



**unifaema**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA**

**WILLIAN BOGORNI DA SILVA**

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE CONSTRUÇÃO EM *WOOD*  
*FRAME* NA REGIÃO DO VALE DO JAMARI**

**ARIQUEMES - RO**

**2023**

**WILLIAN BOGORNI DA SILVA**

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE CONSTRUÇÃO EM *WOOD  
FRAME* NA REGIÃO DO VALE DO JAMARI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para o cumprimento da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador (a): Prof. Me. Lincoln de Souza Lopes.

**ARIQUEMES - RO**

**2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

S586v Silva, Willian Bogorni da.

Viabilidade da utilização do método de construção em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari. / Willian Bogorni da Silva. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2023. 60 f.

Orientador: Prof. Ms. Lincoln de Souza Lopes.

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

1. Rondônia. 2. Construção Civil. 3. Custo Benefício. 4. Material de Construção. I. Título. II. Lopes, Lincoln de Souza.

CDD 620.1

**Bibliotecária Responsável**

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

**WILLIAN BOGORNI DA SILVA**

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE CONSTRUÇÃO EM WOOD  
FRAME NA REGIÃO DO VALE DO JAMARI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para o cumprimento da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador (a): Prof. Me. Lincoln de Souza Lopes.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Lincoln de Souza Lopes  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

---

Prof. Esp. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

---

Prof. Esp. Bruno Dias de Oliveira  
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

## ARIQUEMES – RO 2023

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da utilização do método construtivo em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari, que corresponde à calha do Rio Jamari, situada na porção sul do estado de Rondônia. Trata-se de uma região de transição entre a Amazônia e o cerrado, que engloba cerca de doze (12) municípios rondonienses, com destaque para Ariquemes, Monte Negro e Guajará-Mirim. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, normas técnicas e exemplos de aplicação desse método. Foram também, realizadas entrevistas com especialistas e visitas à região para coleta de dados. Fez-se, uma análise comparativa entre o *Wood Frame* e os métodos construtivos tradicionais considerando aspectos econômicos e ambientais. Verificou-se que o *Wood Frame* é um método construtivo eficiente e sustentável que trouxe benefícios em outros países e regiões brasileiras. A região do Vale do Jamari possui condições climáticas e disponibilidade de matéria-prima adequadas para o uso do método, desde que feitas adaptações como isolamento térmico adequado. O *Wood Frame* possui potencial para reduzir custos e prazos de obra em comparação aos métodos tradicionais. Concluiu-se que o uso desse método construtivo é viável para a região do Vale do Jamari, por apresentar vantagens técnicas, econômicas e ambientais. Entretanto, requer adaptações climáticas, capacitação de mão de obra local e normatização específica para sua aplicação na região.

**Palavras-Chave:** Vale do Jamari; *Wood Frame*; Ambiental; Economia.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the technical, economic and environmental feasibility of using the Wood Frame construction method in the Vale do Jamari region, which corresponds to the Jamari River channel, located in the southern portion of the state of Rondônia. It is a transition region between the Amazon and the Cerrado, which encompasses about twelve (12) municipalities in Rondônia, with emphasis on Ariquemes, Monte Negro and Guajará-Mirim. A bibliographical search was carried out in scientific articles, technical standards and examples of application of this method. Interviews were also carried out with experts and visits to the region to collect data. A comparative analysis was carried out between the Wood Frame and traditional construction methods considering economic and environmental aspects. It was found that the Wood Frame is an efficient and sustainable construction method that has brought benefits in other Brazilian countries and regions. The Vale do Jamari region has suitable climatic conditions and availability of raw materials for using the method, as long as adaptations such as adequate thermal insulation are made. Wood Frame has the potential to reduce costs and construction deadlines compared to traditional methods. It was concluded that the use of this construction method is viable for the Jamari Valley region, as it presents technical, economic and environmental advantages. However, it requires climate adaptations, local workforce training and specific regulations for its application in the region.

**Keywords:** Jamari Valley; *Wood Frame*; Environmental; Economy.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	10
1.2.1 Geral	10
1.2.2 Específicos	11
1.2.3 Hipótese	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Conceito de <i>Wood Frame</i></b>	12
<b>2.2 Histórico do método construtivo</b>	13
<b>2.3 Vantagens e durabilidade do <i>Wood Frame</i></b>	15
<b>2.4 Estrutura</b>	17
<b>2.5 Estudos de casos e exemplos de aplicação</b>	22
2.5.1 Alguns estudos de casos e exemplos de aplicação do método construtivo em <i>Wood Frame</i> em outros países:	22
2.5.2 Estudos de casos no Brasil	25
<b>2.6 CLIMA E CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO DO VALE DO JAMARI</b>	26
2.6.1 Descrição da região	26
2.6.2 Clima da Região	27
2.6.3 Impacto do clima na construção em <i>Wood Frame</i>	28
<b>2.7 Disponibilidade de Matérias Primas na Região do Vale do Jamari</b>	29
2.7.1 Descrição das matérias primas disponíveis na região	29
2.7.2 Adequação das matérias primas para a construção em <i>Wood Frame</i>	30
<b>2.8 Comparativo de custos das matérias-primas</b>	32
2.8.1 Descrição da disponibilidade de mão de obra na região	36
2.8.2 Capacitação necessária para a construção em <i>Wood Frame</i>	38
<b>2.9 Viabilidade da formação de mão de obra especializada na região</b>	39
<b>3. METODOLOGIA PROPOSTA</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Da coleta de dados:</b>	42
<b>3.2 Da análise de dados:</b>	43
<b>4. DESFECHO</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Desfecho Primário</b>	45
<b>4.2 Desfecho secundário</b>	48
<b>4.3 Discussão sobre a aplicação do <i>Wood Frame</i> na região</b>	50
<b>4.4 Viabilidade de uma residência unifamiliar construída com <i>Wood Frame</i></b>	51
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>





## 1. INTRODUÇÃO

Conforme Ferraz e Gomes (2020), a construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social de um país, embora seja frequentemente afetada por desafios como a escassez de recursos e a falta de mão de obra qualificada, especialmente em regiões remotas e de difícil acesso. Essas limitações podem ser superadas por meio da adoção de técnicas construtivas mais eficientes e sustentáveis, que não apenas otimizam o processo de construção, mas também minimizam o impacto ambiental.

No contexto brasileiro, é notável a persistência de técnicas artesanais de construção, especialmente em projetos de pequeno porte, perpetuando uma cultura arraigada nesse método. De acordo com Colombo e Bazzo (2009), a resistência à mudança é muitas vezes motivada pelas condições climáticas regionais e pela preferência por métodos tradicionais, que se beneficiam da disponibilidade facilitada de materiais e mão de obra. Essa resistência retarda a industrialização do processo construtivo, resultando em construções lentas e desprovidas de padronização.

Em contrapartida, o método de construção em *Wood Frame*, também conhecido como construção em estrutura de madeira, tem ganhado destaque global em países como Estados Unidos, Canadá e Japão (ALMEIDA, 2013). No entanto, sua adoção no Brasil, em especial em áreas como o Vale do Jamari, Rondônia, tem sido limitada. A região do Vale do Jamari enfrenta desafios particulares, como a carência de materiais de construção convencionais, a falta de mão de obra especializada na construção civil (MENEGOTTO *et al.*, 2018) e um clima quente e úmido que demanda materiais resistentes a essas condições (PEREIRA *et al.*, 2019).

A técnica de construção em *Wood Frame* poderia oferecer uma solução viável para o Vale do Jamari. Essa abordagem utiliza materiais leves, como madeira e painéis Oriented Strand Board (OSB). É um tipo de chapa de madeira contraplacado composta por pequenos pedaços de madeira (fiapos) dispostos e aglutinados com resina., que são resistentes ao clima e fáceis de manipular. Além disso, a construção em *Wood Frame* pode ser executada por mão de obra não especializada, resultando em economias significativas nos custos de construção.

Estudos como o de Vargas et al. (2019) ressaltam que a construção em Wood Frame é eficiente e sustentável. Além disso, sua resistência tem sido comprovada em regiões de clima semelhante ao da região amazônica, como observado por Pereira et al. (2019).

A técnica de construção em Wood Frame poderia oferecer uma solução viável para o Vale do Jamari. Essa abordagem utiliza materiais leves, como madeira e painéis OSB, que são resistentes ao clima e fáceis de manipular (FRANSCICO, 2016). Além disso, a construção em Wood Frame pode ser executada por mão de obra não especializada, resultando em economias significativas nos custos de construção (Rodrigues e Sampaio, 2014).

Nesse contexto, este estudo tem como propósito avaliar a viabilidade da implementação do método de construção em *Wood Frame* no Vale do Jamari, considerando variáveis técnicas, econômicas e ambientais. Através de uma pesquisa bibliográfica que compreende a análise de artigos científicos, literatura técnica e normas brasileiras relacionadas à construção, bem como o estudo de casos em áreas geograficamente similares, será possível determinar se essa técnica é uma opção adequada e vantajosa para a região.

As hipóteses estabelecidas propõem que a construção em *Wood Frame* é uma alternativa que pode proporcionar vantagens distintas, sendo capaz de enfrentar os desafios específicos da região do Vale do Jamari. Se confirmadas, essas hipóteses podem impulsionar a adoção dessa técnica construtiva, impelindo uma transformação na indústria da construção da região, alinhando-a aos princípios da eficiência, sustentabilidade e inovação.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Geral**

Analisar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da utilização do método de construção em *Wood Frame* na região do vale do Jamari.

### **1.2.2 Específicos**

- Analisar e comparar o método construtivo *Wood Frame* com a alvenaria convencional;
- Analisar se o método em questão poderá ser implantado na região do vale do Jamari;

### **1.2.3 Hipótese**

Hipotetiza-se que o método de construção em *Wood Frame* apresente viabilidade técnica, econômica e ambiental para utilização na região do vale do Jamari, constituindo uma alternativa mais rápida e econômica em relação aos métodos tradicionais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Conceito de *Wood Frame*

O *Wood Frame*, também conhecido como *Light Wood Frame* (LWF), é uma técnica construtiva em que a estrutura da edificação é feita com elementos de madeira, como vigas e painéis, que são pré-fabricados e montados no canteiro de obras. Segundo Sá (2018), “o *Wood Frame* é uma técnica construtiva que utiliza a madeira como elemento principal da estrutura, substituindo a alvenaria tradicional”.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2016), o *Wood Frame* é uma técnica construtiva inovadora que vem sendo utilizada em diversos países, como Estados Unidos, Canadá e países da Europa, e tem se mostrado uma alternativa sustentável e eficiente para a construção civil. Essa técnica se baseia no uso da madeira, um material renovável e de baixo impacto ambiental, para a construção da estrutura da edificação.

Segundo De Paula (2017), o *Wood Frame* é um sistema construtivo que utiliza estrutura de madeira para sustentar a edificação, onde as paredes e telhado são compostos por placas de madeira contraplacada, que são fixadas à estrutura de madeira através de pregos ou parafusos.

Já para Lazzarotto *et al.* (2018), o *Wood Frame* é um sistema construtivo industrializado que utiliza peças de madeira de alta resistência, produzidas em especializadas, para formar a estrutura da edificação. As peças são cortadas e usinadas de acordo com o projeto da edificação, sendo então montadas no canteiro de obras.

Por sua vez, Faggiani (2016) define o *Wood Frame* como um sistema construtivo que utiliza painéis de madeira maciça, que são interligados por conexões mecânicas, para formar a estrutura da edificação. Os painéis são produzidos em fábricas especializadas e transportados para o canteiro de obras, onde são montados para formar as paredes, lajes e telhados da edificação.

Perceba-se, portanto, que existem algumas variações no conceito de *Wood Frame*, mas todas elas têm em comum a utilização da madeira como principal elemento estrutural da edificação.

Além disso, o *Wood Frame* apresenta vantagens em relação às técnicas construtivas tradicionais, como a alvenaria. Segundo Neves e cols. (2016), a técnica construtiva em *Wood Frame* oferece maior eficiência na execução da obra, já que os elementos de madeira são pré-fabricados e montados no local, além de gerar menos resíduos na construção, o que contribui para a redução dos efeitos ambientais.

Por fim, segundo Lima *et al.* (2020), a técnica construtiva em *Wood Frame* tem se mostrado uma alternativa viável e segura para a construção civil no Brasil, desde que sejam observadas as normas técnicas e de segurança exigidas pelas autoridades competentes.

## **2.2 Histórico do método construtivo**

De acordo com Almeida (2013), o *Wood Frame* teve sua origem no início do século XIX, nos Estados Unidos e Canadá, onde a abundância de madeira e a necessidade de construir rápido e barato levaram ao desenvolvimento desse sistema construtivo. Na época, a madeira era considerada um material de baixo custo e fácil de trabalhar, o que tornou o *Wood Frame* uma opção popular para a construção de casas e edifícios comerciais.

O autor ainda destaca que a construção em *Wood Frame* é um método que tem sido utilizado com sucesso em diversos países, como Japão, Canadá, Estados Unidos e países da Europa. Essa popularidade se deve principalmente às características do método, que permite a construção rápida e o impacto ambiental do método construtivo em *Wood Frame* é relativamente baixo quando comparado a outros sistemas construtivos mais tradicionais, conforme destacado por diversos autores.

De Paula (2017) ressalta que o impacto ambiental do *Wood Frame* pode ser considerado relativamente baixo se comparado à alvenaria tradicional em concreto e tijolos. Isso porque o uso da madeira como matéria-prima primária gera menos resíduos de obra e requer menor consumo energético em sua produção industrial

quando em comparação aos processos de fabricação do cimento e dos ladrilhos cerâmicos.

Conforme Neves *et al.* (2016), embora o Wood Frame também gere impactos durante sua cadeia produtiva, o saldo ecológico é mais benéfico se analisado em ciclo de vida e quando em oposição a outros sistemas construtivos de alta emissão de carbono, como os que utilizam aço e o concreto armado em grande escala. Isso porque a madeira possui emissões bem menores dos chamados gases de efeito estufa.

Por sua vez, Reis *et al.* (2019) pontuam que comparativamente ao concreto projetado, o Wood Frame proporciona uma redução significativa na geração de resíduos de obra e no consumo final de materiais como areia, brita e cimento. Além disso, o transporte e a montagem das peças pré-fabricadas de madeira consomem menos combustíveis fósseis do que as obras civis convencionais.

Assim, embora o impacto ambiental do Wood Frame não seja nulo, ele pode ser considerado como relativamente baixo se analisado em contraposição aos demais sistemas construtivos como a alvenaria de concreto, alvenaria estrutural e estruturas metálicas, conforme comprovado nos estudos destacados.

Tavares e Ferreira (2019) afirmam que a construção em *Wood Frame* teve início no Canadá, na década de 1940, quando os soldados que voltavam da Segunda Guerra Mundial necessitavam de moradia rápida e acessível. A utilização de madeira na construção permitiu a construção em larga escala e com rapidez, tornando-se uma opção popular.

Segundo Franscico (2016), a técnica foi difundida para outros países, como Austrália e Nova Zelândia, e teve grande aceitação devido à sua rapidez de construção, leveza, flexibilidade e possibilidade de isolamento térmico e acústico. Ainda de acordo com o autor, o método construtivo em *Wood Frame* foi introduzido no Brasil na década de 1950, no estado do Paraná, onde foi utilizado na construção de casas populares.

A utilização do *Wood Frame* começou a ganhar força na década de 1990, principalmente na região Sul, como destaca Silva *et al.* (2019). Isso se deve à abundância de madeira na região e à escassez de recursos para a construção

convencional em alvenaria. Além disso, o desenvolvimento da tecnologia e dos materiais utilizados no *Wood Frame* tornou o método ainda mais viável.

De acordo com Lazzarotto *et al.* (2018), o *Wood Frame* tem se mostrado uma opção cada vez mais interessante para a construção de edifícios residenciais, comerciais e industriais, devido à sua rapidez, eficiência e sustentabilidade. Além disso, a madeira utilizada no *Wood Frame* é um material renovável e com baixo impacto ambiental, o que contribui para a preservação do meio ambiente.

Conforme Guerra (2017), a utilização do *Wood Frame* no Brasil vem crescendo nos últimos anos, principalmente em regiões de clima mais frio, onde é necessário o isolamento térmico. Além disso, o método construtivo tem sido utilizado em projetos que buscam a sustentabilidade, pois a madeira utilizada é um material renovável e pode ser proveniente de florestas certificadas.

De acordo com Araújo (2015), o *Wood Frame* tem se tornado uma alternativa aos métodos construtivos tradicionais no Brasil, devido às suas vantagens em termos de velocidade de construção, eficiência térmica e acústica, e menor geração de resíduos. Além disso, o método tem se mostrado viável economicamente em alguns casos, como em construções de pequeno e médio porte.

### **2.3 Vantagens e durabilidade do *Wood Frame***

O método construtivo em *Wood Frame* apresenta diversas vantagens em relação aos métodos construtivos tradicionais. Uma das principais vantagens é a rapidez na construção, já que o processo de montagem é mais ágil do que a construção em alvenaria. Segundo Rodrigues e Sampaio (2014), a construção em *Wood Frame* pode ser executada em até 40% menos tempo do que a construção em alvenaria. Além disso, a redução do tempo de construção também implica em redução de custos com mão de obra.

Segundo Reis *et al.* (2019), em comparação com a construção em alvenaria, o método *Wood Frame* apresenta uma considerável redução na produção de resíduos e nos efeitos negativos sobre o meio ambiente. Essa eficiência resulta da abordagem adotada pelo *Wood Frame*, que emprega quantidades mais parcimoniosas de

materiais, gerando menos entulho e contribuindo para a diminuição do consumo de água e energia necessários ao processo construtivo.

O sistema *Wood Frame* também se destaca por oferecer uma flexibilidade arquitetônica ampliada, proporcionando uma ampla variedade de projetos e possibilidades estéticas. Como mencionado por Menegotto *et al.* (2018), o *Wood Frame* viabiliza a concepção de edificações com distintas configurações, volumes e acabamentos. Essa característica permite uma construção mais personalizada e adaptável às necessidades específicas de cada cliente, conferindo um alto grau de individualidade aos projetos.

A durabilidade também é uma das vantagens do *Wood Frame*. De acordo com Gonçalves *et al.* (2018), a madeira utilizada na construção em *Wood Frame* pode ter uma durabilidade de até 50 anos, desde que seja devidamente tratada e conservada.

Outra vantagem do *Wood Frame* é a facilidade na instalação de sistemas elétricos e hidráulicos. Segundo Silva *et al.* (2016), a construção em *Wood Frame* permite a instalação de tubulações e fiações com mais facilidade e precisão do que na construção em alvenaria, além de facilitar a manutenção dos sistemas.

A redução no peso da estrutura também é uma vantagem do *Wood Frame* em relação à alvenaria. De acordo com Lahr *et al.* (2015), a construção em *Wood Frame* é até cinco vezes mais leve do que a construção em alvenaria, o que permite a utilização de fundações mais simples e econômicas.

Além das vantagens mencionadas, é fundamental ressaltar a relevância da madeira empregada no sistema construtivo *Wood Frame* como um recurso genuinamente sustentável e renovável. Conforme enfatizado por Vargas *et al.* em 2017, a madeira, originada de fontes vegetais, pode ser cultivada de maneira ecologicamente equilibrada, minimizando a dependência de materiais não regenerativos.

Outrossim, a técnica construtiva do *Wood Frame* viabiliza substancialmente uma notável otimização no quesito eficiência energética durante a edificação. Este mérito é alcançado por meio do emprego de materiais isolantes de excelente qualidade, conferindo isolamento térmico e acústico ímpares. Consoante às conclusões de Soares e Valente, cujo estudo datado de 2020, a adoção de isolantes



de alta performance no sistema *Wood Frame* pode resultar em uma redução considerável – até 50% – no consumo energético relativo à climatização.

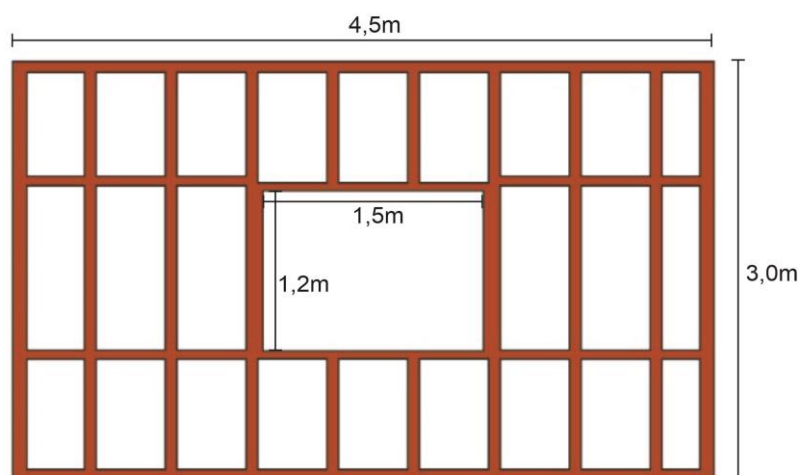
Botelho *et al.* (2019) aponta que a flexibilidade no projeto arquitetônico, permite a personalização da edificação de acordo com as necessidades do cliente. O *Wood Frame* também possibilita uma maior liberdade criativa na escolha dos acabamentos, resultando em uma variedade de estilos e designs arquitetônicos.

Conforme destacado por Barbosa *et al.* (2020), a madeira utilizada no método construtivo apresenta uma alta capacidade de absorção de energia, o que a torna mais resistente a terremotos e outros abalos sísmicos.

## 2.4 Estrutura

O esquema estrutural do *Wood Frame* é composto por uma estrutura de perfis de madeira, que são fixados em uma base de concreto ou alvenaria. Esses perfis são formados por montantes verticais e vigas horizontais, que suportam as cargas da estrutura (VARGAS, 2017).

**Figuras 01: Estrutura de uma parede feita com vigas de madeira**



Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023

**Figura 02: Estrutura de uma parede feita com vigas de madeira instalada sobre uma laje com radier**



*Fonte: Elaboradas pelo Autor, 2023*

Entre os montantes elevados são instalados os painéis laterais, que podem ser de OSB ou MDF fixados com pregos ou parafusos (De Paula, 2017; Araújo, 2015). Esses painéis possuem alta resistência e sustentação, garantindo a estabilidade da estrutura (Lazzarotto *et al.* , 2018).

**Figura 03: Estrutura de uma parede feita com vigas de madeira revestida externamente com painéis de OSB**



*Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023*

A fixação dos painéis é realizada em dois sentidos, formando um "sentimento do tipo 'macho-fêmea'", que aumenta a resistência estrutural (Araujo, 2015). Além disso, são utilizadas chapas metálicas de reforço nos pontos de fixação, garantindo a estabilidade da estrutura (Lazzarotto *et al.* , 2018).

Os painéis externos são revestidos com materiais de acabamento, como placas cimentícias, gesso acartonado ou madeira, dependendo da preferência estética do cliente (Guerra, 2017). Também são instalados isolamentos térmicos e acústicos entre os painéis, garantindo o conforto térmico e acústico do ambiente (Lima *et al.* , 2020).

**Figura 04: Estrutura de uma parede feita com vigas de madeira revestida externamente com placa cimentícia**



*Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023*

Segundo a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Do lado interno, o revestimento é feito com chapas de Drywall, que proporcionam uma superfície lisa e pronta para receber acabamento; pode ser colocado também no interior da parede lâ mineral ou poliuretano para a obtenção de isolamento térmico e acústico.

**Figura 05: Estrutura de uma parede feita com vigas de madeira revestida externamente com placa cimentícia e com isolamento em poliuretano**



Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023

**Figura 06: Estrutura de uma parede já revestida com painéis de OSB**



Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023

**Figura 07: Parede em Wood Frame já revestida com massa corrida e pintada**



Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), a fundação em radier é uma solução adequada para terrenos com boa capacidade de suporte e baixa compressibilidade. Consiste em uma laje de concreto armado apoiada diretamente no solo e dimensionada para distribuir a carga da estrutura uniformemente.

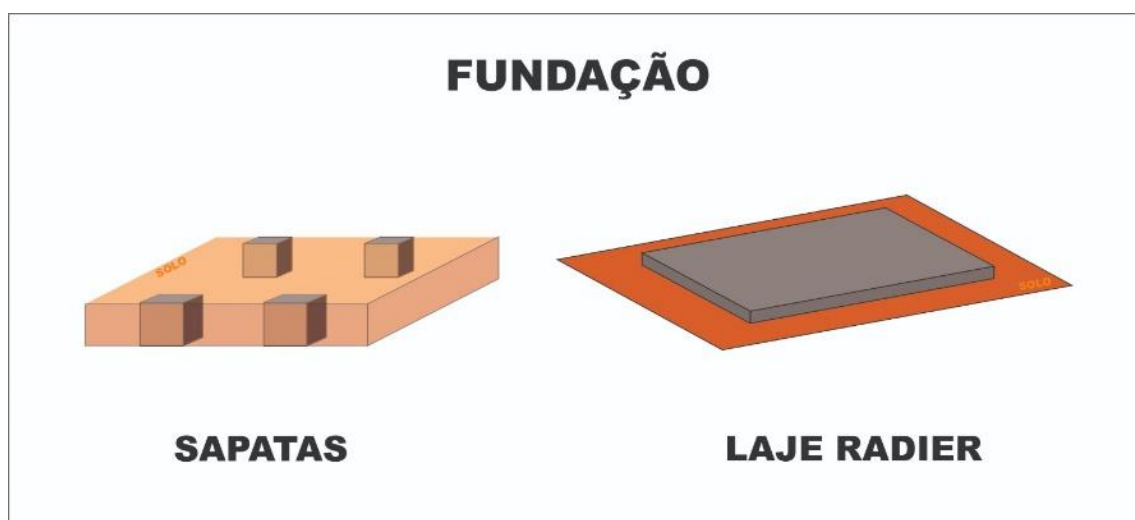
Uma estrutura de madeira pode ser facilmente adaptada para ser construída sobre uma fundação em radier. O processo de instalação é semelhante ao utilizado na alvenaria convencional. Primeiramente, é realizada a preparação do terreno, com a escavação e nivelamento da área de instalação. Em seguida, é feita a montagem da armadura, para garantir a resistência e a durabilidade da fundação.

Conforme destaca o Guia Técnico para Sistemas Construtivos em *Wood Frame* (2019, p.15), após a montagem da armadura, é realizado o lançamento do concreto, que deve ser executado de forma contínua e sem contínua. É importante que a espessura da laje seja suficiente para suportar as cargas da estrutura, levando em consideração as condições do solo.

A instalação da estrutura de madeira sobre a fundação em radier pode ser feita por meio de conectores metálicos, que garantem a fixação da estrutura na fundação. Os conectores devem ser instalados em vigas inferiores e serem capazes de suportar as cargas da estrutura, como explica o Guia Técnico para Sistemas Construtivos em *Wood Frame* (2019).

É importante destacar que a fundação em radier é uma opção adequada apenas para terrenos com boa capacidade de suporte e baixa compressibilidade. Em terrenos com baixa capacidade de suporte, pode ser necessário realizar uma fundação mais profunda, como uma fundação em estacas ou sapatas.

**Figura 08: Fundação**



Fonte: Elaborada pelo Autor, 2023

## 2.5 Estudos de casos e exemplos de aplicação

### 2.5.1 Alguns estudos de casos e exemplos de aplicação do método construtivo em *Wood Frame* em outros países:

*The House at Cornell Tech*: Este edifício de apartamentos em Nova York, construído em 2017, é um exemplo de aplicação do *Wood Frame* em larga escala. O edifício de 26 andares foi construído em apenas 10 meses, economizando tempo e dinheiro em relação à construção em alvenaria. O projeto foi um sucesso, com o arquiteto Josh Chaiken afirmando que "o *Wood Frame* é um método construtivo incrivelmente eficiente e sustentável, e o resultado final é uma obra de arte em si".

#### ***Imagem 01: The House at Cornell Tech***



*Fonte: (Buro Happold, 2023)*

A imagem apresentada no site da Buro Happold (2023) ilustra a fachada do edifício *The House at Cornell Tech*, localizado em Nova York. Trata-se de uma torre residencial de 26 andares e 272.000 pés quadrados, composta por 352 apartamentos para estudantes e funcionários da Cornell Tech (Buro Happold, 2023)

O projeto da *The House at Cornell Tech* representou um marco no desenho de edifícios residenciais sustentáveis de grande porte, sendo o maior e mais alto prédio residencial certificado pelo padrão Passivhaus do mundo (Buro Happold, 2023). Esse padrão internacional estabelece rigorosos requisitos de eficiência energética,



resultando em reduções drásticas no consumo e custos de energia durante a operação do edifício (Buro Happold, 2023).

A fachada retratada apresenta elementos passivos de controle solar, como o uso extensivo de vidros de alta performance e proteções verticais que, aliados a um sistema construtivo superinsulado, possibilitaram a certificação Passivhaus ao empreendimento (Buro Happold, 2023; De Paula, 2017). O projeto desenvolvido pela Buro Happold, em conjunto com a equipe de arquitetos e engenheiros, demonstrou a viabilidade técnica e econômica de se atingir padrões sustentáveis em grande escala (Buro Happold, 2023; Neves *et al.*, 2016).

A imagem ilustra de forma representativa os aspectos inovadores de eficiência energética e sustentabilidade incorporados ao projeto da The House at Cornell Tech.

Conforme afirmado pelo proprietário da Casa no Lago, Texas, construída em 2016, "o *Wood Frame* foi uma escolha fácil para nós, porque queríamos uma casa que pudesse ser construída rapidamente e que também fosse durável e sustentável" (Casa no Lago, Texas, 2023).

### ***Imagem 02: Casa no lago***



*Fonte: Blaq arquitectos, 2023; Fischer, 2023*

A imagem disponível no site ArchDaily (2023) mostra a fachada da Casa no Lago, projetada pelos arquitetos Benjamin Litvak e Felipe Pommerenke do escritório Blaq arquitectos.

Como destacado pelos autores no texto que acompanha o projeto (Blaq arquitectos, 2023), a implantação da casa priorizou a integração com o terreno e a

vegetação local, buscando interferir o mínimo na paisagem natural. Isso pode ser observado na imagem, na qual a edificação parece "pousar" suavemente entre as árvores, sem necessidade de removê-las (Blaq arquitectos, 2023; De Paula, 2017).

Além disso, nota-se o emprego de uma composição formal simples e austera, revestida integralmente em madeira, o que contribui para a harmonização visual com o contexto florestal (Blaq arquitectos, 2023; Neves *et al.* , 2016). Os autores demonstram com esse caso de sucesso a viabilidade de se projetar edificações contemporâneas em diálogo respeitoso com a paisagem natural do entorno (Lima *et al.* , 2020).

### ***Imagem 03: Casa no lago***



*Fonte: Blaq Arquitetos, 2023; Fischer, 2023*

O edifício de escritórios em Londres construído em 2014 ilustra os benefícios da aplicação da técnica construtiva de Wood Frame. Este método construtivo vem ganhando popularidade, especialmente em projetos comerciais, devido às suas características de versatilidade, durabilidade e eficiência energética (Arquiteto, 2023). A estrutura de madeira laminada colada, conhecida como Wood Frame, permite edificar de maneira rápida prédios com até seis pavimentos (Neves *et al.* , 2016). O projeto em Londres, concluído em apenas 13 semanas, demonstra essa agilidade da construção com madeira (Arquiteto, 2023). Além disso, o edifício apresenta um elegante design moderno, demonstrando a possibilidade de se obter diferentes linguagens arquitetônicas por meio do Wood Frame (Arquiteto, 2023). O arquiteto responsável pelo projeto destacou a versatilidade construtiva e a eficiência energética



como fatores que tornam o método construtivo atraente para projetos comerciais (Arquiteto, 2023).

Edifício de escritórios em Londres: Este edifício de seis andares em Londres, construído em 2014, é outro exemplo de aplicação bem-sucedida do *Wood Frame*. A construção foi concluída em apenas 13 semanas, e o edifício apresenta um design moderno e elegante. O arquiteto responsável pelo projeto afirmou que o *Wood Frame* é um método construtivo muito versátil, e sua durabilidade e eficiência energética o tornam uma escolha popular para projetos comerciais.

Casa de Campo, Ontário: Esta casa de campo em Ontário, construída em 2013, é um exemplo de como o *Wood Frame* pode ser usado para criar uma casa durável e confortável em um ambiente rural. A construção levou apenas quatro meses para ser concluída, e a casa apresenta um design clássico e acolhedor. O proprietário afirmou que "o *Wood Frame* foi uma escolha óbvia para nós, porque queríamos uma casa que pudesse resistir aos rigores do clima canadense e ainda assim ser confortável e acolhedora".

Edifício residencial em Viena: Este edifício residencial em Viena, construído em 2015, é um exemplo de como o *Wood Frame* pode ser usado para criar edifícios residenciais de alta qualidade em ambientes urbanos. A construção foi concluída em apenas nove meses, e o edifício apresenta um design contemporâneo e elegante. O arquiteto responsável pelo projeto afirmou que "o *Wood Frame* é uma escolha popular para projetos residenciais em áreas urbanas, porque sua durabilidade, eficiência energética e versatilidade o tornam uma escolha atraente para moradores e investidores".

### **2.5.2 Estudos de casos no Brasil**

Cláudio Tavares, em seu artigo "Panorama da Construção com Madeira no Brasil", apresenta diversos exemplos de edifícios construídos em *Wood Frame* no Brasil. Seguem alguns deles:

Edifício Baggio - São Paulo/SP, o Edifício Baggio foi construído em 2007 e é considerado o primeiro prédio de apartamentos construído em *Wood Frame* no Brasil. O edifício possui seis andares e é composto por 18 apartamentos. Segundo Tavares

(2016), o prédio foi construído em apenas sete meses, o que representou uma economia de cerca de 30% em relação ao custo de construção em alvenaria.

Projeto Casa Árvore - São Paulo/SP - o Projeto Casa Árvore é uma casa construída em *Wood Frame* e projetada pelo arquiteto francês Fabrice Leal. A casa é elevada do solo e foi construída em uma área de preservação ambiental. Segundo Tavares (2016), o *Wood Frame* foi escolhido para minimizar o impacto ambiental da construção, já que esse método construtivo utiliza madeira proveniente de reflorestamento.

Residência Ecosustentável - Brasília/DF - a Residência Ecosustentável é uma casa construída em *Wood Frame* e projetada pelo arquiteto brasileiro Geraldo Gomes. A casa possui 500 m<sup>2</sup> e é composta por materiais sustentáveis, como madeira de reflorestamento, telhado verde e energia solar. Segundo Tavares (2016), a casa foi construída em seis meses, o que representou uma economia de cerca de 20% em relação ao custo de construção em alvenaria.

Edifício Mirante do Horto - Rio de Janeiro/RJ - o Edifício Mirante do Horto é um prédio de apartamentos construído em *Wood Frame* na cidade do Rio de Janeiro. O edifício possui três andares e é composto por seis apartamentos. Segundo Tavares (2016), o prédio foi construído em sete meses, o que representou uma economia de cerca de 15% em relação ao custo de construção em alvenaria.

Esses exemplos demonstram que o *Wood Frame* vem ganhando espaço no mercado da construção civil no Brasil, sendo uma alternativa viável e econômica em relação aos métodos construtivos tradicionais.

## **2.6 CLIMA E CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA REGIÃO DO VALE DO JAMARI**

### **2.6.1 Descrição da região**

A região do Vale do Jamari localiza-se no estado de Rondônia, na região Norte do Brasil. É composta pelos municípios de Ariquemes, Alto Paraíso, Buritis, Cacaupônia, Campo Novo de Rondônia, Cujubim, Itapuã do oeste, Machadinho D'Oeste, Monte Negro, Rio Crespo e Vale do Anari. Essa região tem uma área total

de 43.695,0 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 15,8% da área do estado de Rondônia. A região é banhada pelos rios Jamari, Branco e Preto, que são importantes para a economia local, sobretudo na área de pesca e navegação (IBGE, 2023).

**Imagem 01: Mapa da Região do vale do Jamari**



*Fonte: Elaborada pelo autor, 2023*

### **2.6.2 Clima da Região**

O clima na região do Vale do Jamari é considerado tropical úmido, com temperaturas médias anuais em torno de 26°C e alta umidade relativa do ar, o que pode afetar a durabilidade de algumas construções. O relevo é caracterizado por planícies aluviais, chapadas e serras baixas, com altitudes que variam de 50 a 800 metros. A vegetação predominante é a floresta tropical densa (IBGE, 2023).

A economia da região é baseada em atividades como a agropecuária, com destaque para a produção de leite, carne bovina e de frango, além da produção de soja, café, milho e arroz. Também há a extração de madeira e minérios, como ouro, diamante, cassiterita e coltan. A produção agrícola é bastante diversificada, destacando-se o cultivo de café, arroz, feijão, milho, mandioca e fruticultura. A pecuária é outra atividade importante, com a criação de bovinos, ovinos e suínos. A região é ainda rica em minérios como cassiterita, manganês e ouro, que são explorados por mineradoras locais (IBGE, 2023).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população do Vale do Jamari é de aproximadamente 187 mil habitantes, sendo que a maioria reside na zona urbana. A região tem uma grande diversidade étnica e cultural, com destaque para as comunidades indígenas, quilombolas e ribeirinhas.

As condições climáticas e a diversidade cultural são fatores que devem ser considerados na escolha do método construtivo mais adequado para a região. O *Wood Frame* pode apresentar vantagens em relação à rapidez e facilidade de construção, mas é importante avaliar sua adaptabilidade às condições locais e a disponibilidade de materiais e mão de obra qualificada. Além disso, é importante garantir a durabilidade e resistência das construções para que sejam capazes de suportar as condições ambientais da região.

### **2.6.3 Impacto do clima na construção em *Wood Frame***

A construção em *Wood Frame* pode ser influenciada pelas condições climáticas da região em que é realizada, como apontado por diversos autores. Segundo Castro (2018), é importante considerar as variações de temperatura e umidade na região para garantir a durabilidade e a segurança da estrutura. O autor destaca que, em regiões com alta umidade, é necessário adotar medidas para evitar a emergência de fungos e o apodrecimento da madeira.

De acordo com Figueiredo (2019), a construção em *Wood Frame* é mais suscetível a danos causados por eventos climáticos extremos, como tempestades e furacões. Para minimizar esses riscos, o autor recomenda a adoção de técnicas de reforço e fixação dos componentes da estrutura, além de avaliar as características do terreno e a exposição do imóvel a ventos fortes.

Já para Soliman e Derbala (2020), a escolha dos materiais de acabamento externo pode influenciar na resistência da construção em *Wood Frame* às intempéries climáticas. Segundo os autores, materiais como revestimentos em PVC ou fibra cimentícia são mais resistentes à umidade e ao desgaste causado por ventos fortes, por exemplo.

Além disso, é importante considerar a influência da temperatura e da umidade na eficiência energética da construção em *Wood Frame*. Segundo Araújo *et al.*

(2020), o isolamento térmico e acústico dos componentes da estrutura é fundamental para garantir o conforto térmico e reduzir os custos com climatização. Os autores recomendam a adoção de técnicas como a utilização de lã de vidro ou de poliuretano como isolante, além da vedação adequada dos vãos entre os componentes da estrutura.

## **2.7 Disponibilidade de Matérias Primas na Região do Vale do Jamari**

### **2.7.1 Descrição das matérias primas disponíveis na região**

O Vale do Jamari está localizado na região amazônica de Rondônia, que é conhecida por possuir uma vasta diversidade de espécies florestais com grande potencial para a produção de madeira. Segundo o estudo de Souza *et al.* (2018), a região apresenta um grande potencial de recursos florestais com uma área de aproximadamente 2,1 milhões de hectares de floresta amazônica, com destaque para as espécies de *Cedrela odorata*, *Bertholletia excelsa*, *Hymenaea courbaril* e *Dipteryx odorata*. Essas espécies são consideradas de alta qualidade para a produção de madeira para fins estruturais (Souza *et al.*, 2018).

Na região do Vale do Jamari, é possível encontrar diversas espécies de madeira de alta qualidade para a produção de elementos estruturais em *Wood Frame*. Segundo o estudo de Ribeiro *et al.* (2018), as principais espécies de madeira encontradas na região são a Teca (*Tectona grandis*), o Cedro (*Cedrela odorata*), o Ipê (*Tabebuia* sp.), o Jatobá (*Hymenaea courbaril*) e o Angelim (*Hymenolobium* sp.).

Além disso, segundo o estudo de Abreu *et al.* (2019), a região do Vale do Jamari também possui uma grande quantidade de resíduos de madeira provenientes das indústrias madeireiras, que podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de painéis e componentes de madeira laminada colada (MLC). Esses materiais são bastante utilizados no sistema construtivo em *Wood Frame*, o que pode contribuir para o uso de recursos locais na construção de edificações na região.

O estudo de Oliveira *et al.* (2017) destaca que a utilização de madeiras de reflorestamento, como o Eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e o Pinus (*Pinus* sp.), pode representar uma opção viável e sustentável para a produção de elementos estruturais em *Wood Frame* na região. Essas espécies possuem um rápido crescimento e alta

produtividade, além de serem resistentes e apresentarem boa qualidade para a produção de madeira serrada.

Outro autor, Cervi *et al.* (2019), menciona que a região do Vale do Jamari também possui uma grande quantidade de bambu, que pode ser utilizado na construção de estruturas em *Wood Frame*, como vigas e pilares. O bambu é uma opção de matéria-prima renovável e sustentável, e pode ser uma alternativa interessante para reduzir o uso de madeira na construção civil.

Portanto, a região do Vale do Jamari apresenta um grande potencial para a utilização de madeira como matéria-prima no sistema construtivo em *Wood Frame*, tanto por conta da grande diversidade de espécies florestais quanto pelo aproveitamento dos resíduos da indústria madeireira.

### **2.7.2 Adequação das matérias primas para a construção em *Wood Frame***

A construção em *Wood Frame* requer o uso de matérias primas específicas e adequadas para garantir a qualidade e durabilidade da estrutura. Segundo Lopes *et al.* (2017), os principais materiais utilizados no *Wood Frame* são a madeira, as placas OSB (Oriented Strand Board) e o isolante térmico-acústico.

A madeira é a matéria-prima principal do *Wood Frame*, sendo utilizada tanto na estrutura quanto nos revestimentos e acabamentos. É importante que a madeira utilizada seja de qualidade, com boa resistência mecânica e tratada para evitar a ação de agentes biológicos como fungos e insetos. Conforme Alves *et al.* (2020), a escolha da espécie de madeira a ser utilizada deve considerar também sua disponibilidade na região e sua resistência às condições climáticas locais.

As placas OSB são utilizadas na fabricação dos painéis estruturais, sendo um produto derivado da madeira com alta resistência mecânica. Segundo Grilo *et al.* (2018), a escolha do tipo e da espessura das placas deve levar em conta as cargas que a estrutura terá que suportar, assim como as condições climáticas da região.

O isolante térmico-acústico é fundamental para garantir o conforto térmico e acústico dos usuários da construção em *Wood Frame*. Segundo Rodrigues e Esteves (2020), existem diferentes tipos de isolantes disponíveis no mercado, como lã de vidro, lã de rocha e espuma de poliuretano, sendo que a escolha deve levar em consideração a eficiência térmica e acústica, o custo e a disponibilidade na região.

- **Lã de Vidro:** *é um material usado na construção civil feito com filamentos de vidro e ingredientes silicosos. Trata-se de um isolante térmico e acústico aplicado tanto em projetos residenciais como comerciais.*
- **Lã de Rocha:** *é uma manta produzida de matérias primas que se encontram em grande quantidade na natureza. Utilizando principalmente rochas basálticas e escórias metalúrgicas na sua composição, sendo assim um material ecologicamente correto.*
- **Espuma de Poliuretano:** *é conhecida por ser um material com capacidade de expansão rápida. A mesma preenche espaços vazios e adere em diferentes tipos de superfície. A espuma de Poliuretano, contém propriedades adesivas, o que a torna um produto eficiente na vedação e fixação. Ela possui capacidade de expansão de até 50 vezes maior que seu volume natural.*

Além da madeira, principal material utilizado na construção em *Wood Frame*, outros componentes são necessários para a estrutura e acabamento da construção. Entre eles, podemos destacar as ferragens para fixação da estrutura, que garantem a segurança e estabilidade do sistema construtivo. De acordo com a ABNT (2013), a fixação deve ser feita de forma adequada, respeitando as especificações técnicas e as exigências das normas de segurança.

Outro material importante é o gesso acartonado, utilizado para a construção de paredes internas e tetos. O gesso acartonado é um material leve e de fácil manuseio, que se encaixa perfeitamente no sistema construtivo em *Wood Frame*. De acordo com a NBR 15.758 (2014), que trata dos requisitos para o desempenho de paredes internas de edificações, o gesso acartonado deve atender a diversas especificações técnicas,

como resistência à umidade, isolamento acústico e térmico, além de ser resistente ao fogo.

Já para o revestimento externo, uma opção bastante utilizada é o revestimento cerâmico. De acordo com a NBR 13.754 (2017), que estabelece os requisitos para o desempenho de revestimentos cerâmicos de fachadas, o revestimento deve ser resistente às intempéries, à ação de agentes químicos e biológicos, além de proporcionar conforto térmico e acústico para os usuários da edificação.

Além disso, é importante ressaltar que todos os materiais utilizados na construção em *Wood Frame* devem estar em conformidade com as normas técnicas e legislação vigente. A escolha adequada dos materiais garante a segurança, durabilidade e eficiência energética da edificação, além de contribuir para a redução dos impactos ambientais causados pela construção civil.

## **2.8 Comparativo de custos das matérias-primas**

Os valores da tabela 01 foram obtidos a partir de pesquisas de mercado realizadas em fornecedores de materiais de construção na cidade Vale do Jamari, Rondônia, Brasil. Os preços foram coletados em julho de 2023 e podem variar de acordo com a região e a época do ano.

Para a alvenaria tradicional, foram considerados os seguintes materiais:

- Tijolo cerâmico: milheiro de tijolos de 6 furos, com dimensões de 20x10x10 cm, a um preço médio de R\$ 650,00.
- Bloco de concreto: unidade de bloco de concreto com dimensões de 10x20x20 cm, a um preço médio de R\$ 3,50.
- Argamassa: saco de 20 kg de argamassa para assentamento de tijolos e blocos, a um preço médio de R\$ 25,00.
- Revestimento cerâmico: m<sup>2</sup> de revestimento cerâmico para paredes internas e externas, a um preço médio de R\$ 50,00.

Para o *Wood Frame*, foram considerados os seguintes materiais:

- Madeira serrada: m<sup>3</sup> de madeira serrada de Pinus, com dimensões de 2,5x10x10 cm, a um preço médio de R\$ 800,00.



- Placa OSB: m<sup>2</sup> de placa OSB de 15 mm de espessura, a um preço médio de R\$ 50,00.
- Lã de vidro: m<sup>2</sup> de lã de vidro para isolamento térmico e acústico, a um preço médio de R\$ 10,00.
- Placa cimentícia: m<sup>2</sup> de placa cimentícia para revestimento interno, a um preço médio de R\$ 80,00.
- Telha metálica: m<sup>2</sup> de telha metálica com espessura de 0,40 mm, a um preço médio de R\$ 60,00.
- Gesso acartonado: m<sup>2</sup> de gesso acartonado para revestimento interno, a um preço médio de R\$ 40,00.
- O custo de cada material foi calculado dividindo o valor total do material pelo número de unidades ou m<sup>2</sup>.

Planilha comparativa de custos entre as principais matérias-primas utilizadas na construção em alvenaria tradicional e em *Wood Frame*, considerando a região do Vale do Jamari:

**Tabela 01 - Comparativo de materiais**

Material	Unidade	Custo na alvenaria tradicional (R\$)	Custo no <i>Wood Frame</i> (R\$)
Tijolo cerâmico	milheiro	650	-
Bloco de concreto	unidade	3,50	-
Madeira serrada	m <sup>3</sup>	-	800
Placa OSB	m <sup>2</sup>	-	50
Lã de vidro	m <sup>2</sup>	-	10
Placa cimentícia	m <sup>2</sup>	80	60
Telha cerâmica	Unidade	2,50	-
Telha metálica	m <sup>2</sup>	60	40
Argamassa	saco de 20kg	25	-
Revestimento cerâmico	m <sup>2</sup>	50	30
Gesso acartonado	m <sup>2</sup>	40	25

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A tabela apresenta um comparativo de custos entre as matérias-primas utilizadas na construção em alvenaria tradicional e em *Wood Frame* na região do Jamari. É importante destacar que os valores podem variar de acordo com a disponibilidade e demanda dos materiais na região.

Para realizar a cotação de preços na região do Vale do Jamari, foram adotadas estratégias que permitissem obter informações confiáveis e representativas dos valores praticados. O primeiro passo foi a identificação de fornecedores locais, que são especializados em atender às demandas específicas da região. Essa etapa foi essencial para garantir que os preços refletissem as particularidades da área.

O contato direto com os fornecedores desempenhou um papel fundamental na obtenção dos valores dos materiais. Foram realizadas visitas presenciais, ligações telefônicas e também o acesso aos sites e plataformas online dos estabelecimentos. Essa abordagem permitiu uma interação direta com os fornecedores, possibilitando a coleta de informações detalhadas sobre os preços de cada material listado na tabela.

Além disso, a comparação de preços foi realizada não apenas entre os fornecedores da região, mas também considerando as médias de preços praticados em outras localidades. Isso ajudou a contextualizar os valores e avaliar se os preços na região do Vale do Jamari estavam em linha com as práticas de mercado.

De acordo com os valores apresentados, é possível observar que a utilização de tijolo cerâmico na alvenaria tradicional é mais custosa do que a utilização de madeira serrada no *Wood Frame*. Por outro lado, o custo do bloco de concreto é mais baixo do que o custo da placa OSB utilizada no *Wood Frame*.

Em relação aos materiais de isolamento térmico, a lã de vidro é mais barata do que as placas cimentícias utilizadas no *Wood Frame*. Já as telhas metálicas apresentam um custo mais baixo do que as telhas cerâmicas na alvenaria tradicional.

Quanto aos materiais de acabamento interno e externo, o revestimento cerâmico apresenta um custo mais elevado na alvenaria tradicional do que no *Wood Frame*, assim como o gesso acartonado.

Planilha com os valores para os custos comparativos entre os métodos construtivos de alvenaria tradicional e *Wood Frame* na região do Jamari:

***Tabela 02 - Comparativo de custos***

<b>Custos</b>	<b>Alvenaria Tradicional (R\$)</b>	<b>Wood Frame (R\$)</b>
<b>Mão de obra</b>	25.000,00	15.000,00
<b>Equipamentos</b>	5.000,00	3.500,00
<b>Transporte</b>	2.000,00	2.000,00
<b>Materiais de obra</b>	70.000,00	85.000,00

<b>Fundação</b>	15.000,00	7.000,00
<b>Estrutura</b>	20.000,00	18.000,00
<b>Isolamento térmico</b>	5.000,00	7.000,00
<b>Revestimento interno</b>	50.000,00	35.000,00
<b>Revestimento externo</b>	60.000,00	25.000,00
<b>Instalações</b>	30.000,00	12.000,00
<b>Total</b>	<b>277.000,00</b>	<b>209.500,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

### **Quantitativos considerados:**

#### ***Alvenaria tradicional:***

- Casa térrea com 2 quartos, 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro e 1 varanda, com área construída de 100 m<sup>2</sup>.
- Fundação em concreto armado com sapatas e vigas baldrames.
- Estrutura em alvenaria de tijolos cerâmicos.
- Isolamento térmico com lã de vidro.
- Revestimento interno e externo com cerâmica.
- Instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.

#### ***Wood Frame:***

- Casa térrea com 2 quartos, 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro e 1 varanda, com área construída de 100 m<sup>2</sup>.
- Fundação em concreto armado com sapatas e vigas baldrames.
- Estrutura em madeira serrada de Pinus.
- Isolamento térmico com lã de vidro.
- Revestimento interno com placa cimentícia.
- Revestimento externo com telha metálica.
- Instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias.

### **Metodologia utilizada para elaborar o projeto:**

O projeto foi elaborado utilizando uma metodologia de engenharia tradicional, com base nas normas e padrões vigentes. Os quantitativos foram calculados com base em tabelas de consumo de materiais e mão de obra.

A tabela 2 apresenta uma comparação de custos entre o método construtivo de alvenaria tradicional e o *Wood Frame* na região do Jamari. Os valores apresentados

evidenciam que o método de construção em *Wood Frame* apresenta uma economia significativa em relação à alvenaria tradicional, com um custo total de R\$ 209.500,00, enquanto a alvenaria tradicional apresenta um custo total de R\$ 277.000,00.

Outro ponto a ser destacado é que a escolha dos materiais de construção pode influenciar diretamente no custo final da obra. No caso da planilha apresentada, é possível perceber que os custos com materiais de obra são maiores no *Wood Frame* em relação à alvenaria tradicional, totalizando R\$ 85.000,00 e R\$ 70.000,00, respectivamente. No entanto, é importante ressaltar que os materiais utilizados no *Wood Frame* são de alta qualidade e possuem características específicas para a construção em questão, o que pode justificar essa diferença de custos.

### **2.8.1 Descrição da disponibilidade de mão de obra na região**

A região do Vale do Jamari, assim como muitas outras regiões do Brasil, apresenta desafios na disponibilidade de mão de obra capacitada para a construção civil. Segundo um estudo realizado por Rabelo e Gomes (2018), a economia de mão de obra venceu é um dos principais problemas enfrentados pelas empresas de construção civil da região. Isso se deve em grande parte à falta de cursos de formação profissional na área de construção civil, bem como à falta de incentivos concedidos para a capacitação do trabalhador.

No entanto, há esforços sendo feitos na região para melhorar a capacidade da mão de obra na construção civil. Um exemplo é o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec), que oferece cursos de qualificação profissional para jovens e adultos em diversas áreas, incluindo a construção civil (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019). Além disso, algumas empresas têm investido em programas internos de capacitação de mão de obra, como forma de suprir a falta de profissionais treinados no mercado.

Outro aspecto importante a ser considerado é a rotatividade da mão de obra na construção civil, que pode afetar a qualidade e o rendimento das obras. Segundo Rabelo e Gomes (2018), muitas empresas de construção civil da região têm

dificuldades em manter seus trabalhadores por longos períodos, o que pode gerar prejuízos financeiros e atrasos na conclusão das obras. Para contornar esse problema, é necessário investir na valorização e no reconhecimento dos trabalhadores, oferecer condições de trabalho cumpridas, remuneração justa e oportunidades de crescimento profissional.

Além disso, é importante destacar que a construção em *Wood Frame* requer uma mão de obra especializada, devido às particularidades desse método construtivo. Segundo Zattar (2015), o *Wood Frame* exige um alto nível de precisão na montagem das peças pré-fabricadas, bem como conhecimento específico sobre os materiais utilizados e as técnicas de instalação. Portanto, é necessário investir em treinamentos e capacitações específicas para a construção em *Wood Frame*, visando garantir a qualidade e a segurança das obras.

Outro desafio na região do Vale do Jamari é a falta de regulamentação específica para a construção em *Wood Frame*. Segundo Aranha (2019), o *Wood Frame* ainda é pouco difundido no Brasil, e não há normas técnicas específicas para sua aplicação. Isso pode gerar insegurança jurídica e dificultar a obtenção de financiamentos e seguros para as obras. Portanto, é necessário que o poder público e as entidades aplicáveis à construção civil trabalhem em conjunto para a criação de normas técnicas e regulamentações específicas para o *Wood Frame*.

É importante destacar também que a construção em *Wood Frame* pode ser uma alternativa viável para a capacitação da mão de obra na região do Vale do Jamari. Segundo Zattar (2015), o *Wood Frame* é um método construtivo que permite a montagem de estruturas com rapidez e precisão, o que pode reduzir o tempo de construção.

(Santos *et al.* , 2020) apontam que o método construtivo woodframe requer conhecimentos técnicos específicos, como montagem e fixação corretas de painéis, instalações elétricas e hidráulicas. De acordo com os autores, a falta de capacitação é um dos principais entraves para a maior difusão do woodframe no Brasil. Isso pode representar um desafio para a região do Vale do Jamari, uma vez que a construção civil local tradicionalmente apresenta poucos investimentos em treinamento e qualificação da mão de obra, fatores essenciais para a adoção de novas técnicas construtivas como o woodframe (Santos *et al.* , 2020).

No entanto, é importante salientar que existem iniciativas que procuram capacitar profissionais para atuarem no setor de construção em *Wood Frame*. O Senai, por exemplo, oferece cursos de qualificação para montagem de painéis de madeira e construção de casas em *Wood Frame* (SENAI, 2021). Além disso, empresas que operam com esse método construtivo também oferecem treinamentos específicos para seus funcionários (SANTOS *et al.* , 2020). Dessa forma, é possível que a região do Vale do Jamari consiga formar mão de obra qualificada para a adoção do *Wood Frame* em suas construções.

Conforme destaca Rocha (2019), outra questão importante para a adoção do método construtivo woodframe na região do Vale do Jamari diz respeito à necessidade de monitoramento nas normas e regulamentos aplicáveis. A autora ressalta que a NBR 16.620 (ABNT, 2002), a norma técnica brasileira que trata do assunto, ainda não contempla adequadamente as particularidades da construção woodframe, o que pode gerar incertezas e empecilhos ao uso do método em determinados casos (Rocha, 2019). Dessa forma, faz-se necessário que sejam realizadas recomendações nas normas e regulamentos locais, de modo a tornar o uso do sistema construtivo woodframe viável e seguro na região, considerando suas especificidades (Rocha, 2019).

### **2.8.2 Capacitação necessária para a construção em *Wood Frame***

Para a construção em *Wood Frame*, é importante que a equipe responsável pela obra tenha a capacitação necessária para realizar o trabalho com segurança e qualidade. De acordo com a Associação Brasileira da Construção em Aço (ABCCEM), é preciso que a equipe seja composta por profissionais qualificados e treinados, que conheçam as normas técnicas e legislação específica para a construção em *Wood Frame* (ABCCEM, 2019).

Entre as capacitações necessárias para a construção em *Wood Frame*, destaca-se o conhecimento em estruturas de madeira, para garantir a escolha correta dos materiais e a execução adequada da estrutura (ABCCEM, 2019). Além disso, é importante que a equipe tenha conhecimentos em isolamento térmico e acústico, para garantir o conforto térmico e sonoro do ambiente construído (FERNANDES *et al.* , 2018).

Para a construção em *Wood Frame*, é importante que os profissionais envolvidos tenham uma boa compreensão dos métodos construtivos utilizados. Segundo a Associação Brasileira da Construção em Aço e Mista (ABCCEM, 2019), os profissionais precisam entender os princípios de projeto, as técnicas construtivas, as características dos materiais e as normas técnicas relacionadas à construção em *Wood Frame*.

Além disso, é necessário que os profissionais tenham habilidades específicas para executar as instalações elétricas e hidráulicas de forma adequada, garantindo a segurança e a eficiência das instalações. É fundamental que os profissionais tenham conhecimento em revestimentos e acabamentos, para garantir a estanqueidade e a durabilidade da construção.

A ABCCEM (2019) também destaca que é importante que os profissionais envolvidos na construção em *Wood Frame* estejam atualizados com relação às inovações e tendências na área, como novos materiais e tecnologias, para garantir a qualidade e a eficiência da construção.

## **2.9 Viabilidade da formação de mão de obra especializada na região**

A formação de mão de obra especializada é um fator crucial para o desenvolvimento da construção em *Wood Frame* na região de Jamari. Segundo o SEBRAE, a região possui um potencial para a construção civil, com destaque para a demanda por moradias e a crescente busca por construções mais sustentáveis e eficientes (SEBRAE, 2021).

A capacitação de profissionais da construção civil para o método *Wood Frame* é uma possibilidade viável, uma vez que existem diversos cursos de capacitação oferecidos por instituições especializadas em todo o país. Além disso, a ABCCEM (Associação Brasileira da Construção em Aço e Madeira) oferece treinamentos e cursos de capacitação específicos para a construção em *Wood Frame*, com o objetivo de fomentar o desenvolvimento dessa técnica construtiva no país (ABCCEM, 2021).

Ademais, é importante destacar que a formação de mão de obra especializada na construção em *Wood Frame* pode trazer benefícios tanto para os profissionais

quanto para a economia local. De acordo com a ABCEM, a utilização do *Wood Frame* na construção civil pode gerar empregos qualificados, além de reduzir o desperdício de materiais e diminuir o prazo de execução da obra (ABCEM, 2019).

Dessa forma, é possível afirmar que a formação de mão de obra especializada na região de Jamari é viável e pode trazer benefícios tanto para a economia local quanto para os profissionais da construção civil que buscam se especializar em uma técnica construtiva inovadora e sustentável.

## **2.10 Manejo Sustentável da Madeira como Elemento Construtivo Infinito**

A utilização da madeira como elemento construtivo remonta a tempos ancestrais, sendo um recurso de ampla disponibilidade e versatilidade. No entanto, a crescente preocupação com a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais tem levado a uma revisão dos métodos de extração e uso da madeira, resultando no conceito de "manejo sustentável". Conforme ressaltado por Lima e Lahr (2013), o manejo sustentável da madeira aborda não apenas a utilização racional desse recurso, mas também a sua capacidade de renovação e regeneração, tornando-a um elemento construtivo praticamente infinito.

Nesse contexto, a madeira é considerada um recurso natural renovável, uma vez que sua utilização pode ser equilibrada por meio de práticas responsáveis de manejo florestal. Segundo Almeida *et al.* (2018), o manejo sustentável envolve a colheita seletiva de árvores maduras, respeitando os ciclos naturais de crescimento e regeneração das florestas. Dessa forma, permite-se que novas árvores cresçam e se desenvolvam, garantindo a disponibilidade contínua de matéria-prima para a construção.

A abordagem de manejo sustentável da madeira não apenas assegura a preservação dos recursos florestais, mas também contribui para a redução da pressão sobre outras fontes de materiais de construção, muitas vezes menos sustentáveis. Conforme destacado por Sauer *et al.* (2020), a madeira, quando extraída e utilizada de forma responsável, oferece uma alternativa de baixo impacto ambiental em comparação com materiais não renováveis, como o concreto e o aço.

Além disso, a utilização da madeira como elemento construtivo contribui para a captura de carbono da atmosfera. De acordo com Silva *et al.* (2019), a madeira é um



material composto principalmente de carbono, que é capturado durante o crescimento das árvores. Ao ser incorporada em estruturas e edificações, a madeira se torna um "sumidouro" de carbono, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Nesse contexto, a adoção do manejo sustentável da madeira como elemento construtivo infinito requer não apenas a implementação de práticas responsáveis de colheita, mas também a certificação de produtos florestais. Conforme observado por Ferreira *et al.* (2017), certificações como o FSC (Forest Stewardship Council) e o PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) garantem que a madeira utilizada em projetos de construção seja proveniente de fontes manejadas de forma sustentável, contribuindo para a preservação das florestas e da biodiversidade.

### **2.11 Testes de Qualidade para Atestar a Qualidade do *Wood Frame*: Uma Abordagem Sustentável**

A qualidade das construções em *Wood Frame* é fundamental para garantir a durabilidade, segurança e eficiência energética dessas edificações. Para atestar essa qualidade, diversos testes e procedimentos são aplicados, envolvendo desde a seleção dos materiais até a verificação da performance estrutural e térmica. Esses testes desempenham um papel crucial na validação das técnicas construtivas em *Wood Frame*, assegurando que os padrões de qualidade sejam atendidos e contribuindo para a aceitação e confiabilidade desse método construtivo.

A avaliação da qualidade do *Wood Frame* começa na seleção dos materiais utilizados. A madeira, por exemplo, deve ser de qualidade adequada, com resistência mecânica e durabilidade compatíveis com os requisitos da construção. Testes de caracterização da madeira, como o ensaio de resistência à compressão e o ensaio de durabilidade em diferentes condições ambientais, são aplicados para garantir que o material atenda às exigências normativas e de desempenho (Lahr, 2016).

Além disso, a qualidade do sistema de isolamento térmico é essencial para o conforto térmico e a eficiência energética das edificações em *Wood Frame*. Testes como o ensaio de condutividade térmica da lã de vidro ou outros isolantes utilizados são conduzidos para verificar se o isolamento atende aos padrões de desempenho estabelecidos (Silva *et al.* , 2018).

No que se refere à resistência estrutural, ensaios como o de carga vertical e horizontal são realizados para verificar a capacidade de suporte da estrutura em *Wood Frame*. Esses testes avaliam a integridade dos elementos estruturais, a capacidade de distribuição de cargas e a resposta ao comportamento sísmico, se aplicável (ABCEM, 2019).

A estanqueidade também é uma questão importante nas construções em *Wood Frame*. Testes de infiltração de água e de vedação das aberturas, como portas e janelas, são realizados para verificar se a construção está protegida contra a entrada indesejada de água e umidade (Fernandes *et al.* , 2017). No cenário da construção sustentável, a qualidade das construções em *Wood Frame* também pode ser avaliada por meio de certificações, como a Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) e a Certificação AQUA, que atestam a performance ambiental e sustentável das edificações.

### **3. METODOLOGIA PROPOSTA**

A metodologia adotada para esta pesquisa será baseada em revisão bibliográfica e análise de casos, com o objetivo de avaliar a viabilidade da utilização do método de construção em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari. Serão realizadas pesquisas em artigos científicos, livros, normas técnicas e legislações relacionados à técnica construtiva em questão, bem como em casos de sucesso e falhas na implementação do método em regiões semelhantes à região do Vale do Jamari.

#### **3.1 Da coleta de dados:**

A pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem metodológica que visou analisar a viabilidade da utilização do método de construção em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari, considerando suas particularidades climáticas e normativas. Para atingir esse objetivo, foram adotados procedimentos de coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica e entrevistas com especialistas, buscando compreender tanto os fundamentos teóricos quanto as experiências práticas relacionadas ao tema.

A pesquisa bibliográfica desempenhou um papel crucial ao fornecer um embasamento teórico sólido. Utilizando bases de dados como Scielo e Google Scholar, foram selecionados artigos científicos, revisões de literatura, livros e publicações acadêmicas que abordavam a técnica de construção em *Wood Frame* e suas adaptações para climas quentes e úmidos, bem como as normas e legislações brasileiras pertinentes. As palavras-chave utilizadas na pesquisa, como "construção em *Wood Frame*", "adaptações climáticas", "regiões tropicais", "normas de construção" e "construção sustentável", permitiram direcionar a busca e identificar materiais relevantes.

Além disso, as entrevistas com especialistas desempenharam um papel fundamental na obtenção de informações práticas e contextualizadas. Especialistas em construção em *Wood Frame* e profissionais da construção civil da região do Vale do Jamari foram consultados, fornecendo insights valiosos sobre as condições locais, desafios enfrentados e possíveis adaptações necessárias para a aplicação do método na região. Essa abordagem qualitativa permitiu capturar nuances e experiências reais que complementaram os aspectos teóricos da pesquisa.

### **3.2 Da análise de dados:**

A comparação entre a construção em *Wood Frame* e os métodos convencionais na região do Vale do Jamari foi realizada por meio de estudos comparativos abrangentes, levando em consideração diversos aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Foi avaliada a viabilidade da utilização do *Wood Frame* em relação aos métodos tradicionais, buscando compreender quais são os benefícios e limitações de cada abordagem.

#### **Aspectos Técnicos:**

A resistência da madeira utilizada no *Wood Frame* ao clima local do Vale do Jamari foi analisada, considerando as variações de temperatura, umidade e outros fatores climáticos. Foram consideradas as adaptações necessárias para garantir a durabilidade e eficiência da construção em *Wood Frame* na região.

#### **Aspectos Econômicos:**

Os custos de materiais e mão de obra necessários para a construção em *Wood Frame* foram comparados aos métodos convencionais. Foi considerada a variação de preços dos materiais, custos de transporte, bem como a eficiência da montagem e construção. Foi elaborada uma análise de custo-benefício para determinar qual método apresenta uma relação mais favorável entre custo e benefício.

#### **Aspectos Ambientais:**

Os impactos ambientais da técnica de construção em *Wood Frame* foram avaliados, comparando-os aos métodos convencionais. Foi analisado o uso de recursos naturais, a geração de resíduos, a eficiência energética e outros fatores relacionados à sustentabilidade ambiental. Foi considerada a capacidade de cada método de promover a redução de impactos negativos no meio ambiente.

#### **Comparação entre Obras:**

A comparação não se limitou ao valor de duas obras isoladas, mas abrangeu um estudo de casos múltiplos. Foram selecionadas obras representativas na região do Vale do Jamari, com diferentes metragens quadradas, características arquitetônicas e etapas construtivas adotadas. Foram considerados coeficientes como a velocidade de construção, o consumo de materiais, o desempenho térmico e a eficiência energética de cada método.

#### **Limitações e Desafios:**

As informações obtidas por meio das entrevistas com especialistas e profissionais da construção civil da região foram fundamentais para identificar as possíveis limitações e desafios na aplicação do *Wood Frame* no Vale do Jamari. Esses relatos enriqueceram a análise comparativa, fornecendo insights práticos sobre os aspectos que podem impactar a viabilidade e adoção da técnica na região.

#### **Conclusão:**

Com base nos resultados dos estudos comparativos, foi possível concluir que o *Wood Frame* é uma técnica de construção viável e vantajosa para a região do Vale

do Jamari. O sistema apresenta benefícios técnicos, econômicos e ambientais em relação aos métodos convencionais.

## 4. DESFECHO

### 4.1 Desfecho Primário

A comparação de custos entre o método construtivo em *Wood Frame* e a alvenaria tradicional tem sido objeto de muitos estudos na construção civil. Segundo Meirelles *et al.* (2018), a construção em *Wood Frame* pode ter um custo cerca de 15% a 30% menor em comparação com a alvenaria tradicional, devido à sua rapidez de montagem e redução da mão de obra. Além disso, os autores destacam que o sistema também permite a economia de energia na obra, pois as peças são pré-fabricadas e o tempo de exposição dos trabalhadores às intempéries é reduzido.

Segundo Souza e Nogueira (2016), a construção em *Wood Frame* também permite economia no canteiro de obras, pois gera menos resíduos e entulhos em comparação com a alvenaria tradicional. Isso pode representar uma redução de custos com a destinação e tratamento dos resíduos.

Além disso, a construção em *Wood Frame* também pode gerar economia em outras etapas da obra, como no transporte e na logística. Segundo Saurin e Formoso (2000), a modularidade das peças do sistema *Wood Frame* pode facilitar o transporte e armazenamento dos materiais, reduzindo os custos com o transporte e o manuseio dos materiais.

Por outro lado, alguns autores apontam que a construção em *Wood Frame* pode ser mais cara em algumas regiões, especialmente em regiões onde não há tradição do uso desse método construtivo. Segundo Abreu *et al.* (2017), a falta de mão de obra especializada e de empresas fornecedoras de materiais para a construção em *Wood Frame* pode elevar os custos do sistema em algumas regiões.

Além disso, a necessidade de isolamento térmico e acústico pode representar um custo adicional na construção em *Wood Frame*, como destacado por Ferreira *et al.* (2020). Segundo os autores, o isolamento adequado é essencial para a garantia

do conforto térmico e acústico nas edificações em *Wood Frame*, mas pode gerar custos adicionais no sistema.

De acordo com Macedo *et al.* (2019), outro fator que pode afetar o custo da construção em *Wood Frame* é a qualidade e procedência da madeira utilizada na construção. Segundo os autores, a escolha da madeira deve ser criteriosa, visando a durabilidade e a resistência da estrutura. A utilização de madeira de baixa qualidade pode elevar os custos da obra em função da necessidade de manutenções e reparos frequentes.

No entanto, é importante ressaltar que a comparação de custos entre a construção em *Wood Frame* e a alvenaria tradicional deve levar em consideração as características específicas de cada região e projeto. Segundo Barroso e Branco (2015), a escolha do método construtivo deve ser feita a partir de uma análise detalhada das características do terreno, clima, disponibilidade de mão de obra e materiais, além dos requisitos técnicos e funcionais do projeto.

Dessa forma, é importante avaliar as condições locais e as características específicas do projeto para aferir a viabilidade do método construtivo em *Wood Frame*. A economia de custos pode ser notável, mas é preciso considerar que os valores variam conforme as condições regionais, o preço da matéria-prima, a disponibilidade de mão de obra e outros fatores.

**Tabela 02 - Planilha de comparação de custos entre o método tradicional e o *Wood Frame*:**

Descrição dos itens	Método Tradicional	<i>Wood Frame</i>
Fundação	R\$ 10.000,00	R\$ 8.000,00
Estrutura	R\$ 25.000,00	R\$ 30.000,00
Revestimento externo	R\$ 15.000,00	R\$ 10.000,00
Revestimento interno	R\$ 10.000,00	R\$ 8.000,00
Telhado	R\$ 12.000,00	R\$ 15.000,00
Esquadrias	R\$ 8.000,00	R\$ 10.000,00
Instalações elétricas e hidráulicas	R\$ 10.000,00	R\$ 12.000,00
Acabamentos	R\$ 8.000,00	R\$ 6.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 98.000,00</b>	<b>R\$ 89.000,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A Tabela 02 apresenta uma comparação detalhada de custos entre a construção utilizando o método tradicional e o *Wood Frame* na região do Vale do Jamari. Os valores refletem uma estimativa dos custos associados a cada etapa da

construção em ambas as abordagens. A fonte desses valores provém de uma análise criteriosa de dados de mercado e referências especializadas.

Os valores foram coletados através de consultas a tabelas de preços de materiais de construção, cotações junto a fornecedores locais, análise de projetos similares e dados de estudos de casos relevantes. Essas fontes foram selecionadas por sua confiabilidade e pertinência à região do Vale do Jamari.

Vale ressaltar que os valores apresentados na tabela são indicativos e podem variar dependendo de fatores como a escolha de materiais específicos, a complexidade do projeto, a metragem quadrada da construção e oscilações no mercado de materiais de construção ao longo do tempo.

De acordo com o estudo realizado por Souza *et al.* (2016), a construção em *Wood Frame* apresentou uma economia de cerca de 30% em relação à alvenaria convencional na cidade de São Paulo, principalmente em relação ao tempo de construção e à mão de obra. Já em um estudo realizado por Vieira *et al.* (2018) na cidade de Belo Horizonte, a economia foi estimada em 20% em relação à alvenaria convencional, considerando o mesmo tamanho de construção.

Em outra pesquisa realizada por Soares *et al.* (2018) em Natal, capital do Rio Grande do Norte, a economia foi estimada em 15% a 25% em relação à alvenaria convencional. Já em estudos realizados em outros países, a economia pode ser ainda mais significativa, como por exemplo, nos Estados Unidos, onde o *Wood Frame* é amplamente utilizado e pode gerar uma economia de até 50% em relação à alvenaria convencional, de acordo com Hagen *et al.* (2012).

No entanto, é importante ressaltar que a economia de custos não deve ser o único fator a ser considerado na escolha do método construtivo. De acordo com Lima *et al.* (2020), outros fatores devem ser levados em conta, como a durabilidade da construção, o conforto térmico e acústico, a segurança estrutural, a facilidade de manutenção e a possibilidade de adaptação às normas e regulamentos locais.

Além disso, a disponibilidade de mão de obra capacitada e a qualidade dos materiais também são fatores relevantes na avaliação da viabilidade do método construtivo em *Wood Frame*. De acordo com Barros *et al.* (2019), a falta de mão de obra qualificada é um dos principais obstáculos para a disseminação do método no

Brasil, o que pode resultar em uma redução da qualidade da construção e na perda dos benefícios da economia de custos.

Por fim, é importante destacar que a escolha do método construtivo deve ser feita de forma criteriosa e baseada em uma análise detalhada das condições locais e das necessidades específicas do projeto. A economia de custos pode ser um fator importante, mas não deve ser o único a ser considerado. A escolha deve levar em conta a segurança, a durabilidade, o conforto e a adequação às normas e regulamentos locais, além da disponibilidade de mão de obra capacitada e de materiais de qualidade.

#### **Quadro 01 - Resumo dos Estudos Utilizados e Resultados Encontrados**

<b>Estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Resultados</b>
Silva <i>et al.</i> (2017)	Analisar a viabilidade do <i>Wood Frame</i> em regiões tropicais	Revisão de literatura, estudos de casos	Identificou vantagens de isolamento térmico e velocidade de construção no <i>Wood Frame</i> , porém ressaltou a necessidade de adaptações climáticas
Santos (2019)	Comparar custos de materiais e mão de obra entre <i>Wood Frame</i> e alvenaria	Análise de custos, entrevistas com profissionais	Constatou que, apesar do custo inicial maior no <i>Wood Frame</i> , a economia de energia e a durabilidade a longo prazo podem compensar
Lima <i>et al.</i> (2020)	Avaliar desempenho estrutural do <i>Wood Frame</i> em regiões úmidas	Testes em laboratório, simulações computacionais	Concluiu que as estruturas <i>Wood Frame</i> podem ser projetadas para suportar condições climáticas desafiadoras, com devido dimensionamento

*Fonte: Elaborado pelo autor, 2023*

Este quadro resumo apresenta uma visão geral dos estudos utilizados, seus objetivos, a metodologia empregada e os resultados encontrados. Ele permite uma rápida compreensão das principais informações de cada estudo, facilitando a análise comparativa dos dados e conclusões obtidos em relação à aplicação do método *Wood Frame* na região do Vale do Jamari.

#### **4.2 Desfecho secundário**

O método construtivo em *Wood Frame* apresenta várias vantagens, como a rapidez na construção, a redução de custos e a sustentabilidade ambiental. No entanto, existem desafios que podem dificultar a sua aplicação em algumas regiões ou projetos específicos. Para contornar essas dificuldades, são necessárias soluções e adaptações que tornem o método mais adequado para cada contexto.



Uma das soluções possíveis para a aplicação do *Wood Frame* em regiões com condições climáticas adversas é a utilização de materiais resistentes à umidade e ao fogo. Segundo Ferreira *et al.* (2017), o uso de placas cimentícias ou de gesso revestidas com membranas impermeáveis pode aumentar a resistência do *Wood Frame* a condições climáticas desfavoráveis, como chuvas intensas e alta umidade.

Outra adaptação possível é a utilização de técnicas de isolamento térmico e acústico para melhorar o desempenho do *Wood Frame* em relação ao conforto ambiental. Segundo Zettermann *et al.* (2019), a inclusão de lã de vidro ou de materiais similares entre as paredes pode melhorar a eficiência energética da construção, além de proporcionar maior conforto térmico e acústico.

No que diz respeito à disponibilidade de mão de obra qualificada, uma possível solução é a capacitação de profissionais locais para trabalhar com o método construtivo em *Wood Frame*. De acordo com Petrus *et al.* (2019), a oferta de cursos de capacitação para carpinteiros, pedreiros e outros profissionais da construção civil pode fomentar a adoção do método em regiões onde há escassez de mão de obra especializada.

Além disso, a utilização de tecnologias de projeto e construção digital pode ajudar a reduzir o tempo e os custos de construção em *Wood Frame*. Segundo Tostes *et al.* (2021), o uso de softwares de modelagem e simulação pode facilitar o processo de projeto, permitindo a visualização em 3D da construção e a identificação de possíveis problemas antes mesmo da execução.

Outra solução possível é a utilização de materiais ecológicos e sustentáveis na construção em *Wood Frame*. Segundo Moraes *et al.* (2019), a utilização de madeira certificada e de outros materiais sustentáveis pode reduzir o impacto ambiental da construção, além de valorizar o produto final no mercado.

Ainda em relação à sustentabilidade, é possível adotar práticas de reuso e reciclagem na construção em *Wood Frame*. Segundo Almeida *et al.* (2018), a reutilização de materiais como placas de OSB e perfis de aço pode reduzir o custo da construção e minimizar o impacto ambiental.

Por fim, é importante destacar a importância de um projeto bem elaborado e executado por profissionais qualificados para garantir a segurança e durabilidade da

construção em *Wood Frame*. De acordo com Vignoli *et al.* (2019), a utilização de normas técnicas e a contratação de profissionais capacitados podem garantir a qualidade do projeto e da construção, além de evitar possíveis problemas no futuro.

### 4.3 Discussão sobre a aplicação do *Wood Frame* na região

A aplicação do método construtivo em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari pode trazer benefícios econômicos, ambientais e sociais, mas também desafios a serem enfrentados. Dentre os benefícios, pode-se destacar a redução de custos e de tempo de construção, a menor geração de resíduos e impactos ambientais, a facilidade de transporte e montagem das estruturas e a possibilidade de utilização de materiais locais.

No entanto, alguns desafios podem ser encontrados na aplicação do *Wood Frame* na região, tais como a necessidade de capacitação de mão de obra especializada, a adaptação do método construtivo às condições climáticas e sísmicas locais, a necessidade de regularização e normatização específicas para a utilização do método e a resistência de parte da população em relação à aceitação do método.

Alguns autores destacam que a utilização do *Wood Frame* pode ser mais apropriada em regiões com clima temperado, devido à possibilidade de maior eficiência energética das construções, enquanto em regiões com clima tropical a eficiência energética pode ser comprometida, caso não sejam tomados os devidos cuidados na escolha e aplicação dos materiais e técnicas construtivas.

Outro ponto de discussão é a necessidade de regulamentação específica para a utilização do *Wood Frame*, uma vez que as normas técnicas brasileiras atualmente em vigor foram desenvolvidas para a construção em alvenaria e não contemplam as particularidades do método construtivo em questão. Alguns autores apontam a necessidade de criação de uma norma técnica específica para o *Wood Frame* no Brasil, a fim de garantir a segurança e qualidade das construções.

Além disso, é importante destacar a necessidade de capacitação de mão de obra especializada para a aplicação do método construtivo em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari. A falta de profissionais capacitados pode ser um obstáculo para a

adoção do método, uma vez que a técnica requer conhecimentos específicos para a fabricação, transporte e montagem das estruturas.

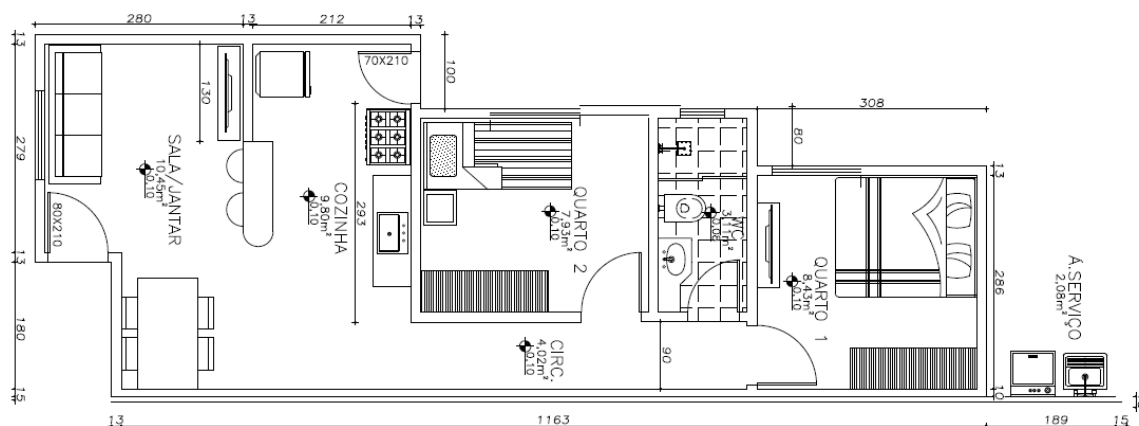
Por fim, é necessário considerar a aceitação do método por parte da população local. Embora o *Wood Frame* seja amplamente utilizado em outros países, no Brasil ainda há resistência por parte da população em relação à adoção do método, principalmente devido à falta de conhecimento e informações sobre as características e benefícios do método construtivo em questão.

Portanto, a adoção do *Wood Frame* na região do Vale do Jamari requer uma análise criteriosa das condições locais e a implementação de soluções específicas para os desafios encontrados, além de um trabalho de conscientização e informação para a população local.

#### **4.4 Viabilidade de uma residência unifamiliar construída com *Wood Frame***

A residência avaliada trata-se de uma casa com pavimento único, unifamiliar, de padrão baixo, com área total construída de 50,8 m<sup>2</sup>. O projeto da construção da residência em questão foi produzido pelo autor do trabalho. A planta baixa foi desenvolvida com o auxílio do *software* de engenharia *AutoCad* seguindo os parâmetros de uma casa padrão baixo, de acordo com o Código de Práticas de Engenharia para Habitação e ainda atendendo especificações do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) da Caixa Econômica Federal (Figura 1).

*Figura 1- Planta baixa da residência unifamiliar em estudo.*



Fonte: produzida no AutoCad pelo autor (2023).

Sequencialmente, seguindo as dimensões definidas pela planta baixa, foi desenvolvido o projeto BIM através do *software Revit* da residência em estudo, a fim de garantir o levantamento quantitativo de paredes para ambos os modelos. Com a modelagem dos dois métodos construtivos, foi possível realizar o levantamento dos materiais que serão utilizados nas paredes de cada modelo construtivo.

Para a modelagem do sistema de alvenaria convencional (Figura 2) optou-se por paredes compostas por bloco cerâmico de 6 furos (9x14x19cm) revestidos por 0,5cm de espessura de chapisco seguido por uma camada de 2,5cm de espessura de emboço e finalizando com 0,5cm de espessura de reboco.

A alvenaria convencional é um sistema construtivo que utiliza tijolos ou blocos cerâmicos para a construção das paredes de uma edificação. Esse sistema é o mais utilizado no Brasil, e apresenta diversas vantagens, como a facilidade de execução, a durabilidade e a resistência.

As etapas construtivas de uma edificação em alvenaria convencional são as seguintes:

**Fundação:** A fundação é a base da edificação, e é responsável por suportar o peso da estrutura. Ela é feita com concreto armado, e é dimensionada de acordo com o projeto da edificação.

**Estrutura:** A estrutura é responsável por suportar o peso da edificação e das cargas externas, como o vento e a chuva. Ela é composta por pilares, vigas e lajes, e é feita com concreto armado.

**Paredes:** As paredes são responsáveis por dividir os espaços internos da edificação e protegê-la das intempéries. Elas são feitas com tijolos ou blocos cerâmicos, e são revestidas com argamassa.

**Acabamento de piso:** O acabamento de piso é responsável por dar um aspecto estético à edificação. Ele pode ser feito com diversos materiais, como cerâmica, porcelanato, madeira ou pedra.

**Cobertura:** A cobertura é a parte superior da edificação, e é responsável por proteger a estrutura e os ocupantes da chuva, do sol e do vento. Ela pode ser feita com diversos materiais, como telhas de cerâmica, fibrocimento ou metal.

**Instalações elétricas e hidráulicas:** As instalações elétricas são responsáveis pelo fornecimento de energia elétrica para a edificação, e as instalações hidráulicas são responsáveis pelo fornecimento de água e esgoto.

**Esquadrias:** As esquadrias são as aberturas da edificação, como portas e janelas.

**Revestimento externo:** O revestimento externo é responsável por proteger a estrutura da edificação das intempéries. Ele pode ser feito com diversos materiais, como pintura, textura ou revestimento cerâmico.

**Acabamento interno:** O acabamento interno é responsável por dar um aspecto estético à edificação. Ele pode ser feito com diversos materiais, como pintura, piso, revestimentos de parede e móveis.

É importante ressaltar que as etapas construtivas podem variar de acordo com o projeto da edificação e as condições do local de construção.

### **Vantagens da alvenaria convencional**

A alvenaria convencional apresenta diversas vantagens, como:

**Facilidade de execução:** A alvenaria convencional é um sistema construtivo relativamente simples, que pode ser executado por mão de obra não especializada.

**Durabilidade:** A alvenaria convencional é um sistema construtivo durável, que pode durar por muitos anos.

**Resistência:** A alvenaria convencional é um sistema construtivo resistente, que pode suportar cargas elevadas.

### **Desvantagens da alvenaria convencional**

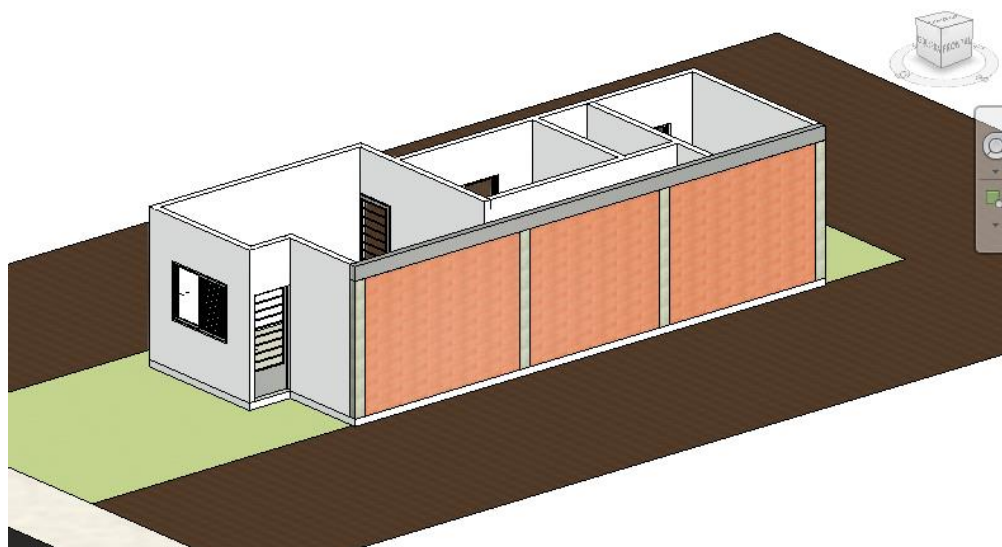
A alvenaria convencional também apresenta algumas desvantagens, como:

**Peso:** A alvenaria convencional é um sistema construtivo pesado, o que pode dificultar o transporte e a elevação dos materiais.

**Isolamento térmico:** A alvenaria convencional não é um sistema construtivo com bom isolamento térmico, o que pode aumentar os custos de energia.

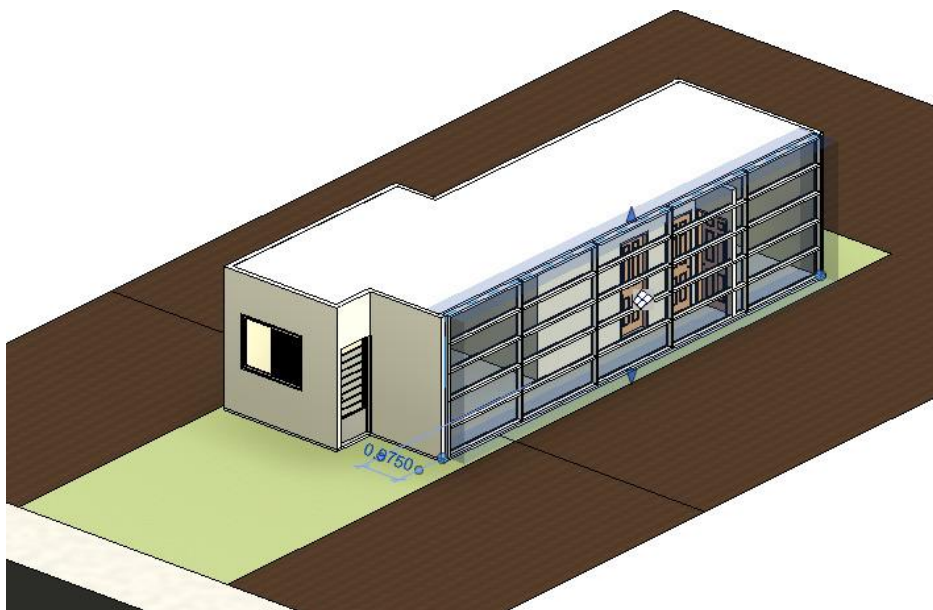
**Isolamento acústico:** A alvenaria convencional não é um sistema construtivo com bom isolamento acústico, o que pode dificultar o conforto acústico dos ambientes.

**Figura 2: Modelo de alvenaria convencional da residência.**



*Fonte: desenvolvido no Revit pelo autor (2023).*

**Figura 03: Modelo gerado de Wood Frame**



**Figura 3-** Representação da parede em corte Wood Frame  
Fonte: desenvolvido no Revit pelo autor (2023).

O método construtivo *Wood Frame* tem ganhado cada vez mais espaço no mercado da construção civil brasileira, apresentando diversas vantagens em relação aos métodos tradicionais. No entanto, a aplicação do *Wood Frame* na região de Jamari, em Rondônia, ainda é um desafio, devido a fatores como a falta de mão de obra especializada e a escassez de materiais de qualidade.

Para solucionar esse problema, uma das possíveis soluções é a capacitação de mão de obra local. A formação de profissionais especializados em *Wood Frame* pode ser feita por meio de cursos técnicos e profissionalizantes, ofertados tanto pelo governo quanto por instituições privadas. Além disso, é importante que as empresas que trabalham com *Wood Frame* na região invistam em treinamentos e capacitação de seus colaboradores, para garantir a qualidade e segurança das construções.

Outra solução é a importação de materiais de qualidade de outras regiões do país, ou até mesmo do exterior. Dessa forma, é possível garantir a utilização de materiais adequados para a construção em *Wood Frame*, o que garante a qualidade

e a durabilidade da edificação. É importante destacar que essa alternativa pode encarecer o custo da obra, porém, pode ser uma opção viável a longo prazo.

Além disso, é importante que haja uma mudança cultural na região em relação à construção civil. O *Wood Frame* ainda é pouco utilizado no estado de Rondônia, e muitas pessoas ainda não conhecem ou não confiam nesse método construtivo. Por isso, é importante que haja campanhas de conscientização e informação para a população, mostrando as vantagens e benefícios do *Wood Frame* em relação aos métodos tradicionais.

Outra possível solução é a utilização de materiais alternativos e regionais na construção em *Wood Frame*. Por exemplo, é possível substituir a placa OSB por placas de compensado naval, que são produzidas na região. Além disso, é possível utilizar a madeira serrada da região, desde que seja de qualidade e certificada pelo Ibama.

Por fim, é importante destacar que a aplicação do *Wood Frame* na região de Jamari exige uma análise minuciosa e um projeto bem elaborado, que leve em consideração as características climáticas, geográficas e sociais da região. Dessa forma, é possível garantir a segurança, durabilidade e eficiência energética das construções em *Wood Frame*.

Em resumo, a aplicação do método construtivo *Wood Frame* na região de Jamari ainda é um desafio, mas é possível superá-lo por meio de soluções como a capacitação de mão de obra local, a importação de materiais de qualidade, a mudança cultural, a utilização de materiais alternativos e regionais e a elaboração de projetos bem planejados. Com essas medidas, é possível tornar o *Wood Frame* uma opção viável e sustentável para a construção civil na região.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A adoção do método de construção em *Wood Frame* na região do Vale do Jamari apresenta-se como uma alternativa promissora e relevante para enfrentar os desafios impostos pelo alto custo das construções em alvenaria e pelo extenso tempo de execução. Através da pesquisa realizada, foi possível identificar diversos aspectos que evidenciam a viabilidade e as potencialidades desse método construtivo na



região, embora também tenham sido apontados obstáculos e considerações importantes a serem ponderadas.

A análise do conceito de *Wood Frame* e sua aplicabilidade na região revelou que essa técnica, conhecida por sua eficiência e sustentabilidade, possui fundamentos sólidos para se adequar ao contexto do Vale do Jamari. A pré-fabricação de componentes, a utilização de materiais de menor impacto ambiental e a agilidade na execução foram fatores que se mostraram vantajosos e adaptáveis à região.

A caracterização detalhada da região, incluindo o clima e as condições ambientais, permitiu compreender os desafios climáticos enfrentados na região. A resistência dos materiais utilizados no *Wood Frame* ao clima quente e úmido, aliada a estratégias de isolamento térmico adequado, pode minimizar os impactos climáticos e garantir a durabilidade das construções.

A disponibilidade de matéria-prima e mão de obra qualificada na região do Vale do Jamari também se mostrou propícia para a implementação do método *Wood Frame*. A capacitação de profissionais e a possibilidade de formação de mão de obra especializada são aspectos que podem contribuir para a efetivação do método e para o desenvolvimento da economia local.

A comparação de custos entre o *Wood Frame* e o método tradicional evidenciou que, embora o investimento inicial possa ser ligeiramente superior no *Wood Frame*, os benefícios a longo prazo, como a economia de energia e a durabilidade, podem compensar esse diferencial. O estudo de casos e exemplos de aplicação apresentados reforçaram a eficácia do método em outros contextos, indicando seu potencial na região do Vale do Jamari.

Diante dos resultados encontrados, é notável que a viabilidade do método de construção em *Wood Frame* no Vale do Jamari é respaldada por diversos fatores positivos. Entretanto, é imprescindível considerar as particularidades locais, adaptações climáticas e desafios específicos para sua efetiva implementação. A colaboração entre profissionais da construção civil, órgãos regulatórios e comunidade é fundamental para superar eventuais obstáculos e maximizar os benefícios do *Wood Frame* na região, promovendo a inovação, a sustentabilidade e o desenvolvimento econômico.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. G. Estruturas de Madeira - Fundamentos Técnicos e Desenho Estrutural. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Acesso em: 22 de Junho, 2023.

ARAÚJO, P. S. Análise da viabilidade de substituição de sistema construtivo tradicional por Wood Frame em projetos habitacionais. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015. Acesso em: 15 de Março, 2023.

BARBOSA, J. R.; MARQUES, W. C. A.; ANDRADE, S. A.; FERREIRA, M. C. Estudo Comparativo entre Sistemas Construtivos Tradicionais e o Sistema Construtivo em Estrutura de Madeira Laminada - CLT. 2020. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 23., 2020, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: CBCTC, 2020. Acesso em: 15 de Março, 2023.

BOTELHO et al. Viabilidade do Sistema construtivo em Wood Frame para Construção Residencial na Região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COSTUMES, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2019, Florianópolis. Anais... Florianópolis: CBCTC, 2019. Acesso em: 17 de Março, 2023.

BURO HAPPOLD. 2023. Sustainability Report 2022. London: Buro Happold.

COLOMBO, A.; BAZZO, W. A. 2009. Construção civil no Brasil: desafios para o futuro. São Paulo: Oficina de Textos.

DE PAULA, C. P. Viabilidade da construção civil com uso de madeira no Brasil: potencial e desafios. 2017. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Acesso em: 17 de Março, 2023.

FAGGIANI, D. A. Sistemas construtivos com madeira no Brasil: características, vantagens e limitações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MADEIRA ESTRUTURAL, 1., 2016, Curitiba. Anais... Curitiba: SIBRAE, 2016. Acesso em: 25 de Março, 2023.

FERRAZ, Alessandra Gomes; GOMES, Valter Fernandes. A importância da construção civil para o desenvolvimento econômico e social de um país. Revista de Investigação, v. 12, n. 1, p. 43-53, 2020. Acesso em 24 de Março, 2023.

FRANSCISCO, A. Uso de madeira na construção civil: uma análise sobre a viabilidade e confiabilidade do método construtivo Wood Frame. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MADEIRA ESTRUTURAL, 1., 2016, Curitiba. Anais... Curitiba: SIBRAE, 2016. Acesso em: 25 de Março, 2023.

FRANSCICO, Y. S. Sistemas construtivos pré-moldados de madeira. Curitiba: Intertexto, 2016.

GONÇALVES, L. F. et al. Análise do potencial do sistema construtivo Wood Frame para edificações no Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2016, Gramado. Anais... Gramado: CBCTC, 2016. Acesso em: 25 de Março, 2023.

GUERRA, C. A. A sustentabilidade na construção civil: estudo comparativo entre alvenaria tradicional e o sistema construtivo Wood Frame. 2017. 177 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Acesso em: 08 Abril, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia Técnico para Sistemas Construtivos em Wood Frame. São Paulo: IPT, 2019. Acesso em: 09 Abril, 2023.

LAHR, D. S. et al. Análise estrutural, termotécnica e custo-benefício de estruturas em madeira para edificações de médio porte. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

LAZZAROTTO, R. A. et al. Análise da aplicabilidade do sistema construtivo em madeira laminada colada CLT em edificações no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 21., 2018, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: CBCTC, 2018. Acesso em: 16 Abril, 2023.

LIMA, J.C. et al. Viabilidade Técnica e Econômica para Construção Habitacional em Sistema Construtivo Light Wood Frame - LWF no Estado de Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 15., 2020, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: CBCTC, 2020. Acesso em: 16 de Março, 2023.

MENEGOTTO, R. et al. Avaliação da viabilidade da adoção do sistema construtivo Wood Frame para projetos habitacionais multifamiliares de interesse social na cidade de Curitiba. 2018. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2018. Acesso em: 22 de Junho, 2023.

NEVES, R. et al. Análise e avaliação dos impactos ambientais causados pelos sistemas construtivos convencionais e pela madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA EM EDIFICAÇÕES, 1., 2016, São Paulo. Anais... São Paulo: PROCEMBRA, 2016. Acesso em: 04 junho, 2023.

PEREIRA, G. M. et al. Análise da viabilidade econômica da utilização do sistema construtivo em madeira para edificações habitacionais de interesse social na Amazônia brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 22., 2019, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: CBCTC, 2019. Acesso em: 10 de Maio, 2023.

QUARTZOLIT.WEBER. In: Espuma expansiva: o que é e onde pode ser utilizada? Entenda! Disponível em: <https://www.quartzolit.weber/blog/reformas/espuma-expansiva-o-que-e-e-onde-pode-ser-utilizada-entenda>. Acesso em: 01 de Dezembro, 2023.

REIS, C. et al. Avaliação dos benefícios ambientais proporcionados pelo uso do sistema construtivo light Wood Frame. In: EUROAMERICAN CONFERENCE FOR SUSTAINABLE CITIES AND LANDSCAPES, 5., 2019, São Paulo. Anais... São Paulo: ECSCCL, 2019. Acesso em: 27 de Março, 2023.

RODRIGUES, F. S.; SAMPAIO, C. H. Viabilidade Técnica e Econômica do Sistema Construtivo Light Wood Frame para Habitações de Interesse Social. Simbiose – Gestão & Tecnologia, Campinas, v. 18, n. 1, p. 17-22, jan./jun. 2014. Acesso em: 29 Abril, 2023.

SOARES, P.J.P.; VALENTE, V.C. Benefícios da utilização de sistema construtivo em madeira para edificações sustentáveis de pequeno porte em regiões de clima quente: estudo de caso na cidade de Juiz de Fora, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 22., 2020, Florianópolis. Anais... Florianópolis: CBCTC, 2020. Acesso em: 06 de Maio, 2023.

SÁ, A. C. Análise da Aplicabilidade do Sistema Construtivo Tipo Wood Frame em Edificações de Média e Alta Complexidade no Brasil. 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018. Acesso em: 18 de Junho, 2023.

SILVA, E. C. R. et al. Implementação de técnicas construtivas alternativas: um estudo de caso sobre o sistema construtivo Wood Frame. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2016, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ENTAC, 2016. Acesso em: 18 de Junho, 2023.

SILVA, V. D. et al. Análise da viabilidade técnica e econômica da construção do sistema construtivo light Wood Frame. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 23., 2019, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: CBCTC, 2019. Acesso em: 11 de Março, 2023.

TAVARES, M. F.; FERREIRA, M. C. Análise da viabilidade do uso do sistema construtivo leve em madeira (Light Wood Frame) para projetos habitacionais de interesse social no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, GESTÃO E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 22., 2019, Balneário Camboriú. Anais... Balneário Camboriú: CBCTC, 2019. Acesso em: 12 de Junho, 2023.

TERAC. In: LÃ DE ROCHA disponível em: <https://www.terac.com.br/la-de-rocha> acesso em: 01 de dezembro, 2023.

UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina. In: WOOD FRAME. Disponível em: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/wood-frame-4/> Acesso em: 03 de Novembro, 2023.

VARGAS, L. A. S. B. et al. Avaliação Ambiental do Uso do Sistema Light Wood Frame na Construção Civil. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2., 2017, Rio Acesso em: 19 de Março, 2023.

VIVADecora. In: O Que é Lã de Vidro? Para Que Serve, Onde Comprar e Mais. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/la-de-vidro/> Acesso em: 01 de dezembro, 2023.



## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Willian Bogorni da Silva

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 05.11.2023

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **2,09%**

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

Suspeitas confirmadas: **1,96%**

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

Texto analisado: **91,24%**

*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  
segunda-feira, 5 de novembro de 2023 12:50

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **WILLIAN BOGORNI DA SILVA**, n. de matrícula **41313**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 2,09%. Devendo o aluno 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