos, ele tem me dado saúde para caminhar com força e sabedoria para alcançar os meus objetivos, toda a minha gratidão eu ofereço a ele.

Sou extremamente grata a minha mãe Idalina de Jesus Lopes, e ao meu pai Mauro Barbosa Ramos, por me terem me criado com educação, gentileza e dignidade, por sempre estarem me ajudando em tudo e por me motivarem a não desistir e continuar lutando por esse sonho.

E a minha orientadora M^a. Silênia Priscilla da Silva Lemes, pela paciência e por todo o tempo dedicado a nós alunos e pelos seus ensinamentos transmitidos aos longos desses anos para a minha formação acadêmica.

A todos os professores minha imensa gratidão por todos os ensinamentos aos longos desses anos, nos mostrando o caminho certo e por onde devemos seguir, sempre nos auxiliando e nos motivando a não desistir dos nossos objetivos.

Quero agradecer aos meus amigos que estiveram comigo desde o início, sempre me apoiando e me motivando a lutar sempre e não desistir.

E agradecer a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização de mais um sonho.

*O Senhor é a minha rocha, a minha
fortaleza
e o meu libertador;
o meu Deus é o meu rochedo,
em quem me refúgio.
Ele é o meu escudo e o poder que
me salva,
a minha torre alta.
Salmos 18:2*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de construção sustentável em <i>Light Steel Frame</i>	21
Figura 2 - Radier precisando do estaqueamento e blocos sobre as estacas.....	23
Figura 3 - Perfis de aço para uso em LSF e suas respectivas aplicações.....	24
Figura 4 - Laje mista com a concretagem finalizada.....	25
Figura 5 - Cobertura feita com a aplicação da telha asfáltica.....	26
Figura 6 - As três placas de gesso acartonado mais utilizadas no Brasil.....	27
Figura 7 - Isolamento do <i>Steel frame</i> com lã de vidro.....	28
Figura 8 - Instalação elétrica e hidráulica no sistema <i>Steel frame</i>	29
Figura 9 - Detalhe da casa pré-montada em <i>Wood frame</i>	32
Figura 10 - Junção das etapas do sistema em <i>Wood Frame</i>	34
Figura 11 - Fundação em radier após a concretagem.....	35
Figura 12 - Laje com camada fina de concreto.....	36
Figura 13 - Etapas da Cobertura com telha <i>Shingle</i>	37
Figura 14 - Fechamento da parede montada com contraventamento.....	38
Figura 15 - Exemplo da Instalação das placas no sistema em <i>Wood frame</i>	39
Figura 16 - Fiação no interior da parede.....	40
Figura 17 - Detalhes nas tubulações no teto.....	41
Figura 18 - Levantamento de uma estrutura em <i>Steel frame</i>	45
Figura 19 - Detalhes do levantamento de uma estrutura em <i>Steel frame</i>	46
Figura 20 - Levantamento de uma estrutura em <i>Wood Frame</i>	47
Figura 21 - Detalhes do levantamento de uma estrutura em <i>Wood Frame</i>	48
Figura 22 - Vigas de contravento e fixação das vigas chumbador mecânico.....	49
Figura 23 - Montagem dos montantes na parte inferior da estrutura.....	50
Figura 24 - Fechamento e finalização da estrutura.....	51
Figura 25 - Exemplo de um projeto do sistema <i>Wood frame</i>	52
Figura 26 - Detalhes do levantamento de uma estrutura em <i>Steel frame</i> em MG.....	53
Figura 27 - Estrutura em <i>Wood Frame</i> começando a ser executada.....	55
Figura 28 - Detalhes da construção de casas em <i>Wood frame</i>	56
Figura 29 - Detalhes da construção da cobertura no sistema <i>Wood frame</i>	57

RESUMO

A construção civil abriga uma ampla diversidade de atividades vinculadas à concepção e execução de obras, sendo que a sustentabilidade se destaca como um princípio de relevância no setor, decorrente dos efeitos específicos que têm impactado sobre o meio ambiente. Torna-se imperativo desenvolver soluções destinadas à mitigação desses impactos, priorizando a preservação ambiental. Nesse contexto, é essencial introduzir técnicas que possam reverter positivamente o impacto dessas ações na execução de obras. Apesar de abordar amplamente a sustentabilidade na construção civil, a presente revisão bibliográfica tem como foco principal os métodos construtivos a seco, como Wood Frame e Steel Frame, e seu processo de aplicação no Brasil. A pesquisa busca fornecer uma visão abrangente dos métodos, relatos do processo de execução, a descrição das vantagens e desvantagens, além da identificação de casos de sucesso e desafios específicos no cenário brasileiro, considerando fatores climáticos, culturais e regulamentais. Portanto, a pesquisa busca fornecer uma visão abrangente e aprofundada sobre a sustentabilidade na construção civil, com ênfase em métodos construtivos a seco. A partir disso, é notório que o Brasil enfrenta a urgência de adoção de práticas sustentáveis na construção civil, setor vital para a economia e pesquisa científica. Apesar do progresso gradual devido à escassez de especialistas, há esforços notáveis para integrar valores sustentáveis no mercado. A educação ambiental é enfatizada, destacando que a sustentabilidade demanda esforço, comprometimento e vontade de mudança. Embora as tecnologias avançadas sejam ferramentas inovadoras, sua eficácia depende do engajamento da sociedade. A abordagem de longo prazo destaca a responsabilidade coletiva para garantir um futuro sustentável e proteger o meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Construção, Métodos construtivos, Benefícios.

ABSTRACT

Civil construction encompasses a wide variety of activities linked to the design and execution of works, with sustainability standing out as a principle of relevance in the sector, resulting from the specific effects that have impacted on the environment. It is imperative to develop solutions aimed at mitigating these impacts, prioritizing environmental preservation. In this context, it is essential to introduce techniques that can positively reverse the impact of these actions on the execution of works. Despite broadly addressing sustainability in civil construction, this literature review has as its main focus dry construction methods, such as Wood Frame and Steel Frame, and their application process in Brazil. The research seeks to provide a comprehensive view of the methods, reports on the execution process, a description of advantages and disadvantages, in addition to identifying success stories and specific challenges in the Brazilian scenario, considering climatic, cultural and regulatory factors. Therefore, the research seeks to provide a comprehensive and in-depth view of sustainability in construction, with an emphasis on dry construction methods. From this, it is clear that Brazil faces the urgency of adopting sustainable practices in civil construction, a vital sector for the economy and scientific research. Despite gradual progress due to a shortage of experts, there are notable efforts to integrate sustainable values into the market. Environmental education is emphasized, highlighting that sustainability demands effort, commitment and a desire for change. Although advanced technologies are innovative tools, their effectiveness depends on society's engagement. The long-term approach highlights collective responsibility to ensure a sustainable future and protect the environment.

Keywords: Sustainability, Construction, Construction methods, Benefits.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Geral	14
1.2.2 Específicos	15
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
3 REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
3.2 MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	20
3.3 PROCESSO DE EXECUÇÃO DO <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	22
3.3.1 Fundação	22
3.3.2 Perfis de aço: <i>Steel Frame</i>	23
3.3.3 Laje.....	25
3.3.4 Cobertura	26
3.3.5 Fechamento	27
3.3.6 Isolamento	28
3.3.7 Sistema elétrico e hidráulico	29
3.3.8 Vantagens e desvantagens do <i>Steel Frame</i> no Brasil	30
3.4 MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: <i>WOOD FRAME</i>	31
3.5 PROCESSO DE EXECUÇÃO DO <i>WOOD FRAME</i>	33
3.5.1 Fundação	34
3.5.2 Laje.....	35
3.5.3 Cobertura	36
3.5.4 Fechamento	37
3.5.5 Isolamento	38
3.5.6 Sistema elétrico e hidráulico	39
3.5.7 Vantagens e desvantagens do <i>Wood frame</i> no Brasil.....	41

4 CASOS.....	43
4.1 Moradora de Rio do Sul investe em construção em <i>Steel Frame</i>	43
4.2 Construção em <i>Wood Frame</i> em Ampére no Paraná	46
4.3 Viabilidade econômica do sistema <i>Steel frame</i> em cidade de MG.....	50
4.4 Construção em <i>Wood Frame</i> na cidade de São Sebastião.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade vem gerando um impacto positivo nas construções civis, e isso tem feito grandes profissionais buscarem uma forma ecológica de executar os seus projetos a níveis sustentáveis, porém com isso, cabe ao profissional ter conhecimento e entender a capacidade que a sustentabilidade possui em poder atender as necessidades que existem hoje. É no canteiro de obras, que se percebe a indiferença nas questões ambientais, podendo assim ser feita uma aplicação dos métodos sustentáveis de maneira que possa ser reduzido os impactos no meio ambiente, para poder proporcionar uma boa qualidade de vida para a gerações atuais e futuras (RAMOS, 2020).

O objetivo no desenvolvimento de um método sustentável é mostrar que existe formas de executar sem prejudicar aquilo que devemos preservar, podendo ser usado de forma ecológica, como os materiais que podem ser reutilizados e a energia que pode ser econômica, para que assim, possa ser contribuído de uma forma positiva na melhora do ecossistema e do aquecimento global. Algumas questões que geram menos impacto da construção no meio ambiente devem ser analisadas, por que isso não inclui somente o meio ambiente, mas também a segurança, a saúde dos operários e funcionários da obra, a vizinhança e o bairro (QUEIROZ, 2016).

O mundo está em grande evolução, cabe aos principais ramos e principalmente o da construção civil evoluírem juntos, com grandes ideias de execuções e instalações, devem ser levadas em consideração e sempre levando em conta o papel importantíssimo da sustentabilidade no ramo da construção civil. A construção sustentável tem um papel importantíssimo, visando mostrar a forma de reverter o sistema de degradação do ambiente e da poluição, e com a sociedade em constante evolução, é necessário um equilíbrio ambiental para que haja um desenvolvimento que beneficie a sociedade atual sem que ocorra esgotamento dos recursos naturais (LAURIANO, 2013).

A indústria da construção civil é uma das maiores indústrias consumidoras dos recursos naturais, ela é a responsável em transformar o ambiente natural em um ambiente construtivo. Se a indústria pudesse planejar e optar na utilização de meios e materiais que não provocassem o meio ambiente, isso faria com que surgisse um menor impacto ambiental. Essas são questões que devem ser levadas em

consideração aos futuros profissionais do mercado da construção civil (SANTOS, SANTANA, 2017).

1.1 JUSTIFICATIVA

Como pode ser aplicadas técnicas sustentáveis no qual possa fazer com que seja diminuído os impactos negativos aos recursos naturais? A pesquisa presente se justifica em busca de aplicação de novos métodos que implantam um impacto positivo na área da construção civil, neste caso a proposta será apresentar dois dos métodos que está crescendo no Brasil, *Wood frame* e *Steel frame*.

A questão é que no Brasil existem grandes construções com aplicações dos métodos sustentáveis, o *ecocommercial building* localizado em São Paulo por exemplo, teve a sua produção de energia produzida através de partículas fotovoltaicas, no momento é considerado o único empreendimento no País capaz de produzir sua própria energia e consumi-la, fazendo com que seja independente, afirma Felipe Faria diretor *manager do Green Building Council* Brasil, responsável por acompanhar o cumprimento dos certificados em LEED no país, fazendo com que o *ecocommercial* atingisse a classe *Platinum*.

A ideia é tentar de alguma forma trazer algo novo que está no mercado da construção, fazendo com que isso irá gerar resultados positivos para o meio ambiente e que não comprometa as gerações futuras. Neste caso, a proposta é apresentar algumas das soluções que possam ser de fato levadas em consideração nesse mercado, como as técnicas mais utilizadas e com isso mostrar que de alguma forma existe meios que possam ser utilizados para a preservação do meio ambiente positivamente, é também importante discutir sobre esse assunto, porque é algo que faz parte do mercado de trabalho e das nossas decisões como profissionais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Descrever as características dos métodos construtivos a seco e seu processo de aplicabilidade no Brasil.

1.2.2 Específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica referente aos métodos *Wood Frame* e *Steel Frame*;
- Relatar o processo de execução dos métodos citados;
- Descrever as vantagens e desvantagens dos métodos e como seria a aplicabilidade no Brasil;
- Identificar casos de sucesso e desafios enfrentados na aplicação de métodos construtivos a seco em projetos realizados no país, considerando aspectos climáticos, culturais e regulatórios.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O seguinte trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica, com a abordagem dos métodos sustentáveis *Wood Frame* e *Steel Frame*, foi executada através da leitura de revistas eletrônicas, google acadêmico e artigos científicos sobre a sustentabilidade no Brasil. As pesquisas foram realizadas no período de outubro de 2022 à novembro de 2023. As palavras chaves usadas foram: Sustentabilidade, Construção, Construtivos, Métodos e Benefícios.

Os artigos que foram utilizados para essa revisão foram materiais publicados entre os anos 1998 e 2023 referente ao assunto e que descrevem informações fundamentais e disponíveis gratuitamente, sempre verificando os títulos e os resumos para ver se estão claros conforme o tema e se serão ou não inclusos na revisão, portanto os resultados observados na revisão foram minuciosamente interpretados e apresentados de maneira discursiva no quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos trabalhos incluídos na revisão

Autor	Ano	Título
AVERSI-FERREIRA	2018	Alguns comentários sobre o uso das construções do tipo <i>drywall</i> no Brasil.
ADORNO; RIBEIRO	2022	Estudo do Sistema Construtivo <i>Light Steel Framing</i> : Uma Abordagem Geral.
ARAGÃO	2022	<i>Steel frame</i> – construção sustentável e comparação com o sistema construtivo convencional.
ALLEN; THALLON	2011	Fundamentos da Construção Residencial.
BALEN; PANSERA; ZANARDO	2016	<i>Wood frame</i> – Busca por sustentabilidade.
BOLSONI	2020	Introdução ao sistema <i>Wood frame</i> .
CHAGAS	2018	Arquitetura Sustentável: Psicologia Comportamental e recursos projetuais.
CRASTO	2005	Arquitetura e Tecnologia em sistemas construtivos industrializados: <i>Light Steel Framing</i> .
CHRISTOFARI	2022	<i>Light Steel Frame</i> : peculiaridades, desafios e avanços a partir da publicação da norma brasileira de <i>light Steel Frame</i> .
CAMPOS	2016	O que é o <i>Light Steel Framing</i> .

CAMPOS	2014	<i>Light Steel Framing</i> : Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento
COINASKI; SIQUEIRA	2016	<i>Wood Frame</i> : Um estudo de atendimento às normas e à cultura habitacional brasileira.
CICHINELLI	2012	Revestimento em PVC
ARAUTEC	2022	Construção em <i>Wood Frame</i> em Ampére no Paraná.
DIXINI; CARVALHO	2018	<i>LIGHT STEEL FRAMING</i> : um estudo de caso sobre a viabilidade econômica em edificações na cidade de Três Pontas/MG
FACCO	2014	Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social.
FERREIRA	2003	A importância dos sistemas flexibilizados.
FRANÇA	2011	Modelagem da transferência de calor em madeira de Pinus.
FREITAS	2006	<i>Steel Framing</i> : Arquitetura.
GODARD	2002	Gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação.
GIORDANI	2018	Quando o <i>Steel Frame</i> chegou no Brasil e sua História.
HASS E MARTINS	2011	Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais.
KAMINSKI	2006	Construções de <i>Light Steel frame</i> .
LAURIANO	2006	Como anda a gestão da sustentabilidade no setor da construção?
LIMA	2013	Técnicas, Métodos e Processos de Projeto e Construção do Sistema Construtivo <i>Light Steel Frame</i> .
LACERDA; GOMES	2014	Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte.
MACHADO	2015	Classificação dos Resíduos da Construção Civil no Brasil.

MOLINA; JUNIOR	2010	Sistema construtivo em "wood frame" para casas de madeira.
MAHAPATRA; GUSTAVSSON; HEMSTRÖM	2012	<i>Wood-Frame Buildings in Germany, Sweden And The UK. Construction Innovation.</i>
MENDONÇA	2015	Vantagens da utilização de materiais naturais ou pouco transformados.
NANAMI; NAKAJIMA; ARIMA; KAWAI	1998	<i>Durability of a wood frame construction house built in the 1920's.</i>
O EMPREITEIRO	2023	S. Sebastião terá 518 moradias em <i>Wood frame</i> , em 6 meses
PAIVA	2017	<i>Steel Frame</i> : tecnologia na construção civil.
PFEIL & PFEIL	2013	Estruturas de Madeira.
PEDROSO	2014	<i>Steel Frame</i> na construção civil.
PEREIRA	2018	Alvenaria de vedação - vantagens e desvantagens.
QUEIROZ; OLIVEIRA	2019	Estudo comparativo orçamentário entre superadobe e alvenaria convencional.
QUEIROZ	2016	Construções sustentáveis na Engenharia Civil e a responsabilidade socioambiental.
RIBASKI; DUDEK; ROTTA	2017	O sistema <i>wood frame</i> e o setor madeireiro paranaense.
RODRIGUES	2006	<i>Steel Framing</i> : Engenharia.
RAMOS	2020	Economia circular como caminho para inovação e sustentabilidade.
RBA TV ALTO VALE	2022	Moradora de Rio do Sul investe em construção residencial em aço.
SANTIAGO; FREITAS; CRASTO	2012	Manual de construção em aço <i>Steel Framing</i> : Arquitetura.
SACCO; STAMATO	2008	<i>Light Wood Frame</i> : Construções com Estrutura Leve de Madeira.
SANTOS	2012	Avaliação de impactos ambientais da construção: comparação entre sistemas construtivos em alvenaria e em <i>Wood Light Frame</i> .
SANTOS	2015	Brasil conquista certificação sustentável nível máximo.

SANTOS; SANTANA	2017	Materiais de construção sustentáveis em empreendimentos de habitação de interesse social financiados pelo PMCMV.
TECHNE	2018	<i>Steel Frame</i> – fundações (parte 1).
TECHNE	2009	Revista Técnica, n. 151.
TECHNE	2010	Revista Técnica. Edição 161.
VENTURI	2001	Recurso natural: A construção de um conceito
VASQUES; PISSO	2014	Comparativo de sistemas construtivos, convencional e <i>Wood frame</i> em residências unifamiliares.
ZAPARTE	2014	Estudo e adequação dos principais elementos do modelo canadense de construção em <i>Wood Frame</i> para o Brasil.
ZENID	2009	Madeira: Uso sustentável na construção civil.

Fonte: Próprio Autor (2023)

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os recursos naturais têm apresentado um estado crítico, com impactos progressivamente precários ao longo do tempo, demandando assim a necessidade de mudança, estratégias e planejamentos. A construção civil é o setor que em virtude das atividades humanas empreendidas, produz a maior quantidade de resíduos sólidos, principalmente devido ao uso intensivo de insumos como cimento e aço. Isso evidencia e justifica a preocupação de buscar mais pela aplicação de métodos sustentáveis e também pôr em prática ações e investimentos sustentáveis que o planejamento de obras exige correlação sobre os recursos naturais. (MACHADO, 2015).

A sustentabilidade é um dos termos abordados por conta dos impactos negativos que vem sendo gerado pelo setor da construção civil, além de corresponder por uma porcentagem altíssima sobre a utilização dos recursos naturais. A construção civil é uma das mais importantes geradoras de renda do país, é ela que alimenta a economia nos períodos de crise econômica, é um importante guia econômico e social, mas é abordada como ponto negativo em relação aos recursos que a mesma utiliza para a sua manutenção e os resíduos que é gerado pela sua execução (LAURIANO, 2013).

O Brasil é considerado um dos países que mais gera resíduos sólidos na construção civil, é o que mais utiliza os recursos naturais e a energia produzida no país, fato esse que necessita de mudanças não somente pela diversidade ou das consequências que são negativas, mas que o mercado possa adaptar um novo modelo de método para que amenize a situação da realidade. Mas ainda é um país que está caminhando de forma lenta em relação as aplicações sustentáveis e uma das discussões abordadas entre o empresariado do ramo é sobre os custos serem altos, e a carência de profissionais que atuam nessa área (LAURIANO, 2013).

3.2 MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: *LIGHT STEEL FRAME*

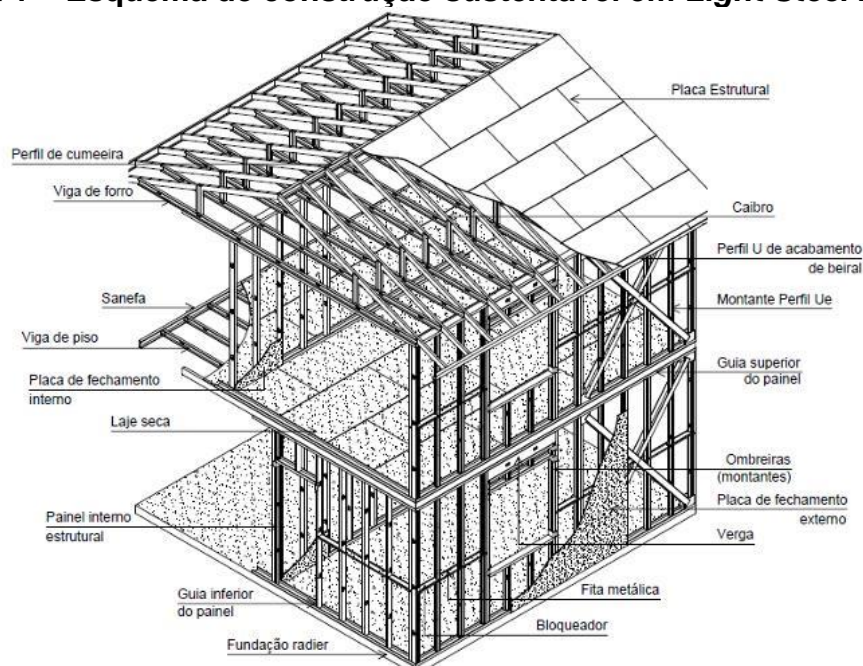
A construção civil no Brasil é considerada responsável pela baixa produtividade e pelo desperdício de materiais, o mercado da construção civil tem deixado bem claro que é necessário a ocorrência de uma grande mudança. Para a situação que se encontra os recursos naturais, a maneira mais eficaz é utilizando a aplicação de novos

recursos sejam eles tecnológicos ou renováveis, essa é a melhor forma de industrializar os processos de implantação do método (HASS E MARTINS, 2011).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de aço, mas a aplicação desse material nas edificações é pequena se compararmos com a potência que o mercado brasileiro tem em implantar esse método. Existe vários métodos de menor custo e com maior rapidez de manutenção e execução, e com alternativas mais sustentáveis, o “*Steel Frame*” é um sistema desse porte, ele possui uma otimização, uma construção que pode ser mais limpa em necessidade de execução, ele é composto por vários componentes como fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo e com instalações elétricas (FREITAS, 2006).

Segundo Giordani (2018), no Brasil o método mais utilizado é o sistema em alvenaria convencional, por conta de ser um sistema com maior disponibilidade de materiais e também por exigir menor qualificação de mão de obra. O *Steel Frame*, é um sistema recente no país, não tem muito tempo que sua aplicação tomou conta do mercado da construção, mas por ser um sistema muito novo para nós e por falta de conhecimento profissional especializado, ele não é tão trabalhado aqui como deveria, somente em algumas regiões do Brasil podem ser encontrados. A seguir, temos a figura onde mostra detalhadamente cada um dos materiais no processo da montagem do sistema.

Figura 1 – Esquema de construção sustentável em *Light Steel Frame*



Fonte: Crasto, 2005

Segundo Hass e Martins (2011) o *Light Steel Frame* é um método flexível, feito de aspectos de aço galvanizado, esses aspectos são projetados para suportar as cargas da edificação para garantir o funcionamento da mesma, por ser flexível ele não apresenta restrições tão graves aos projetos, podendo melhorar a utilização dos recursos e o gerenciamento de perdas. Esse sistema apresenta algumas características muito significativas, como leveza e flexibilidade, porém é indicado apenas quando necessário adaptações, entretanto a passagem de utilidades de água, ar condicionado, eletricidade, esgoto, telefonia, informática é considerada mais fácil.

O *Light Steel Frame* é considerado como um dos métodos que também possuem maior agilidade para executar, isso em menor tempo possível, a estrutura pode ser fabricada junto com a execução da fundação, assim possibilitando as etapas a serem feitas simultaneamente, quando ocorre de a montagem da estrutura não ser afetada, chega a ter uma redução de 40% de tempo de execução comparado com os processos em convenção. Existe também um alívio nas cargas nas fundações, pelo aço ser considerado leve, as estruturas podem reduzir a 30% os custos das fundações, por causa disso o método pode ser considerado vantajoso (KAMINSKI, 2006).

Na metade do século XX, a indústria do aço começou de fato a se desenvolver para que pudessem suprir da deficiência habitacional, as famílias sem moradias ou que vivessem em condições de moradia precária em alguma região. No entanto, a utilização do metal na guerra ganhou um esforço e fez com que grandes empresas apostassem na metalurgia, obtendo grandes experiências, mas foi com a tecnologia dos aços galvanizados que começa definitivamente a substituição da madeira, por que assim o aço começou a ser disponibilizado no mercado, um aço com menos espessuras e possuindo maior resistência a corrosão (GIORDANI, 2018).

3.3 PROCESSO DE EXECUÇÃO DO *LIGHT STEEL FRAME*

3.3.1 Fundação

Pelo *Light Steel Frame* ser considerado uma estrutura leve a fundação radier é a fundação mais indicada, ela é uma opção para construções de casas, edifícios de pequeno e médio porte e estruturas em locais com solo de boa capacidade de suporte, a distribuição uniforme das cargas, a capacidade de minimizar a influência de

variações no solo e a simplificação do processo de construção são algumas vantagens (CASTRO, 2005). A seguir, temos a figura onde mostra a execução de uma fundação.

Figura 2 – Radier precisando do estaqueamento e blocos sobre as estacas



Fonte: Petersen, 2012.

Em sua construção, geralmente, é aplicado um sistema de armadura de aço para reforçar a laje de concreto, porém o radier é colocado diretamente sobre o solo, evitando a necessidade de estacas ou sapatas profundas. No entanto, a escolha de uma fundação radier depende das características do solo, do projeto da estrutura e das regulamentações locais de construção, em alguns casos, outros tipos de fundação, como estacas, podem ser mais adequados. É importante destacar que uma boa execução de estrutura e fundação requer uma maior organização para evitar desperdícios dos recursos para a realização da execução a fim de chegar ao resultado esperado do projeto (CONSUL STEEL, 2002).

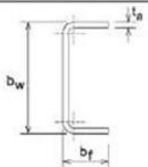
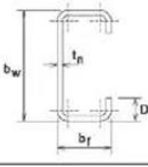
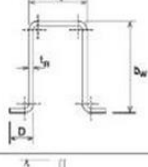
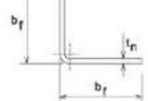
3.3.2 Perfis de aço: *Steel Frame*

Os perfis de aço galvanizado são componentes estruturais feitos de aço que passaram por um processo de galvanização para proteção contra corrosão. A galvanização é um método em que o aço é revestido com uma camada de zinco para criar uma barreira física entre o metal e o ambiente externo. Isso ajuda a evitar a oxidação e aumenta a vida útil do material, tornando-o adequado para uma variedade de aplicações, especialmente em ambientes corrosivos (ADORNO; RIBEIRO, 2022).

Existem diversos tipos de perfis de aço galvanizado, cada um projetado para atender às necessidades específicas em diferentes setores. Para o sistema *em Steel frame*, são utilizados os perfis: “U”, “U enrijecido”, “Cartola” e “Cantoneira”. Os perfis

de aço com formato “U” são utilizados no modelo horizontal, eles servem como uma guia para que haja um apoio fixo nas paredes, sendo utilizados tanto na parte inferior como na parte superior, agora os perfis Ue são chamados de montantes, e são utilizados na forma vertical, funcionam como uma parede e possuem função estrutural diferente do modelo em “U” que não possui. O perfil “Cartola” é utilizado na maioria das vezes para a execução das estruturas de telhado, e o perfil “Cantoneira” é utilizado nos cantos das estruturas, ele funciona como um auxílio no ponto em que está localizado (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 3 - Perfis de aço para uso em LSF e suas respectivas aplicações

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253

Campos (2016) afirma que a ordem dos montantes dentro da estrutura dos painéis, suas características, a resistência e o sistema que fixa as peças, permite que seja absorvido a transmitido as cargas verticais e horizontais. O que garante a estabilidade estrutural dos painéis e da edificação do sistema, são os contraventamentos e as placas de fechamento estruturais. A escolha do perfil de aço galvanizado dependerá das necessidades específicas do projeto, incluindo requisitos de carga, tipo de estrutura e ambiente em que será utilizado. Além da resistência à corrosão, os perfis de aço galvanizado oferecem ótima resistência mecânica, durabilidade e especificidades em uma variedade de aplicações.

3.3.3 Laje

A laje feita em uma estrutura de aço, é geralmente uma laje de piso que faz parte da construção de uma edificação utilizando o sistema construtivo *Steel Frame*. O sistema utiliza estrutura de aços leves, feitos de perfis metálicos, formadas por vigas de aço galvanizado composta por vedação e isolamento termoacústico. As lajes em um sistema *Steel Frame* podem variar em termos de material e tecnologia usada, mas geralmente são feitas de painéis estruturais que podem ser de madeira, metal, porém depende da preferência do projeto, para esse sistema podem ser encontrada três tipos de lajes, a laje seca, a laje úmida, e a laje mista (RODRIGUES, 2006). A seguir temos uma figura onde mostra a laje mista como exemplo.

Figura 4 – Laje mista com a concretagem finalizada



Fonte: Junges, 2010.

A diferença dessas três lajes é o material utilizado para o preenchimento junto com a viga de piso, no caso da laje seca, seu preenchimento é feito com placas de madeira estrutural que são as placas de OSB, sua execução é indicada em áreas mais secas, é a laje que leva menos tempo para ser executada. A laje mista também é composta pelas placas de madeira estrutural, mas é aplicado junto o polietileno no qual auxilia na parte termoacústica da estrutura, a diferença da laje seca é que precisa ser executado o contrapiso de concreto. Agora a laje úmida é conhecida como Steel deck, possui uma estrutura metálica que serve como base para a concretagem e a execução do contrapiso (CRASTO, 2005).

3.3.4 Cobertura

A cobertura em um sistema de *Steel frame* é igual à do sistema convencional, a diferença é que é uma estrutura de aço galvanizado, e geralmente é utilizado materiais leves e duráveis, como treliças, ripas, caibros e madeira. A telha mais utilizada é a asfáltica, também é importante que se seja levado em conta a aplicação de mantas impermeáveis para melhor ser a vedação do sistema. A construção da cobertura em um sistema *Steel frame* requer cuidado e atenção aos detalhes, deve ser uma cobertura bem projetada e construída para a durabilidade e o desempenho da estrutura (ADORNO; RIBEIRO, 2022).

Figura 5 – Cobertura feita com a aplicação da telha asfáltica



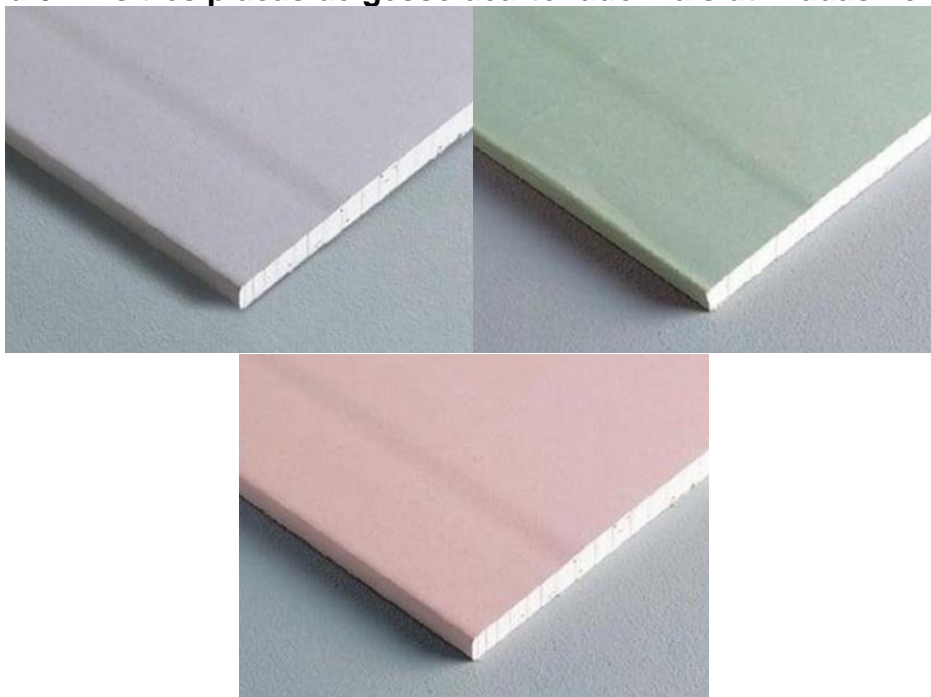
Fonte: Catálogo Single Brasilit, 2014.

O telhado asfáltico, é indicado por conta do seu peso baixo, podendo ser quatro vezes menor que a telha do tipo cerâmica, e no mercado são conhecidas como telhas *shingle*. Esse tipo de telhado é formado por uma manta sendo ela de fibra de vidro e composta por grânulos de cerâmica e de asfalto. As telhas *shingle* são conhecidas pela sua leveza e flexibilidade, é importante ter uma subestrutura adequada para apoiar essas telhas, sua instalação acontece diretamente com a subestrutura, começando na base do telhado e subindo em camadas sobrepostas, cada telha é pregada no lugar, e as sobreposições são projetadas para evitar a entrada de água (CAMPOS, 2014).

3.3.5 Fechamento

O gesso acartonado, também conhecido como *Drywall*, é uma opção para o fechamento interno desse sistema. No mercado brasileiro pode ser encontrado três tipos de placas de gessos, as placas comuns, as placas resistentes a umidade, e as placas resistentes ao fogo. As placas comuns, são utilizadas em áreas secas, onde não há exposição à umidade, e possuem a cor natural, são utilizadas em ambientes como salas, quartos e escritórios. As placas resistentes à umidade são placas verdes, elas são indicadas para ambientes úmidos, já as placas resistentes ao fogo, é utilizada quando ocorre há necessidade de proteção contra incêndios, e possui a cor rosa, é capaz de deter a propagação das chamas, proporcionando mais tempo para evacuação em caso de incêndio (FREITAS, 2006).

Figura 6 – As três placas de gesso acartonado mais utilizadas no Brasil



Fonte: Nobre, 2016.

O revestimento interno também pode receber a aplicação dos materiais de acabamento, que são empregados como pastilhas, pedras (mármore ou granito), até mesmo o reboco e a pintura, as placas de gesso podem ser usadas de diferentes formas de uso, como cerâmica, pintura e textura. No Brasil atualmente, já existe revestimentos que foram desenvolvidos para a aplicação desse sistema, como o vinílico, que é um material composto de PVC, tem fácil instalação e requer pouca manutenção, e a placa cimentícia, aplicada direto na estrutura depois que ela é

pintada, apresentando assim um ótimo desempenho e pode ser uma escolha sólida para o *Steel Frame* (FREITAS, 2006).

3.3.6 Isolamento

Existem várias maneiras de fazer com que a construção seja conservada, e que impeçam a infiltração da água e a transferência do vento, isso faz com que a penetração da umidade seja evitada, podendo ser adaptado um projeto que faz com que a circulação de ar circule de maneira sucinta dentro da edificação e fazendo com que as perdas térmicas entre o meio interno e externo da estrutura sejam reduzidas. O *Steel frame* possui uma facilidade na aplicação do isolamento termoacústico devido à utilização de materiais de grande massa e espessura, portanto tecnologia e o método de avaliação evoluíram para fornecer uma abordagem mais precisa e eficiente na aplicação do isolamento (FREITAS, 2006).

Figura 7 – Isolamento do *Steel frame* com lã de vidro



Fonte: Brescovit, 2017.

O efeito do isolamento termoacústico de uma construção, se dá pela capacidade de proporcionar algumas das melhores condições com qualidade que o ambiente possa receber, assim podem ser adequadas a propagação das atividades para o qual a mesma foi projetada. O desempenho termoacústico de um edifício é influenciado por vários fatores, incluindo a localização, posição do edifício, materiais de colocação, cobertura, painéis, revestimentos, núcleos e esquadrias. O isolamento é essencial para controlar o conforto ambiental dentro de uma edificação, evitando a

transmissão de sons, perdas e ganhos de calor, regulando as trocas de calor com o ambiente externo (FREITAS, 2006).

Todos esses elementos desempenham um papel na capacidade de uma construção proporcionando um ambiente de qualidade para as atividades a que se destinam. O isolamento termoacústico é essencial para controlar o conforto ambiental dentro de uma edificação, evitando a transmissão de sons indesejados, como sons, perdas e ganhos de calor, e regulando as trocas de calor com o ambiente externo (FREITAS, 2006).

3.3.7 Sistema elétrico e hidráulico

As instalações do sistema elétrico e hidráulico no *Steel frame* são iniciadas após a estrutura estar finalizada, com o fechamento e a cobertura externa já instalada para que a chuva não danifique o serviço feito e que possa proteger os funcionários de acidentes e garantindo assim um serviço de qualidade. Essas instalações são bem rápidas de serem executadas, por conta da passagem das mangueiras elétricas e os tubos hidráulicos são postos em espaço vazios e também já dimensionados e furados nos perfis na estrutura, evitando quebrar as paredes como acontece muito nos sistemas convencionais (CICHINELLI, 2012).

Figura 8 – Instalação elétrica e hidráulica no sistema *Steel frame*



Fonte: Vivian, 2011.

O sistema *Steel frame* apresenta vantagens em relação as instalações, por que no sistema a manutenção das tubulações é mais simples, isso ocorre porque as paredes são construídas usando perfis de aço leve. Mas quando é necessário realizar a manutenção das tubulações, basta desparafusar os sistemas de vedação e acessar as tubulações, não é necessário quebrar as paredes, como na alvenaria convencional,

e isso acaba resultando na destruição das paredes, depois é necessário refaze-las e também refazer o acabamento, tornando o processo mais demorado e gerando mais custo na manutenção (FACCO, 2014).

3.3.8 Vantagens e desvantagens do *Steel Frame* no Brasil

O sistema *Steel Frame* possui várias vantagens, podemos considerar que é um tipo de método construtivo que vem ganhando espaço no mercado brasileiro. É considerado uma estrutura com obra limpa, por gerar poucos resíduos no seu processo de construção, além de possuir um grande desempenho acústico e térmico, isso faz com que ocorra uma combinação entre os produtos de isolamentos e revestimentos entre as placas de paredes e os forros revestidos de lã, no qual é cerca de duas a três vezes mais elevados em decorrer do desempenho da alvenaria convencional, tendo a permissão de ser utilizado vidro, rocha ou poliéster (ARAGÃO, 2022).

Nosso país é grande e tem uma grande variedade de temperaturas, sendo que algumas regiões podem ser beneficiadas com esse método, esse método proporciona agilidade, além disso a reciclagem e o reaproveitamento de materiais são essenciais, possuindo uma vantagem de ser reaproveitado não apenas uma, mais várias vezes, não correndo o risco de perder as suas principais funcionalidades, qualidades e resistência, porém os materiais sustentáveis tem se tornado difícil de se encontrar, visto que a maneira mais eficiente de utilizar essas matérias são diretamente nas construções sustentáveis (CHAGAS, 2018).

O *Steel frame* possui um fator econômico preocupante, visto que é proporcionado um pequeno custo inferior se comparado com outros tipos de métodos construtivos, pelo aço ser industrializado, tornando a estrutura leve, faz com que o peso do aço seja reduzido e distribuído uniformemente na estrutura, ocorrendo um alívio nas fundações, prometendo a segurança da obra, não permitindo o prolongamento do fogo, impedindo os ataques de insetos por causa de suas propriedades naturais, possuindo uma resistência a corrosão que causa um efeito sobre o revestimento, gerando proteção e auxílio feito uma barreira física contra cortes, riscos, arranhões e trincos, o que muitas das vezes ocorre com a madeira (PEDROSO, 2014).

Esse sistema por ser considerado leve, aponta vários fatores desvantajosos, por causa da leveza que o mesmo possui, é considerado um material frágil, e um dos

fatores que acontece por causa do material ser utilizado no interior da estrutura como revestimento, é a ocorrência da parede ser danificada ao pendurar objetos enormes e que tem muito peso, por ser um método inovador na construção civil, no Brasil não possui muitos profissionais qualificados, precisa-se de conhecimento sobre esse sistema de construção para que a obra aconteça de forma regular, certa e segura, sem perigo, além de possuir um custo bem mais alto em relação com a alvenaria convencional (ADORNO & RIBEIRO, 2022).

3.4 MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: *WOOD FRAME*

O *Wood Frame*, também conhecido como estrutura de madeira, é um método construtivo sustentável que ganhou popularidade em muitas partes do mundo. No Brasil, o sistema mais utilizado é a alvenaria convencional, e desempenha um papel fundamental na construção civil, oferecendo estabilidade, durabilidade e especificidade em uma ampla gama de aplicações, é um sistema de grande qualidade no país, porém esse sistema possui mais tempo de execução, com isso o processo de execução acaba se tornando desagradável, gerando grande quantidade de resíduos, afetando negativamente na qualidade de vida no meio ambiente (PEREIRA, 2018).

No Brasil, o uso de estruturas de madeira na construção civil é uma prática crescente, principalmente em edifícios residenciais de baixa altura e casas. A construção com estruturas de madeira é conhecida como "*Wood Frame*", no entanto, essa técnica ainda não é tão comum quanto em alguns outros países, como os Estados Unidos e o Canadá, onde a construção em madeira é amplamente utilizada. Mas no Brasil já apresenta índices de novas tecnologias que garantem mais segurança no processo de execução do projeto, mais rapidez, agilidade e qualidade (QUEIROZ, OLIVEIRA, 2019). A seguir, temos a figura da estrutura em *Wood frame* no seu processo de montagem.

Figura 9 – Detalhe da casa pré-montada em *Wood frame*



Fonte: atosarquitetura.com, 2022.

A utilização de novos sistemas, vem ganhando espaço no Brasil, por serem considerados vantajosos, oferecem uma melhor qualidade de execução, por gerar menos resíduos e conseqüentemente menores impactos ambientais. Alguns dos benefícios da construção em *Wood Frame* no Brasil incluem a sustentabilidade da madeira, que é um recurso renovável, a rapidez na construção, a redução de resíduos e a capacidade de isolamento térmico e acústico, além disso, a madeira é um material de construção versátil e leve, o que facilita o transporte e a montagem no local (MOLINA, JUNIOR 2010).

O sistema *Wood Frame* é um sistema mútuo, pois a madeira é a sua principal matéria-prima, um material que é ecológico, consome menos energia em sua mudança, sua produção é menos poluente, por ser um material estrutural renovável, possui facilidade de manuseio, também pode ser reaproveitado, fazendo com que não haja desperdício no seu processo de execução, grande resistência mecânica e possui uma massa que precisa ser específica e reduzida. (FRANÇA, 2011).

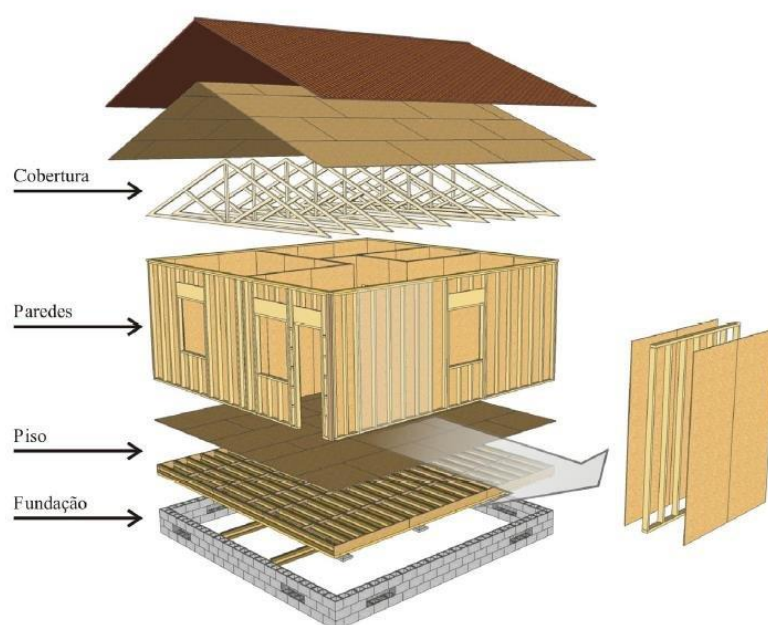
Suas vantagens é possuir grande variedade de revestimentos e materiais, devido seu design flexível, é um sistema de alta durabilidade, e possui vida útil de 50 anos, como também apresenta uma maior resistência térmica e um excelente conforto acústico, além do sistema seguir as normas internacionais, as quais superam as exigências nacionais. O Brasil ser um grande consumidor de madeira, mas na área construção civil esse tipo de sistema construtivo ainda não é tão visto, até por que falta mão de obra qualificada e profissionais habilitados para aplicar esse tipo de sistema na construção civil (BOLSONI, 2020).

3.5 PROCESSO DE EXECUÇÃO DO *WOOD FRAME*

A busca por métodos construtivos sustentáveis hoje em dia é grande, pois muitos profissionais reconhecem o valor e a importância que a sustentabilidade tem na construção civil, fazendo com que o termo preservação a respeito sobre o ambiente seja ainda mais levado em consideração, pois ainda sim o assunto é pouco abordado em muitos locais. Profissionais que procuram saber sobre os métodos, buscam uma forma de manter a preservação do meio ambiente, visando a importância da instalação de métodos eficazes, com menores custos e tempo, por conta disso a busca por esses métodos tem crescido no mercado de construção (MAHAPATRA, GUSTAVSSON, HEMSTROM, 2012).

O *Wood Frame*, assim como os outros métodos, como o *Steel Frame*, Telhados Verdes, Energia Fotovoltaica, com reutilização de água, edificações feitas com concreto recicláveis, são métodos que levam em consideração a preservação do meio ambiente e que possuem os mesmos objetivos, elevar a eficácia, produtividade e qualidade na construção civil. O *Wood frame* é um método parecido com o sistema *Steel Frame*, pois os dois sistemas possuem as mesmas etapas construtivas, a única diferença é que no sistema *Wood Frame*, na instalação das paredes, se utiliza madeira de reflorestamento, com perfis estruturais no levantamento da casa e placas de OSB para a finalização das paredes (MOLINA, JUNIOR 2010).

Figura 10 – Junção das etapas do sistema em *Wood Frame*



Fonte: Espíndola, 2010.

Esse método é tão econômico, ele consome menos energia do que o *Steel Frame*, e chega a dois terços a menos em relação ao que uma edificação de concreto consome, é considerada uma obra limpa por gerar menos desperdício, poucos entulhos e resíduos, é um canteiro de obra organizado, fazendo com que diminua a emissão de CO₂ (dióxido de carbono), assim o impacto ambiental seja reduzido, podendo também ocorrer a diminuição do tempo e custos da obra (ALLEN E THALLON, 2011).

Sua instalação é bem simples, fazendo com que seja removido facilmente a chapa das paredes sem muita dificuldade, possuindo também uma alta resistência e durabilidade. Mas por precauções é necessário que seja feita uma avaliação a cada cinco anos, cuidados devem ser tomados também em relação as manutenções de instalação da água, do esgoto, pois pode haver vazamentos e ser isso for constante pode danificar a madeira. (TECHNE, 2008).

3.5.1 Fundação

A fundação a ser escolhida se deve por conta do tipo de solo, em alguns países que o inverno é rigoroso, a casa em *Wood Frame* é composta por estruturas subterrâneas, como por exemplo os porões, no Estados Unidos é comum as casas possuírem por conta do inverno, e isso faz com que a temperatura da casa não seja afetada, não havendo congelamento, e nem danificando o conforto térmico. Essas estruturas subterrâneas que são instaladas na construção são chamadas de "*basement wall*", que formam uma divisão abaixo do nível do solo, deve ser levado em consideração a ventilação no compartimento subterrâneo (MOLINA, JUNIOR 2010).

Esse tipo de instalação suporta cargas de piso, paredes, telhados e outros tipos de cargas da construção podendo ser construído tanto em madeira como em concreto, mas o concreto é mais utilizado, o comum nessas construções é que se utiliza vigas de madeira sobre o "*basement wall*", para a sustentação e a distribuição das cargas naturais da edificação, fazendo com que as cargas verticais possam ser distribuídas de forma compacta, a fundação acaba se tornando uma etapa rápida e econômica da construção (MANAMI, 1998).

Figura 11 – Fundação em radier após a concretagem



Fonte: Escola Engenharia, 2019.

Uma das soluções no Brasil para com esse tipo de sistema construtivo é a fundação radier. A sapata corrida também é recomendável, por causa da estrutura no sistema, sendo considerado um material leve e pela distribuição das cargas na estrutura. No Brasil, a instalação do “*basement wall*”, pode ser bem interessante podendo garantir o conforto térmico da edificação, principalmente das que são construídas em regiões muito quente (TECHNE, 2008).

3.5.2 Laje

Nos pavimentos são feitas algumas instalações que são consideradas comuns, e pela tradição a sua aplicação é feita na parte superior do pavimento das construções em *Wood frame*, e é utilizada vigas de madeira como na estrutura do piso com *deck* composto por chapas de OSB, neste caso podemos observar que é um sistema de instalação bem interessante, pois oferecem pisos mais leves e com cargas distribuídas nas paredes, recomenda-se utilizar a sapata corrida (MOLINA & JUNIOR, 2010).

Figura 12 – Laje com camada fina de concreto



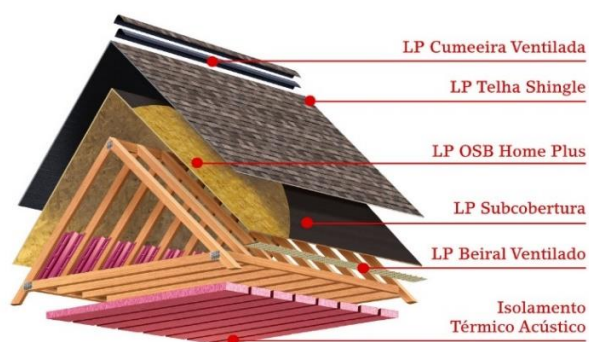
Fonte: atosarquitetura, 2023.

O *deck* de madeira pode garantir uma isolamento acústica mais eficiente, utilizando revestimentos de carpetes ou pisos maleados com uma manta acústica, mas isso varia de acordo com a preferência. No entanto, podem ser aplicados carpete ou pisos engenheirados de material flutuante e com manta intermediária. Em áreas molháveis, aplica-se sobre o OSB chapas cimentícias que devem coladas e parafusadas, nos cantos das paredes e ralos entre as juntas, você pode escolher entre tela de poliéster ou fibra de vidro com estruturante, dependendo das necessidades específicas do projeto, mas como estamos falando de parede, ambos os materiais são adequados para essa finalidade, mas a fibra de vidro tende a ser mais resistente (SACCO&STAMATO, 2008).

3.5.3 Cobertura

A cobertura do sistema *Wood frame* refere-se a um sistema de construção de telhados constituída de treliças industrializadas, que possuem os conectores do tipo chapas de dentes estampados. Porém depende também do tipo de treliça que será utilizada para simplificar a construção e fornecer suporte estrutural adicional, já o seu espaçamento precisa variar entre 60 cm e 120 cm, como é utilizado peças industrializadas, o peso da cobertura faz com que a estrutura seja leve, tendo um alívio nas cargas nos nós das treliças, fazendo com que os espaçamentos diminuam entre elas (MOLINA e JUNIOR, 2010).

Figura 13 – Etapas da Cobertura com telha *Shingle*



Fonte: Bolsoni, Construções Sustentáveis, 2022.

Nesse sistema a telha *shingle* é a mais utilizada, pois é considerada moderna e possui alta resistência e longa vida útil. Entretanto pode ser utilizado outros tipos de telha, como a telha asfáltica, metálica e de fibrocimento. É recomendado total cuidado

na hora da aplicação da manta subcobertura antes que aconteça o ripamento para que seja garantido o acontecimento da secagem. É importante ressaltar que a construção de um sistema *Wood frame*, incluindo a cobertura, deve seguir as normas de construção locais e as melhores práticas para garantir a segurança e a durabilidade da estrutura. Além disso, a contratação de profissionais qualificados e experientes é fundamental para garantir um trabalho bem executado (RODRIGUES, 2006).

3.5.4 Fechamento

As paredes são compostas por painéis de madeira, executadas com montantes verticais, selada com chapas de OSB. Existe uma medida a ser aplicada nas montagens, para os espaçamentos são de 40cm a 60cm um do outro, para que possa ficar de acordo com as placas de OSB e de *drywall* na linhagem. A parte inferior e superior da mesma seção dos painéis precisam ser fechados com duas guias de madeira. Com a fixação dos painéis sobre a fundação já feita, é recomendado uma segunda guia de madeira pregada na parte superior para reforçar a fixação, sobrepondo os painéis (FERREIRA, 2014).

As paredes por possuírem duas classificações, internas e externas, devem ter cada uma, instalação que estejam de acordo, por exemplo, nas paredes internas precisa ser usada placas de gesso acartonado, já que nas paredes externas deve ser aplicado uma membrana hidrófuga, que possui o intuito de facilitar a proteção das paredes, contra fungos, bactérias e a permissão do vapor de água do interior da casa, podendo evitar a concentração da umidade no local (BALEN, PANSERA e ZANARDO, 2016).

Figura 14 – Fechamento da parede montada com contraventamento



Fonte: Cardoso, 2015.

Uma parede em *Wood frame*, possui seus componentes fazendo com que contribuam com a resistência térmica da edificação. Sobre a ligação dos elementos estruturais, alguns elementos utilizados precisam ser galvanizados para que possam ter uma vida longa de serviço, como os pregos, dificultando o arrancamento em madeiras que são macias como as que são utilizadas em *Wood frame*, do tipo coníferas. (ALLEN E THALLON, 2011).

3.5.5 Isolamento

O isolamento em construções em *Wood Frame*, é uma parte essencial do processo de construção. O *Wood Frame* é um sistema de construção leve que envolve a montagem de uma estrutura de madeira, normalmente feita com montantes de madeira, vigas e pranchas de madeira, criando a estrutura básica da edificação. Para garantir um isolamento eficaz em uma construção de *Wood Frame*, você deve considerar o isolamento térmico, acústico e de barreira contra umidade (FREITAS, 2006).

É importante considerar tanto o isolamento térmico quanto o acústico ao planejar a construção ou reforma de um espaço. O isolamento termoacústico não apenas melhora o conforto interno, mas também pode levar a uma maior eficiência energética, reduzindo a necessidade de aquecimento e refrigeração excessivas. Para o isolamento termoacústico desse tipo de sistema, e até o *Steel frame*, as lãs mais utilizadas é a lã de vidro e a lã de rocha, porém também pode ser usada a lã de pet, mas a sua aplicação vai de acordo com a preferência do profissional (LIMA, 2013).

Cada um desses materiais apresenta propriedades específicas, a lã de vidro é feita a partir de fibras de vidro, possui grande resistência ao fogo, é leve e fácil de instalar, e eficiente na absorção sonora. A lã de Rocha, fabricada a partir de rochas basálticas ou vulcânicas, assim como a lã de vidro também é resistente ao fogo, e temos a lã de pet, que é fabricada através da reciclagem de garrafas pet, é resistente a umidade, protege a estrutura da formação de fungos e o crescimento de micro-organismos, é um material que não sofre deformação e nem se decompõe com o passar do tempo (CICHINELLI, 2012).

Figura 15 – Exemplo da Instalação das placas no sistema em *Wood frame*



Fonte: Martiny, 2022.

O efeito do isolamento definido como termoacústico de uma construção, possivelmente se dá pela capacidade de proporcionar algumas das melhores condições com qualidade que o ambiente possa receber, assim podem ser adequadas a propagação das atividades para o qual a mesma foi projetada. O desempenho termoacústico de um edifício é influenciado por vários fatores, incluindo a localização e posição do edifício, os materiais de colocação e cobertura utilizados, como as placas de OSB, as placas cimentícias e os painéis utilizados para proporcionar o isolamento termoacústico, os revestimentos, os núcleos, as esquadrias, o tamanho e a posição das aberturas, entre outros (FREITAS, 2006).

3.5.6 Sistema elétrico e hidráulico

O sistema elétrico e hidráulico tem uma comparação relacionada a alvenaria convencional, a única coisa que diferencia a instalação da rede elétrica do sistema hidráulico, é que juntos podem proporcionar uma agilidade e facilidade na hora de serem aplicados, tanto os fios da rede elétrica e dos canos do sistema hidráulico podem ser instalados nos vãos internos dos montantes, essa é uma característica considerada vantajosa comparado ao uso do sistema usado no Brasil. O sistema

elétrico e hidráulico em edifícios construídos com o sistema *Wood Frame*, são planejados e instalados de forma semelhante a edifícios construídos com métodos de construção tradicionais, como alvenaria (MOLINA & JUNIOR, 2010).

Figura 16 – Fiação no interior da parede



Fonte: Atosarquitetura, 2019.

Existem algumas considerações específicas para o sistema *Wood Frame*, na parte elétrica, a eletricidade pode ser construída em estruturas de madeira ou de aço, o que facilita a passagem de cabos elétricos, as caixas de distribuição e conduítes são usadas para organizar e proteger os fios elétricos. Na parte hidráulica o encanamento de água fria e quente, esgoto e tubulações de gás, são instalados também de maneira semelhante a alvenaria convencional, é importante garantir que as tubulações e conexões sejam bem vedadas para evitar vazamentos, especialmente considerando que o sistema *Wood Frame* é mais suscetível a danos pela umidade (SACCO&STAMATO, 2008).

Figura 17 – Detalhes nas tubulações no teto



Fonte: Atosarquitetura, 2019.

Vale ressaltar que as normas técnicas brasileiras e as regulamentações locais devem ser seguidas rigorosamente durante o planejamento e a instalação dos sistemas elétricos e hidráulicos em edifícios construídos com o sistema *Wood Frame*. Além disso, é importante contar com profissionais especializados e experientes na construção com essa tecnologia para garantir a qualidade e a segurança do projeto (FACCO, 2014).

3.5.7 Vantagens e desvantagens do *Wood frame* no Brasil

O sistema *Wood Frame* é considerado um dos melhores sistemas construtivos sustentáveis do mundo, possuindo muitas vantagens em sua aplicação, é um sistema construtivo que possui uma rapidez no seu processo de construção, uma vez que as peças de madeira são pré-fabricadas e em seguida montadas no local, isso pode resultar em economia de tempo e custos de mão de obra, já que a estrutura de madeira assim como a estrutura em aço são consideradas mais leve do que o concreto, o que pode ser uma vantagem em terrenos com limitações de carga ou em reformas e ampliações de construções existentes (SANTOS, 2012).

A madeira, considerada um recurso renovável e possuindo uma degradação controlada, pode ser uma opção sustentável quando comparada a outros materiais de construção, como o concreto, ela possui propriedades naturais de isolamento térmico e acústico, o que pode resultar em uma melhor eficiência energética e conforto em

termos de temperatura e ruído nas construções. O sistema permite uma maior flexibilidade no design inovador, pois a madeira é um material versátil que pode ser moldado de várias maneiras, a sua moldura pode não ser amplamente aceita em algumas regiões do Brasil devido a preferências culturais e à falta de familiaridade com o sistema construtivo (VASQUES E PIZZO, 2014).

Esse sistema é considerado um dos sistemas construtivos com maior custo comparado com a alvenaria, devido ao valor da madeira e à necessidade de tecnologia para a pré-fabricação das peças, com isso requer manutenção regular para evitar problemas como cupins, umidade e conforto, podendo aumentar os custos a longo prazo, é menos resistente ao fogo do que o concreto e o aço, portanto, é importante adotar medidas adicionais de segurança contra incêndios em construções de *Wood Frame* (BOLSONI, 2020).

Em algumas regiões do Brasil, o *Wood Frame* pode encontrar resistência uma vez que as normas de construção muitas vezes foram elaboradas com base em sistemas construtivos tradicionais, a construção em *Wood Frame* exige mão de obra especializada, o que pode ser um desafio em algumas áreas do Brasil, pois o método encontra dificuldade de aceitação no mercado da construção civil e com isso pode afetar a demanda e a acessibilidade no mercado imobiliário (RIBASKI, DUDEK E ROTTA, 2017).

O sistema *Wood Frame* pode ser uma opção viável de construção no Brasil, especialmente para projetos que valorizam a sustentabilidade, rapidez na construção e isolamento termoacústico. No entanto, é importante considerar cuidadosamente os benefícios, e verificar a adequação do sistema às condições locais e aos objetivos do projeto antes de optar por ele. Além disso, é crucial cumprir todas as normas e regulamentos para garantir a segurança e a qualidade da construção. O sucesso do *Wood frame* no Brasil dependerá em grande parte, da adaptação do sistema às condições locais e das ações tomadas para superar essas melhorias (SACCO&STAMATO, 2008).

4 CASOS

4.1 Moradora de Rio do Sul investe em construção em Steel Frame

Uma moradora investiu em um novo modelo de construção residencial unifamiliar ainda pouco comum aqui no Brasil, o *Steel Frame*. É considerado uma tendência em países desenvolvidos e não é somente um sistema para apenas construções de indústrias, casas e edifícios, a moradora construiu uma casa de 255m² no bairro laranjeiras no Rio do Sul, no estado de Santa Catarina.

Esse sistema de construção também vem crescendo no Brasil, e a Mari que é a moradora, procurava uma alternativa para construir uma casa no segundo piso de sua residência, quando encontrou essa forma de construção com menor custo benefício em relação ao material e com rapidez de manutenção na mão de obra.

Todo material da obra vem completo através do projeto estabelecido para a construção, o material vem engenheirado, apresentando uma grande facilidade em sua montagem, os perfis são preparados diretamente na fábrica e de lá são levados onde será feito a obra e isso faz com que o processo da obra seja mais rápido, então não haverá desperdício de nenhum tipo de material, tanto estrutural, como telha, fechamento, isolamento, lajes e cobertura.

A estrutura que serve como base para a construção é de aço leve, o material permite maior leveza e mais agilidade em projetos residenciais e com isso tem a questão da mão de obra, que se ganha em relação ao tempo, é um sistema rápido de se executar e não demanda de muitos funcionários e muito tempo, e tem sido aprovado em financiamentos da Caixa Econômica Federal.

Figura 18 – Levantamento de uma estrutura em *Steel frame*



Fonte: RBA TV Alto Vale, 2022.

Figura 19 – Detalhes do levantamento de uma estrutura em *Steel frame*



Fonte: RBA TV Alto Vale, 2022.

Em muitos casos as pessoas confundem com estrutura metálica, mas a estrutura metálica é pesada e tem o dobro do peso do aço galvanizado, o revestimento é feito com uma placa cimentícia chamada *Glass rock*, ela é todo impermeável, é super flexível pra dilatação da temperatura quente ou fria, por conta das estações, mas isso é de acordo com a região. Entre as paredes vai uma lã de vidro que é para o isolamento térmico e acústico e dentro é revestido com uma placa de OSB que é a mesma usada na cobertura e a laje é feita através de um sistema de engenharia com treliças reforçadas, e na cobertura é usado a telha *Shingle*, é uma cobertura com o material emborrachado, que é usado pelo sistema americano, ele não deixa a água

da chuva ultrapassar, é totalmente impermeabilizado, e possui isolamento termoacústico.

4.2 Construção em *Wood Frame* em Ampére no Paraná

A obra em *Wood Frame*, feita em madeira, é um sistema muito utilizado nos Estados Unidos, Canadá, e grande parte da Europa. Cerca de 98% das construções nos Estados Unidos são desse sistema. André Batisti, arquiteto, e sócio proprietário da empresa *Arautech Construções*, trabalhou em uma construção a seco, com o sistema *Wood Frame*, localizada em Ampére no Paraná, ao lado de um alojamento Universitário, logo a baixo da faculdade *Famper*. A residência que foi construída possui 86,55m², apesar de ser uma edificação com estrutura em madeira a aparência externa dela é muito similar à da alvenaria convencional que conhecemos.

Figura 20 – Levantamento de uma estrutura em *Wood Frame*



Fonte: Arautech Construções, 2022.

Figura 21 – Detalhes do levantamento de uma estrutura em *Wood Frame*



Fonte: Arautech Construções, 2022.

Nessa estrutura foi feita a fundação radier. Na parte onde estão instalados os pilares, é oco por dentro e com perfurações no meio para os bloqueadores, onde será

a passagem da infraestrutura elétrica. Encima, possui uma viga treliçada de madeira, contra ventada com painéis USB. Sobre a fixação desses pilares é bem interessante, nessa estrutura será utilizado pilar de aço de 8mm, fixado com chumbador mecânico no chão, é feito um corte por baixo do pilar, e embutido na estrutura em x e em seguida vem os parafusos, ele de fato atravessa a madeira e o aço ao mesmo tempo.

Figura 22 – Vigas de contravento e fixação das vigas chumbador mecânico



Fonte: Arautech Construções, 2022.

Na parte de dentro da estrutura é utilizado algumas braçadeiras, que são as madeiras atravessando os cômodos na diagonal, com a função de contraventar a casa enquanto ainda não é instalado todo o USB que são as chapas, isso é uma maneira

de evitar que toda a estrutura se desmonte, facilitando o processo da montagem do sistema. Essas chapas possuem a função de contraventamento, então elas são estruturais, após a colocação delas, pode estar sendo retirado as braçadeiras que as mesmas estarão apoiando a estrutura, e logo a casa não vai se movimentar mais, então elas são deixadas provisoriamente, para poder ser feito a instalação definitiva das chapas.

Pra instalação do sistema elétrico e hidráulico é feito uma quebra na parede para poder abrir a passagem, sendo executado com furos de 32 milímetros nos montantes que são instalados no centro da estrutura, a tubulação passa na horizontal, tendo feito os furos embaixo ela vem de cima para baixo na vertical, pode ser feito a perfuração dos bloqueadores. Dentro das colmeias, que ficam alguns vazios é preenchido com lã de vidro para ser feito o isolamento termo acústico da residência, então vai ficar uma residência de padrão muito superior a alvenaria, quesito termo acústico até mesmo de resistência.

Figura 23 – Montagem dos montantes na parte inferior da estrutura



Fonte: Arautech Construções, 2022.

A madeira utilizada nessa construção é de reflorestamento, pinus. A estrutura é toda fixa de chumbadores mecânicos com mais ou menos 80 centímetros, depende muito do projeto. Também tem, a parte de infraelétrica, então já é deixado os

condúites instalados na estrutura, e logo em seguida, é instalado o quadro dos disjuntores, no vão entre dois montantes para fazer distribuição pra toda a casa.

Figura 24 – Fechamento e finalização da estrutura



Fonte: Arautech Construções, 2022.

É um sistema bem interessante de ser aplicado nas construções, é eficiente, econômico e além de tudo sustentável.

4.3 Viabilidade econômica do sistema *Steel frame* em cidade de MG

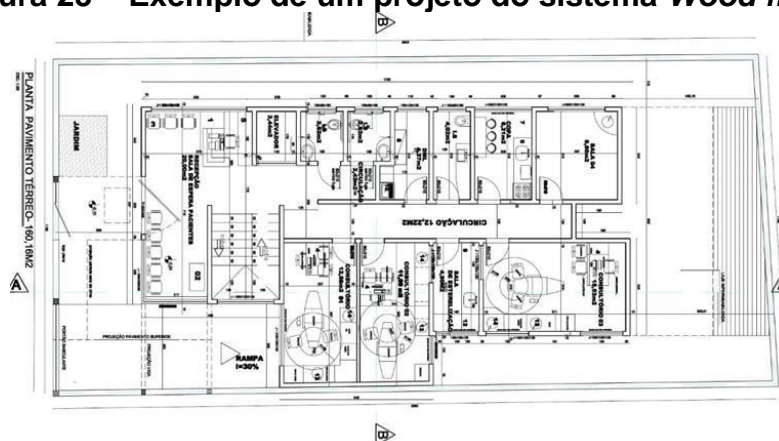
Esse caso apontou a viabilidade econômica em edificações na cidade de três pontas em Minas Gerais com o sistema *Steel frame*. Na cidade foi feito uma análise da primeira edificação com esse sistema onde foi construída, a abordagem discutida foi pelo fato de o sistema ser tão desenvolvido em outras países e no Brasil ser mais executado por profissionais da região sul, ao contrário na região do mato grosso por ainda ser um sistema que está em sua fase inicial.

Por ser tratar de um tema recente nessa região é cabível que existem várias contribuições sobre esse sistema, dentre algumas estão sobre as universidades mostrarem um conhecimento mais amplo dessas práticas construtivas para os docentes e discentes; também as empresas do setor da construção civil, umas vez

que o contexto "trabalhar de forma diferenciada, segura e viável economicamente" se diz respeito a exploração de novas técnicas de construção, matérias mais eficientes e práticas sustentáveis e a viabilidade econômica é um dos termos mais relevantes em decorrer das decisões das pessoas que estão envolvidas no processo da área na engenharia civil.

Considerando que após anos sendo investido em projetos e execuções com a alvenaria convencional, a busca por métodos de construção mais seguros e economicamente viáveis é importante na indústria, sobre o interesse da construção sustentável e na otimização de recursos. O estudo de caso do método executado se dá a viabilidade econômica, com uma análise comparativa entre os custos finais do sistema Steel frame e do sistema convencional. Em seguida temos a imagem do projeto do método *Steel frame*.

Figura 25 – Exemplo de um projeto do sistema *Wood frame*



Fonte: Kaline de Oliveira Castro Dixini, 2018.

Nesse estudo foi analisado documentos, o projeto, custo dos materiais utilizados, entrevista com o responsável técnico, visitas a obra, além do tempo que foi gasto para a execução da obra com observações dos atrasos e das justificativas. Logo em seguida temos as imagens da construção destacando a realização das fases do projeto que foram citadas anteriormente.

Figura 26 – Detalhes do levantamento de uma estrutura em *Steel frame* em MG



Fonte: Kaline de Oliveira Castro Dixini, 2018.

Diante da pesquisa feita, através de uma entrevista com o responsável técnico foi discutido que a análise do projeto completo não leva a alterações mediante o custo, a única variação que obteve foi mediante aos materiais e a mão-de-obra, mas as alterações foram significativas. Mas nessa construção teve um transtorno por conta que teve uma solicitação de acréscimo por parte do contratante devido à dificuldade de encontrar materiais em projetos a mão-de-obra qualificada na região para esse sistema ser executado, e que devido isso teve um atraso na obra que levaram a deixar para durante quatro meses, e isso fez com que os valores dos materiais tivessem uma diferença de valor.

O resultado demonstra que o custo da edificação do sistema *Steel frame* é aproximadamente 15% a mais que o valor do custo do sistema convencional, sendo

o custo em m² obtendo os valores que foi exposto na tabela, variam de R\$1.300,00 e R\$1.500,00, mas para as duas edificações, tanto o *Steel frame* como o convencional. Entretanto, no orçamento não foi destacado o tempo que a obra leva pra ser executada, que é um dos fatores essenciais quando se destaca os valores obtidos no quadro comparativo, uma vez que a diferença dos custos poderia ser diferente se a obra fosse concluída dentro do tempo que foi estimado.

Mas é bem observado que o sistema *Steel Frame* tem grandes vantagens sendo ela agilidade na execução, uma construção rápida de se executar, uma estrutura leve e que tem facilidade de manutenção. Mas analisando o custo da edificação, a alvenaria convencional apresenta ser mais econômico, tendo um valor significativo entre o custo total do sistema construtivo *Steel frame* e do sistema convencional.

4.4 Construção em *Wood Frame* na cidade de São Sebastião

Em abril de 2023 ocorreu um deslizamento de terra em São Sebastião no estado de São Paulo, deixando várias famílias desabrigadas, o governo do estado contratou uma empresa do estado do Paraná sendo especialista em construção a seco, optaram pela construção do método *Wood Frame*, a empresa foi paga para construir 518 moradias, o valor do custo da obra gerou em torno de 71,5 milhões de reais.

A empresa responsável por oferecer o sistema foi a Tecverde, na qual ganhou o contrato por oferecer um sistema de construção pré-modulado que permite ser uma construção mais rápida do que a alvenaria convencional. De acordo com a empresa a obra ficara pronta em seis meses, de fato o prazo é bem menor do que o sistema utilizado na construção tradicional, o que poderia gastar bem mais tempo quando se trata de uma parede de concreto.

Figura 27 – Detalhes da construção de casas em *Wood frame*



Fonte: O empreiteiro, 2023.

Esse sistema usa placas com camadas de madeira, tratada especialmente para esse uso, natural de reflorestamento, que depois passam por um revestimento com outros materiais, acontecendo assim o processo de autoclave, para a madeira ficar

imune ao ataque dos cupins, então ela é revestida por soluções químicas que tem função inseticida. A estrutura do *Wood Frame* conhecida também como “sanduíche”, por possuir sete camadas, sendo elas a madeira, como o miolo, depois dos dois lados vêm instalado a chapa OSB, e a terceira camada é a manta impermeável de plástico, depois disso é posto a placa cimentícia, a quinta camada é a placa de gesso modelo *drywall* e por último o acabamento interno e externo.

Em São Sebastião serão construídos trinta prédios com térreo e possuindo três andares, que no total soma 480 apartamentos, além das 38 casas. Cada unidade terá 41m² a 47m² e cada moradia custara em torno de R\$ 138 mil. As peças desse sistema vêm prontas da fabricada da empresa, sendo ela localizada em Araucária no Paraná, depois de prontas elas são transportadas para o local da construção para ser encaixadas no canteiro, esse método demanda de menos mão de obra, e possuem a mesma durabilidade que o sistema convencional.

Casos como esses de instalações dos modelos a seco, e o *Wood Frame* sendo um exemplo, o objetivo é poder trazer e implantar esse sistema, desde que tenham incentivos e demanda garantida, pois são sistemas considerados vantajosos e que oferecem um bem estar não prejudicando o meio ambiente, mas fazendo com que traga benefícios sustentáveis para a geração atual e futura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cada ano fica mais evidente a necessidade que o Brasil possui em implantar recursos sustentáveis, que visam mostrar um impacto positivo na aplicação das suas ações de execução. Por representar um dos setores que vem gerando grande crescimento e economia pro país, por ser responsável pelas ações científicas de grandes investimentos em pesquisa, ainda existe um processo lento quando se trata desse assunto relacionado a sustentabilidade, em encarar uns novos métodos, ainda por cima com pouquíssimos profissionais da área para atuar nessa área, precisa-se de pessoas qualificadas.

Mas mesmo de forma lenta mais com grandes esforços, os valores da sustentabilidade que são atribuídos pro mercado da construção civil, vêm sendo inserido no país e deve-se cada vez mais ser motivado a implantação dos mesmos, pois já são comprovados que os ganhos são altíssimos, tanto nos aspectos dos recursos naturais como no aspecto principal, que é incentivar a importância da sustentabilidade.

As práticas sustentáveis é um processo que requer esforço e comprometimento, é importante conferir a influência da educação e da conscientização do meio ambiente, quando se trata do processo, o sucesso de sua finalização se dá pelo conhecimento e pelos seus estudos, portanto, deve-se mostrar todos os meios a sociedade, sobre a importância de pequenas ações no dia a dia que de alguma forma contribui para o cuidado e as ações da sustentabilidade possam ser vistas de alguma maneira, servindo tanto para a construção civil, seus processos, como para os costumes diários da sociedade.

A vontade de mudar e a determinação são componentes essenciais quando se trata de alcançar a sustentabilidade. Tecnologias avançadas, estudos científicos, equipamentos eficientes e sistemas construtivos inovadores são, sem dúvida, ferramentas valiosas para ajudar a enfrentar os desafios ambientais. No entanto, sem a vontade e o comprometimento das pessoas e das sociedades em geral, essas ferramentas podem não ser totalmente eficazes.

A sustentabilidade não é apenas uma questão de pensar e agir no presente; é uma abordagem de longo prazo que visa a preservação dos recursos naturais e a qualidade de vida para as gerações futuras. Isso envolve a compreensão de que nossas ações atuais têm um impacto direto nas condições que as futuras gerações

enfrentarão. Portanto, é imperativo agir de forma responsável hoje para garantir um futuro sustentável.

Se baseando na sustentabilidade, podemos ter a ideia de que encontrar as possíveis maneiras de atender às nossas necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender os seus próprios requisitos. Isso significa utilizar recursos de forma eficiente, proteger os ecossistemas, reduzir o desperdício e adotar práticas responsáveis em todas as áreas da vida, desde a agricultura até o consumo pessoal. Portanto, a determinação de preservar nosso planeta e sua biodiversidade deve ser um impulso constante para a inovação e o desenvolvimento de tecnologias e sistemas construtivos mais sustentáveis.

É uma responsabilidade compartilhada por indivíduos, comunidades, empresas e governos trabalharem juntos para garantir que nossas ações estejam alinhadas com os princípios da sustentabilidade, a fim de proteger nosso ambiente e garantir um futuro melhor para todos.

REFERÊNCIAS

- AVERSI-FERREIRA, T. A. (2018). Alguns comentários sobre o uso das construções do tipo dry wall no Brasil. *Engineering Sciences*, 6(1), 21–31. 10.6008/CBPC2318-3055.2018.001.0003. Acesso em: 02 de maio, 2023.
- ADORNO, Igor Vicente; RIBEIRO, Patrick Moura. *Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing: Uma Abordagem Geral*. 2022. Acesso em: 03 de outubro, 2023.
- ARAGÃO, Wellington Damasceno et al. **Steel frame—construção sustentável e comparação com o sistema construtivo convencional**. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e49011932118-e49011932118, 2022. Acesso em: 03 de outubro, 2023.
- ALLEN, E.; THALLON, R. **Fundamentos da Construção Residencial**. Hoboken, NJ: John Wiley&Sons, ed. 3, 2011, 688p. Acesso em: 17 de janeiro, 2023.
- BALEN, Elisa; PANSERA, Rafael Douglas; ZANARDO., R. L. D. P. **Wood frame – Busca por sustentabilidade**. Out./2016. Acesso em: 24 de janeiro, 2023.
- BOLSONI, F. **Introdução ao sistema Wood frame**. 1. ed. Florianópolis: Editora Escrita Criativa, 2020. Acesso em: 13 de janeiro, 2023.
- CHAGAS, Núbia Potrich. **Arquitetura Sustentável: Psicologia Comportamental e recursos projetuais**. 2018.
- CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e Tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. 255 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. Acesso em: 12 de dezembro, 2022.
- CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. 2014, 198 f. 2017. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em< <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-11072014-155539/pt-br.php>>. Acesso em: 19 fev.

CHRISTOFARI, F. C. (2022). **LIGHT STEEL FRAME: PECULIARIDADES, DESAFIOS E AVANÇOS A PARTIR DA PUBLICAÇÃO DA NORMA BRASILEIRA DE LIGHT STEEL FRAME.**

https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/26167/Christofari_Felipe_Clerici%20_2022_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y. SANTA MARIA, RS, BRASIL. Acesso em: 25 de setembro, 2023.

CAMPOS, Alessandro de Souza. **O que é o Light Steel Framing.** 2016. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>. Acesso em: 13 de janeiro, 2023.

COINASKI, M. D. S.; SIQUEIRA, V. I. D. A. **Wood Frame: Um estudo de atendimento às normas e à cultura habitacional brasileira.** Trabalho de conclusão de curso. In: Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Construção Civil - DACOC Curso de Engenharia Civil. Pato Branco. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7676/1/PB_COECI_2016_1_15.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro, 2023.

CICHINELLI, Gisele. **Revestimento em PVC.** Revista Equipe de Obra. 50. ed. 2012. Acesso em: 17 de outubro, 2023.

Construção em Wood Frame em Ampére no Paraná. Arautec Construtora, 2022. Disponível em <https://youtu.be/RAO6TLfGse0?si=eggx8bkVsLXP6DNG>. Acesso em: 16 de setembro de 2023.

DIXINI, Kaline de Oliveira Castro; CARVALHO, Laísa Cristina. **LIGHT STEEL FRAMING: um estudo de caso sobre a viabilidade econômica em edificações na cidade de Três Pontas/MG.** -, 2018. Acesso em: 16 de outubro, 2023.

FACCO, Isabela Rossatto. **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 85p, 2014. Acesso em: 17 de outubro, 2023.

FERREIRA, M. A. (2003). **A importância dos sistemas flexibilizados,** 2003. 8p. (Apostila UFSCar). Disponível em:

<<http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/downloads/5-5.pdf>>. Acesso em: 11 de dezembro, de 2022.

FRANÇA, Frederico José Nistal. **Modelagem da transferência de calor em madeira de Pinus**. sp. 2011. 36 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011. Acesso em: 11 de dezembro, de 2022.

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; Cristina Moraes de CRASTO. **Steel Framing: Arquitetura** / Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 121p. 29 cm. – (Série Manual de Construção em Aço). ISBN 85-89819-09-4. Acesso em: 11 de dezembro, de 2022.

GODARD, O. (2002) **Gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação**. In: VIEIRA, P.F. & WEBER, J. (org.) Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento. São Paulo: Cortez. 500p. Acesso em: 22 de novembro, de 2022.

GIORDANI, Ronaldo; **Quando o Steel Frame chegou no Brasil e sua História**. 2018. Disponível em: <https://steelframebrasil.com.br/quando-o-steel-frame-chegou-no-brasil-e-sua-historia/>. Acesso em: 20 de janeiro, 2023.

HASS E MARTINS Deleine Christina Gessi e Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011, 76 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado no curso de Engenharia de Produção Civil, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Curitiba. Acesso em: 12 de dezembro, de 2022.

KAMINSKI, João Junior. **Construções de Light Steel frame**. Revista Técnica, 2006.

LAURIANO, Lucas Amaral. **Como anda a gestão da sustentabilidade no setor da construção**. Fundação Dom Cabral, 2013. (Relatório de Pesquisa; RP1301) <https://ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Relat%C3%B3rios%20de%20Pesquisa/Relat%C3%B3rios%20de%20pesquisa%202013/RP1301.pdf>. FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; Cristina Moraes de CRASTO. Steel Framing: Arquitetura / Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 121p. 29 cm. – (Série Manual de Construção em Aço). ISBN 85-89819-09-4. Acesso em: 11 de dezembro, de 2022.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, Métodos e Processos de Projeto e Construção do Sistema Construtivo *Light Steel Frame***. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Pós-graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais. 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br>. Acesso em: 14 de novembro, de 2023.

LACERDA, J. F. S. B. & GOMES, J. de O. (2014). **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte**. Revista E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial, 7(2), 167–186. <https://doi.org/10.18624/e-tech.v7i2.469>. Acesso em: 02 de maio, 2023.

MACHADO, About Gleysson. **Classificação dos Resíduos da Construção Civil no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/classificacaodos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 11 de dezembro, de 2022.

MOLINA, Julio Cesar; JUNIOR, Carlito Calil. **Sistema construtivo em " *Wood frame*" para casas de madeira**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010. Acesso em: 17 de janeiro, 2023.

MAHAPATRA, K.; GUSTAVSSON, L.; HEMSTRÖM, K. Multi-Storey ***Wood-Frame Buildings in Germany, Sweden And The UK. Construction Innovation***, v. 12, n. 1, p. 62-85, 2012. Acesso em: 17 de janeiro, 2023.

MENDONÇA, P. **Vantagens da utilização de materiais naturais ou pouco transformados**. Livro de Atas do Seminário reVer, Porto, 2015. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35978>>. Acesso em: 25 de fevereiro, 2023.

Moradora de Rio do Sul investe em construção residencial em aço. RBA TV Alto Vale, 2022. Disponível em <https://youtu.be/vbi8SGWsHnk?si=f9gmGAu48Dy3uQQe>. Acesso em: 10 de setembro de 2023.

NANAMI, N.; NAKAJIMA, S.; ARIMA, T.; KAWAI, M. ***Durability of a Wood frame construction house built in the 1920's***. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 5., 1998, Montreux. Proceedings...Montreux: WCTE, 1998. p. 752-753. Acesso em: 17 de janeiro, 2023.

PAIVA, R. P. **Steel Frame: tecnologia na construção civil**. Revista Científica FacMais, Volume. VIII, Número 1. fev./Mar. Ano 2017/1º Semestre. ISSN 2238-8427. Acesso em: 12 de dezembro, 2022.

PFEIL, W. & PFEIL, M. (2013). **Estruturas de Madeira**. (6aed.), LTC. Acesso em: 02 de maio, 2023.

PEDROSO, et al. Sharon Passini. **Steel Frame na construção civil**. 2014, 14 f. Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional. Acesso em: 13 de janeiro, 2023.

PEREIRA, Caio. **Alvenaria de vedação - vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 14 de janeiro, 2023.

QUEIROZ, Isabella Marques de; OLIVEIRA, Thamires Silva de. **Estudo comparativo orçamentário entre superadobe e alvenaria convencional**. 2019. 105 f. TCC (Curso de Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, 2019. Acesso em: 13 de janeiro, 2023.

QUEIROZ, Neucy Teixeira. **Construções sustentáveis na Engenharia Civil e a responsabilidade socioambiental**. Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent. [online]. Vol. 3, n. 6, p. 255-263. ISSN 2359-1412. 2016. Acesso em: 13 de janeiro, 2023.

RIBASKI, N. G., DUDEK, L. C. & ROTTA, C. E. (2017). **O sistema Wood frame e o setor madeireiro paranaense**. Brazilian Applied Science Review, 1(1), 34-41. Acesso em: 02 de maio, 2023.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. 2006, 127 f. Rio de Janeiro: IBS/CBCA – (Série Manual de Construção em Aço). Acesso em: 11 de janeiro, 2023.

RAMOS, Claudemir et al. **Economia circular como caminho para inovação e sustentabilidade**. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 5, n. 3, p. 242-259, 2020. Acesso em: 25 de fevereiro, 2023.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Manual de construção em aço *Steel Framing*: Arquitetura**. 2. ed. 2012. Acesso em: 12 de dezembro, 2022.

SACCO, M. de F.; STAMATO, G. C. ***Light Wood Frame*: Construções com Estrutura Leve de Madeira**. Revista Técnica, São Paulo, n. 140, nov. 2008. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/51990288/techne-140>. Acesso em: 24 de janeiro, 2023.

SANTOS, Larissa Carrera Fernandes dos. **Avaliação de impactos ambientais da construção: comparação entre sistemas construtivos em alvenaria e em wood light frame**. 2012. Acesso em: 25 de janeiro, 2023.

SANTOS, por Altair. **Brasil conquista certificação sustentável nível máximo**. <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/brasil-certificacao-sustentavel/#:~:text=O%20pr%C3%A9dio%20EcoCommercial%20Building%20%C3%A9,o%20paisagismo%20que%20o%20cerca>. Março, 2015. Acesso em: 09 de abril, 2023.

SANTOS, Rafaela Lima; SANTANA, Júlio Cesar Oliveira. **Materiais de construção sustentáveis em empreendimentos de habitação de interesse social financiados pelo PMCMV**. Mix Sustentável, v. 3, n. 3, p. 53-62, 2017. Acesso em: 3 maio. 2023.

S. Sebastião terá 518 moradias em *Wood frame*, em 6 meses. Revista O empreiteiro, 2023. Disponível em <https://revistaoe.com.br/s-sebastiao-tera-518-moradias-em-wood-frame-em-6-meses/#:~:text=Sebasti%C3%A3o%20ter%C3%A1%20518%20moradias%20em%20wood%20frame%2C%20em%206%20meses,-12%20de%20abril&text=O%20governo%20de%20S%C3%A3o%20Paulo,de%20terra%20em%20S%C3%A3o%20Sebasti%C3%A3o>. Acesso em: 10 de setembro de 2023.

TECHNE, Pini. ***Steel Frame* – fundações (parte 1)**. 2008, edição 135. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-1.aspx>. Acesso em: 12 de dezembro, 2022.

TÉCHNE. Pronta entrega. **Revista Técnica**, n. 151. São Paulo: Pini (OUT/2009). Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/151/artigo285472-1.aspx>>. Acesso em: 17 de janeiro, 2023.

TÉCHNE. **Revista Técnica**. Edição 161 (AGT/2010). Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenhariacivil/161/sistemas-construtivos-182186-1.asp>>. Acesso em: 17 de janeiro, 2023.

VENTURI, L. A. B. (2001) **Recurso natural: A construção de um conceito**; Revista Unifio, n.6. São Paulo: Edifio.P.144-147 FERNANDES, C. A. Análise do Discurso: reflexões introdutórias. 2. ed. São Paulo: Ed. Clara Luz, 2007. Acesso em: 15 de outubro, de 2022.

VASQUES, C. P. F. & PISSO, L. M. B. (2014). **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Cognition, 1, 1-17. Acesso em: 03 de maio, 2023.

ZAPARTE, T. A. (2014). **Estudo e adequação dos principais elementos do modelo canadense de construção em Wood Frame para o Brasil**. TCC - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Acesso em: 03 de maio, 2023.

ZENID, G. J. (2009). **Madeira: Uso sustentável na construção civil**. (2a ed.), São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Acesso em: 03 de maio, 2023.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Maria Eduarda Lopes Barbosa

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 12.09.2023

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **4,36%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet [▲](#)

Suspeitas confirmadas: **3,86%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados [▲](#)

Texto analisado: **92,04%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5
terça-feira, 12 de setembro de 2023 18:10

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **MARIA EDUARDA LOPES BARBOSA**, n. de matrícula **41076**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 4,36%. Devendo a aluna realizar as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário Faema – UNIFAEMA