

# ANÁLISE COMPARATIVA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME

<sup>1</sup>Cíntia da Silva Silvestre; [cntsilvestre@gmail.com](mailto:cntsilvestre@gmail.com); <sup>1</sup>Universidade Federal da Grande Dourados  
<sup>2</sup>Filipe Bittencourt Figueiredo; [filipefigueiredo@ufgd.edu.br](mailto:filipefigueiredo@ufgd.edu.br); <sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados

**RESUMO:** Diante do grande crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a possibilidade de se utilizar sistemas construtivos inovadores com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender uma demanda crescente por moradias incentivou a realização deste trabalho. Por isso, o estudo de caso realizado busca apresentar informações de custo a respeito da construção de uma mesma casa unifamiliar local empregando os sistemas construtivos: Convencional e Wood Frame, além da análise de aceitação do sistema por usuários e profissionais da área para medir o grau de utilização do sistema. O estudo se dá através da comparação de custo para uma residência de aproximadamente 50m<sup>2</sup>, apresentando o custo de cada etapa, e finalmente é apresentado o orçamento simplificado dessa obra, buscando evidenciar a viabilidade do sistema para a região. O custo total da edificação utilizando o sistema Wood Frame foi inferior ao do sistema Convencional, além de se levar em conta os fatores de produtividade, conclui-se que o método construtivo Wood Frame corresponde a uma importante alternativa para o mercado da construção civil do município de Dourados.

**PALAVRAS-CHAVE:** sistema convencional; wood frame; sistemas construtivos..

**ABSTRACT:** With the large population growth and technological advances, the possibility of using efficient building systems in order to increase productivity, reduce wastes and attend a housing demand growing, encouraged the completion of this work. For that reason, this case study tries to show information about the cost of a construction of a similar single family house applying these construction methods: Conventional and Wood Frame, besides the analysis of the system among users and professionals engineers to measure the degree of acceptance. This study is based on cost comparison of a house that will measure about 50m<sup>2</sup>, showing the cost of each stage, and finally is demonstrated the budget of this construction, through this analyze, this is study will be able to show the viability of this system to the region. The total cost of the construction using the Wood frame system was lower than the conventional method, besides his better productivity. This study conclude, that the Wood Frame method can bring a important alternative to the civil construction industry in the city of Dourados.

**KEYWORDS:** conventional system; wood frame; construction systems.

## 1. Introdução

Dentre os métodos construtivos existentes, ganha destaque um sistema já bastante consolidado em países de primeiro mundo, o *Wood Framing*. De acordo com Cardoso (2015), a principal característica da tecnologia *Framing*, é a sua estrutura, nomeada *Frame*, constituída a seco e formada por uma elevada quantidade de perfis leves, esbeltos e espaçados igualmente ao longo de todo o perímetro das paredes. Mais especificamente, será analisado o método construtivo *Wood Frame*, que em toda a estrutura da edificação é composta de madeira.

Esta tecnologia vem sendo amplamente utilizada para construção de edificações de pequeno porte em muitos países desenvolvidos, como os Estados Unidos. Por ser estruturalmente

limitado a esse porte de edificações, se encaixa perfeitamente ao tipo de unidades habitacionais populares e de baixo padrão, que atualmente se encontram em déficit no Brasil. Diante deste panorama, o presente artigo realiza uma análise comparativa dos custos na construção de uma residência do programa MCMV, projetada com a utilização dos dois sistemas: o Convencional e o *Wood Frame*, buscando evidenciar a relevância do método para o mercado da construção civil em obras públicas, além de realizar uma análise de aceitabilidade deste sistema por usuários, através de um estudo de caso realizado no Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul – MS.

## 1.2 Objetivo geral

O objetivo do presente artigo é avaliar, através de análise comparativa, os custos na construção de uma mesma casa unifamiliar do programa MCMV, localizado no Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados– MS, projetada com a utilização dos sistemas construtivos: Convencional e *Wood Frame*, pretendendo-se através desta análise, apresentar qual é a melhor indicação para cada situação em termos de qualidade, tempo de execução da obra e custo benefício, levando em consideração a análise da aceitabilidade por parte dos usuários e profissionais da área para auxiliar nos resultados.

## 1.3 Objetivos específicos

- Realizar um estudo de caso verificando as vantagens proporcionados pela utilização do método *Wood Frame* em comparação ao sistema convencional;
- Quantificar os dois sistemas estudados quanto aos custos diretos e indiretos de uma mesma casa unifamiliar do programa MCMV;
- Investigar o grau de aceitabilidade do sistema construtivo *Wood Frame* por usuários do Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados - MS e por profissionais da área.
- Concluir se é vantajosa a utilização do *Wood Frame* como método construtivo no município de Dourados - MS visando atender as necessidades locais.

## 1.4 Justificativa

O trabalho justifica-se por ser uma iniciativa da apresentação de um sistema construtivo racional, otimizado e eficiente em comparação aos processos utilizados na construção civil,

que ainda mantém grande parte de suas atividades de maneira tradicional, com considerável desperdício de materiais, baixo controle de qualidade das etapas construtivas e prazos de execução não satisfatórios. Além da velocidade de construção, a metodologia *Wood Frame* possui a característica de gerar baixo desperdício de materiais e conseqüentemente gerar pouco volume de entulho.

Segundo Mello (2016), outro fator característico de metodologias construtivas industrializadas é o efetivo de mão de obra reduzido, contribuindo para manter uma melhor harmonia e organização dos canteiros de obra.

Por isso, o estudo de caso realizado neste trabalho busca apresentar informações de custos a respeito da construção de uma obra pública local empregando o *Wood Frame*, além da análise de aceitação do sistema por usuários para medir o grau de utilização do sistema, podendo assim auxiliar o setor a ampliar sua participação no mercado construtivo brasileiro.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1 Sistema Construtivo Convencional**

O sistema convencional é aquele composto por pilares, vigas e lajes de concreto armado, onde os vãos são preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação, não recebendo assim o peso da construção, que é distribuído nos pilares, vigas, lajes e fundação. Na construção dos pilares, vigas e lajes são usados aço estrutural e formas de madeira. Segundo Martins (2009), o concreto armado é o sistema construtivo de paredes e muros, ou obras semelhantes, executadas com pedras naturais, tijolos ou blocos unidos entre si com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se repetem sobrepondo-se sobre as outras, ou em camadas parecidas, formando um conjunto rígido e coeso. A etapa de revestimento deve ser realizada em seguida, caracterizada pela aplicação do chapisco, emboço, reboco e pintura.

### **2.2 Sistema construtivo *Wood Frame***

O sistema construtivo *Wood Frame* é muito usado em diversos países do mundo, em especial no continente norte americano e no norte da Europa. O material estrutural principal do sistema é a madeira. Aplicada em forma de perfis montantes com duas polegadas de largura com seção que pode variar de 04 (quatro) a 12 (doze) polegadas.

*Wood frame* é um método construtivo onde se faz, primeiramente, um esqueleto de ripas de madeira, possível de se obter a partir de inovações nas maquinarias e serrarias mecânicas, que

permitiram a obtenção de secções de madeira muito fina e com maior rapidez. As paredes são compostas por montantes verticais em madeira, dispostos em consonância com painéis de OSB. (MOLINA & CALIL JUNIOR, 2010).

Segundo a Revista *Téchné LGHT Wood Frame*, 2009 (apud MOLINA & CALIL JUNIOR, 2010) Apesar de o *Wood Frame* ser utilizado em outros países, a atual norma brasileira NBR 7190:1997 - Projeto de Estruturas de Madeira - não apresenta critérios muito apropriados para o dimensionamento dessas estruturas leves, pois consideram, em suas especificações, dimensões mínimas para elementos estruturais considerando-se a segurança de estruturas isostáticas e de treliças. É necessário, portanto, observar normas de outros países nesse dimensionamento.

### 3. Metodologia

A pesquisa se fez através de um estudo de caso de uma casa unifamiliar do programa MCMV, localizada no Residencial Castelo de São Jorge, no município de Dourados MS, cujo residencial conta com 213 unidades construídas com tecnologia *Wood Frame*, além de 230 casas em fase intermediária.

Realizou-se uma análise comparativa orçamentária entre o sistema construtivo *Wood Frame* e Sistema Convencional, com a perspectiva de ressaltar as diferenças e similaridades entre eles, além de avaliar a medida de aceitação do sistema *Wood Frame* por usuários (moradores do Residencial CSJ).

Tendo em vista esse objetivo, foi feito levantamento da quantidade de serviços através do estudo do projeto arquitetônico e, a orçamentação, foi feita através do Gerador de Preços do Software CYPECAD® que pode ser encontrado online.

Para o quantitativo de insumos, utilizou composições unitárias de preço através do SINAPI 1º semestre/2018. Para os dados faltantes, as estimativas foram feitas a partir de índices de consumo com base em outras obras já executadas.

Afim de avaliar a medida de aceitação do sistema construtivo *Wood Frame* por usuários, além dos motivos alegados para o posicionamento adotado, foi realizado um levantamento de caráter quantitativo através de questionários com estes citados.

O projeto em questão é um dos empreendimentos da Empresa A<sup>1</sup> e consiste em uma residência de 50m<sup>2</sup>, composta por três dormitórios, um banheiro social, sala e cozinha conjugadas. A planta baixa do projeto pode ser visualizada com base na Figura 1.

---

<sup>1</sup> Nome hipotético adotado para preservar os direitos de imagem da empresa.

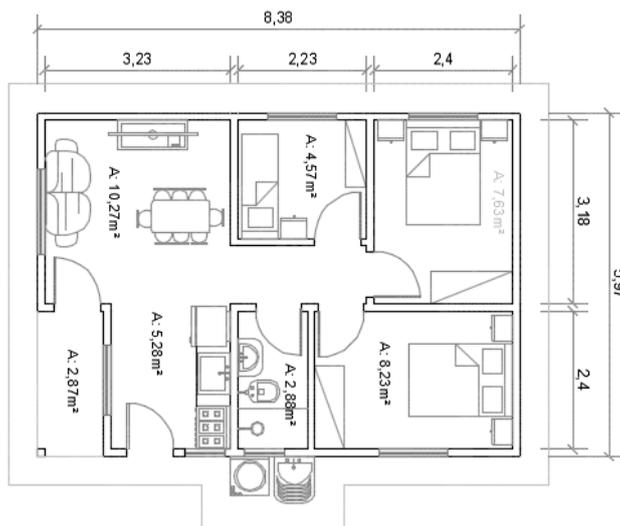


FIGURA 1 – Planta baixa da residência unifamiliar. Fonte: Autor (2018).

## 4. Resultados e discussões

### 4.1 Estudo de caso

Com base na análise do projeto arquitetônico, materiais empregados e do levantamento quantitativo através do software Gerador de Preços (CYPECAD®) em cada sistema, foi possível montar as tabelas de composição.

O resumo das estimativas de custo para os sistemas Convencional e *Wood Frame* pode ser conferido nas tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Resumo da estimativa de custo de uma residência no Sistema Convencional.

RESUMO ESTIMATIVA DE CUSTO DE UMA RESIDÊNCIA - SISTEMA CONVENCIONAL					
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL MATERIAIS R\$	VALOR TOTAL MÃO DE OBRA R\$	VALOR TOTAL R\$	%
1	FUNDAÇÃO	2514,38	2.468,50	4.982,88	14,58%
2	SUPERESTRUTURA	3133,24	1559,84	4693,08	13,74%
3	PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	1634,69	952,58	2.587,27	7,57%
4	COBERTURA	2413,14	493,80	2.906,94	8,51%
5	IMPERMEABILIZAÇÃO	540,06	304,08	845,10	2,47%
6	ESQUADRIAS	2053,67	357,40	2.411,07	7,06%
7	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	2197,01	1984,8	4.181,81	12,24%
8	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	2045,53	1.160,92	3.206,45	9,39%
9	REVESTIMENTOS INTERNOS	2570,28	1361,02	3.931,30	11,51%
10	ACABAMENTOS	1189,01	247,49	1436,5	4,20%
11	PINTURA	1062,58	1.298,07	2.360,65	6,91%
12	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	249,87	372,07	621,95	1,82%
TOTAL		21603,46	12.560,57	34.164,98	100,00%
VALOR POR m <sup>2</sup>		432,07	251,21	683,30	

Fonte: (Autor, 2018).

TABELA 2. Resumo da estimativa de custo de uma residência no Sistema Wood Frame.

RESUMO ESTIMATIVA DE CUSTO DE UMA RESIDÊNCIA - WOOD FRAME					
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL MATERIAIS R\$	VALOR TOTAL MÃO DE OBRA R\$	VALOR TOTAL R\$	%
1	FUNDAÇÃO	1668,5	562,50	2.231,00	7,26%
2	PAREDES EXTERNAS E INTERNAS	6056,85	2575,77	8.632,62	28,09%
3	COBERTURA	2705,9	951,25	3.657,15	11,90%
4	IMPERMEABILIZAÇÕES	773,27	473,74	1.247,02	4,06%
5	ESQUADRIAS	2298,78	412,00	2.710,78	8,82%
6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	430	360,00	790,00	2,57%
7	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	1254,89	798,57	2.053,46	6,68%
8	REVESTIMENTOS INTERNOS	3075,9	1.782,30	4.892,16	15,92%
9	REVESTIMENTO FACHADA	2236,42	M.O. fábrica	2.236,42	7,28%
10	PINTURA	741,62	958,65	1.700,27	5,53%
11	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	281,88	294,16	576,04	1,87%
TOTAL		21.524,01	9.168,94	30.726,91	100,00%
VALOR POR m <sup>2</sup>		430,48	183,38	614,54	

Fonte: (Autor, 2018).

Analisando as tabelas 1 e 2, os sistemas apresentam discrepância no custo das etapas estudadas. Enquanto o sistema Convencional se mostra mais viável economicamente para a estrutura, vedação e cobertura o *Wood Frame* se mostrou vantajoso nos processos de fundação, revestimento externo e pintura.

Observando o conjunto, de acordo com o Gráfico 1, a utilização do sistema construtivo em *Wood Frame* mostra-se mais econômico que o sistema Convencional para este projeto. A diferença encontrada totalizou R\$3438,07 que representa uma porcentagem de 10,07% em benefício do sistema inovador *Wood Frame*.

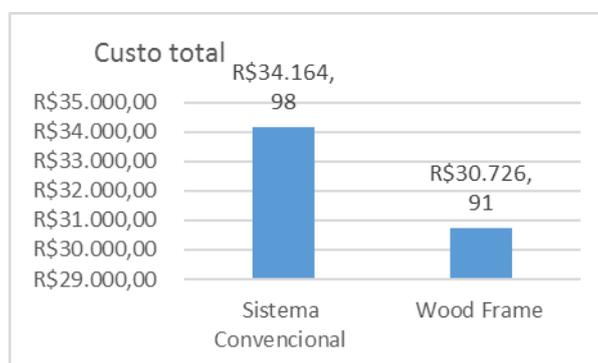


GRÁFICO 1. Custo total para ambos os sistemas. Fonte: (Autor, 2018).

De acordo com profissionais da área, comparando os dois sistemas, há um custo de cerca de 10% maior do *Wood Frame* em materiais. Mas a redução de mão de obra chega a 50% em relação à alvenaria. Esse é o grande ganho do sistema. E ainda diminui o tempo de obra em, no mínimo, um terço.

Segundo estimativas obtidas nesta pesquisa, o custo de mão de obra para executar todas as etapas da construção de uma casa no Sistema Convencional é de R\$12560,57, sendo R\$251,21 o metro quadrado, enquanto que na execução da residência em *Wood Frame* encontramos o valor de R\$9168,94, sendo R\$183,38 o metro quadrado, que representa uma porcentagem de 27% com vantagem para o sistema *Wood Frame*. Os Gráficos 2 e 3 mostram a participação dos itens para o Sistema Convencional e para o *Wood Frame*, respectivamente.

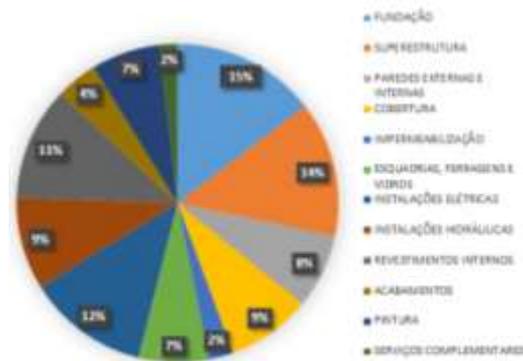


GRÁFICO 2. Estimativa de custo de uma residência no Sistema Convencional. Fonte: (Autor, 2018).

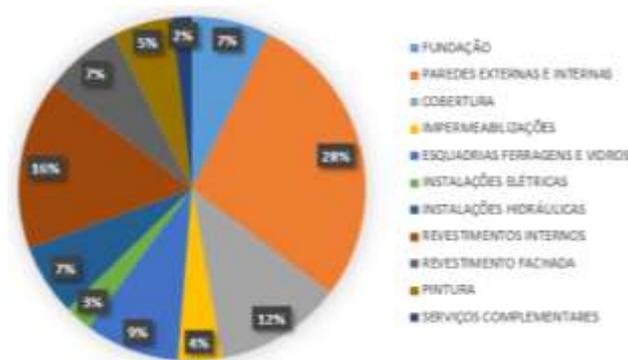


GRÁFICO 3. Estimativa de custo de uma residência no Sistema Wood Frame. Fonte: (Autor, 2018).

A produtividade dos sistemas é uma análise que pode ser verificada pelo número de serviços necessários para cada um. No *Wood Frame* as etapas mais onerosas estão concentradas nos serviços de montagem da estrutura e colocação das placas de fechamento, enquanto no Sistema convencional, os serviços de revestimento e pintura, necessitam de antemão a aplicação de chapisco, emboço e reboco, desta forma o *Wood Frame* leva vantagem, com o menor número de serviços, tendo uma construção mais rápida. Segundo a Empresa A o ritmo de obra de casas por dia para o Sistema convencional é de 0,3 casas por dia, já para o sistema *Wood Frame* estima-se um ritmo de 1,4 casas por dia.

É importante destacar também que no sistema *Wood Frame*, tem como externalidade positiva a diminuição na emissão de gases de efeito estufa, em especial o carbono, durante o processo

da produção e montagem das habitações, em relação ao sistema convencional. Ressalta-se que o sistema promove um canteiro e obra de baixo impacto ambiental e reuso de materiais. Devido ao processo industrializado, racionaliza-se a utilização de recursos gerando um baixo índice de desperdício de materiais (TECVERDE, 2016).

#### 4.2 Análise de Aceitação por Usuários

A priori investigou a importância dada pelos usuários aos hábitos de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente, os resultados mostraram que a maioria dos participantes é suscetível a essa questão: 71% responderam que dão muita importância aos hábitos de sustentabilidade e respeito ao meio ambiente; enquanto a porcentagem restante 29% consideram média importância.

Ao questionar qual sistema construtivo seria escolhido na hipótese de se comprar ou construir uma casa, 71% dos entrevistados empregariam a alvenaria convencional; 13% o sistema Wood Frame; 12% utilizariam alvenaria de tijolos ecológicos e 4% aplicariam o sistema tradicional de construções em madeira. Nenhum dos entrevistados admitiu usar o sistema Steel Frame. Estes dados podem ser visualizados no Gráfico 4.

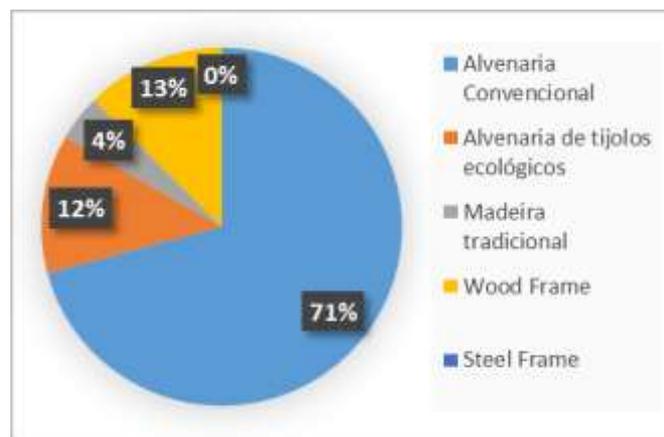


GRÁFICO 4. Escolha do sistema construtivo. Fonte: Autor (2018)

Esta questão demonstrou incoerência por parte do público participante, pois apesar de todos os entrevistados considerar média ou muita importância para o desenvolvimento sustentável, mais da metade deles utilizaria o sistema construtivo de alvenaria convencional na hipótese de comprar ou construir uma casa. Já grande parte da porcentagem restante do grupo optaria pelo sistema *Wood Frame* e alvenaria de tijolos ecológicos, mas não se pode concluir, a partir desta pesquisa, que os entrevistados conheçam esse material.

Essa dúvida se evidenciou a partir das respostas obtidas na questão seguinte (questão 3) que questionou os motivos do posicionamento adotado na questão anterior: 63% dos respondentes

admitem que o motivo da utilização do sistema construtivo escolhido seria a segurança, enquanto que 13% deles apresentaram como motivo o conforto térmico. Para 8% do público, o motivo da escolha seria pela utilização de materiais ecológicos. E para o público restante, os motivos determinantes seriam: menor preço, rapidez na execução, facilidade de reformas e facilidade de empresas prestadoras de serviço, totalizando 16% como pode-se observar no Gráfico 5 a seguir.



GRÁFICO 5. Motivos da escolha do sistema construtivo. Fonte: Autor (2018)

É possível perceber de forma clara que a maioria da população entrevistada não faz conexão entre o sistema *Wood Frame* e o respeito ao meio ambiente, visto que aqueles que optaram por este sistema, o fizeram por motivos de segurança e conforto térmico.

A quarta questão indagou diretamente aos usuários se eles conheciam o sistema *Wood Frame*, constatando-se que 67% deles conheciam o sistema, enquanto 33% não tinham o conhecimento de que residiam em uma casa construída nos moldes do sistema denominado *Wood Frame*.

Quanto à sensação de conforto acústico, 54% dos entrevistados alegaram que o sistema *Wood Frame* garante um bom isolamento acústico, enquanto que 21% consideraram o desempenho razoável, 13% apontaram como excelente desempenho, enquanto que os 12% restantes apresentaram descontentamento quanto ao sistema de isolamento.

Referente à sensação de conforto térmico, mais da metade dos entrevistados demonstraram satisfação quanto a este desempenho, representando um total de 54%. Ainda sobre os entrevistados, 29% dos entrevistados alegaram que o sistema tem um bom isolamento térmico, enquanto 17% consideram o desempenho razoável. Nenhum dos entrevistados se desapontou o suficiente com o desempenho térmico para considerá-lo ruim.

Por fim, através de uma escala de 0 a 5, mediu-se a satisfação do usuário quanto ao sistema Wood Frame, obtendo resultados que podemos observar no gráfico 6 a seguir:

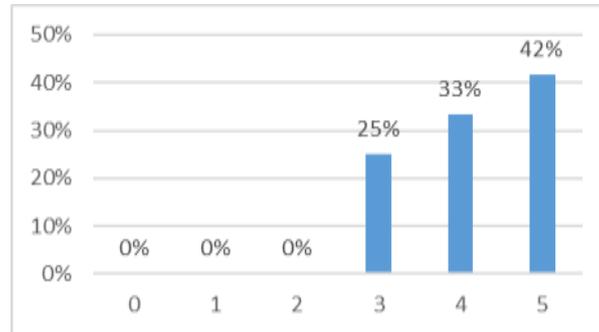


GRÁFICO 6. Escala de satisfação do sistema Wood Frame por usuários. Fonte: Autor (2018)

Através desta análise de aceitação realizada no residencial, pôde-se obter informações quanto ao Pós-Obra. Percebeu-se que na racionalização do sistema de vedação, houve incompatibilização entre os painéis e esquadrias, ocasionando trincas frequentes em maior parte das casas onde se aplicou a pesquisa. O planejamento da sequência de serviços também pode ser considerado um fator que acarretou no aparecimento das trincas nas residências, devido ao fato de que, o serviço de pavimentação foi realizado após a construção das casas, de acordo com informações dos moradores do residencial.

No subsistema esquadria, a principal limitação é a falta de uma esquadria especificamente desenvolvida para esse tipo de sistema construtivo. Não há no mercado disponibilidade de esquadria que possa ser utilizada sem que seja feita algum tipo de adaptação, seja para sua colocação, seja na sua geometria (AQUINO; BARROS; 2010).

A necessidade de reparos ocasionou desperdício de tempo e retrabalhos. Outro detalhe que gerou acréscimo no valor da obra, foram as deformações apresentadas pelas cumeeiras da cobertura, o que exigiu soluções definitivas para acerto, sendo revestidas por um material equivalente a uma lona. Se fez necessário este retrabalho devido a entrada de água da chuva pela cumeeira ocasionando infiltrações nas placas de vedação, entretanto, após o reparo, o resultado final foi satisfatório.

Diante deste panorama, a satisfação dos usuários quanto ao sistema *Wood Frame* pode ser visualizada no Gráfico 6, obtendo resultados positivos quando ao sistema, onde 42% dos entrevistados conferiram a nota 5 (totalmente satisfeitos), enquanto que 33% conferiram a nota 4, e 25% a nota 3.

## 5. Considerações finais

O déficit habitacional é um dos indicadores utilizados pelo governo federal, estadual e municipal que elucida à sociedade e aos gestores a necessidade de ampliação de moradias. O uso adequado de técnicas e materiais alternativos na construção civil que possam vir a competir ou substituir as técnicas convencionais, podem servir de apoio e solução para países como o Brasil, onde além de apresentar um déficit habitacional, apresenta também condições precárias de habitação.

Apesar de o Brasil ser um país com grande potencial florestal, existe grande preconceito em relação ao uso da madeira como material na construção civil, ocasionando um baixo emprego desse material em edificações se comparado com o potencial florestal brasileiro.

Através do estudo de caso realizado, evidenciou-se que a construção em *Wood Frame* oferece inúmeros benefícios técnicos e construtivos, como a redução na carga estrutural gerando menores esforços na fundação, influenciando positivamente no custo com a infraestrutura; o alto grau de industrialização, pelo processo de execução mais rápido; melhor desempenho nas questões relacionadas ao conforto térmico e acústico, e principalmente pelos benefícios relacionados ao meio ambiente como a baixa geração de resíduos e desperdício de materiais.

Além do comparativo indireto, a análise de custo da residência unifamiliar se mostrou mais econômica para o sistema *Wood Frame*, com uma diferença de 10,07% no custo total frente ao Sistema Convencional. Desta forma, considerando os custos diretos, a utilização deste sistema inovador pode ser considerada mais viável, principalmente na construção de habitações populares de baixo padrão como a analisada neste trabalho.

Porém, como toda técnica, todo sistema tem seus prós e contras, não só em relação a custos, mas também em relação à trabalhabilidade, disponibilidade local de matéria prima, mão-de-obra para cada caso, tempo de execução, durabilidade e também o gosto do cliente. Percebeu-se que a racionalização do sistema de vedação pode resultar em redução de custos e desperdícios nos demais subsistemas, como esquadrias, instalações e revestimentos, além disso, o emprego de materiais isolantes na cobertura auxilia na redução com custos na manutenção, cujos fatores tiveram um desempenho abaixo das expectativas como apresentado pelos usuários.

Em contrapartida, o sistema Convencional pode se sobressair em relação ao *Wood Frame* quanto à disponibilidade de mão de obra, disponibilidade local de matéria prima e

flexibilidade de reforma e ampliação, estes fatores também podem influenciar na escolha de um ou outro sistema construtivo.

Como resultado final do estudo realizado neste trabalho, tem-se a constatação de que o método construtivo *Wood Frame* corresponde a uma importante alternativa para o mercado da construção civil do município de Dourados MS, e também da região pois além de otimizar recursos e contribuir diretamente com a fidelidade orçamentária, o prazo menor de entrega garante uma ocupação e um retorno financeiro mais rápido, tornando a construção uma ótima forma de investimento.

É de grande importância a conscientização das empresas, envolvidas com a construção civil, dos profissionais desse ramo, assim como o poder público para que a aceitação desses novos sistemas construtivos, se torne realidade e possam trazer resultados positivos quanto à utilização de madeira como matéria prima alternativa nas construções brasileiras.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013 **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AQUINO, L. M.; BARROS M. M. S. B. **Light Steel Framing aplicado à construção de habitação de interesse social: interação entre vedos verticais e estrutura**. 2010. – Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010. 10p.

BORTOLOTTI, A. L. K.; **Análise de viabilidade econômica do método Light Steel Framing para construção de habitações no município de Santa Maria - RS**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. 101p.

CARDOSO, L. A.; **Estudo do método construtivo Wood Framing para construção de habitações de interesse social**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, RS.

MELLO, F. B. M.; **A utilização da metodologia construtiva Light Steel Frame na construção de UMEIS na cidade de Belo Horizonte**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2016. 57p.

MARTINS, João Guerra. Alvenaria – **Condições Técnicas de execução**. 2009.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em Wood Frame para casas de madeira**. São Paulo, SP. 2010. Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, 2010. 144p.