

## COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA *WOOD FRAME* E SISTEMA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO PARA UMA RESIDÊNCIA

Vinícius Douglas Teles Reginatto, Rebeca Jéssica Schmitz

**Resumo:** No Brasil, as estruturas em concreto armado são preponderantes frente aos demais métodos. O método construtivo em *wood frame*, que já é utilizado nos países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá e Alemanha, é sustentável, pois usa a madeira de reflorestamento para compor a estrutura. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo comparar os sistemas construtivos *wood frame* e concreto armado. A comparação é feita por meio de um estudo de caso de uma edificação de médio padrão, no município de Relvado/RS avaliando as cargas exercidas nas fundações, os orçamentos considerando material e mão de obra para a estrutura e além disso, é feito um questionário a fim de avaliar a aceitação do sistema *wood frame*. O projeto estrutural em concreto armado foi o original da residência estudada, sendo desenvolvido o projeto estrutural em *wood frame* utilizando o *software Dlubal Rfem*. Foram feitos os orçamentos nos dois métodos construtivos, para o método convencional utilizou-se a tabela SINAPI não desonerada de fevereiro de 2022 e para o *wood frame* utilizou-se uma base de dados. Os resultados do questionário indicaram que 74% dos respondentes construiriam ou comprariam uma residência no método *wood frame*. A análise dos projetos estruturais indicou que a carga transmitida às fundações da estrutura em concreto armado é 56,54% maior que a estrutura em madeira. O orçamento das duas estruturas apontou que a estrutura em *wood frame* é mais econômica que a estrutura de concreto armado. Sendo assim, a estrutura em madeira se mostra uma alternativa ao sistema convencional em concreto armado.

**Palavras-chave:** *wood frame*; concreto armado; construção sustentável; estrutura em madeira.

### INTRODUÇÃO

O sistema *wood frame* tem como principal característica tornar a construção industrializada, mostrando que é possível fazer construções sem desperdícios pensando no meio ambiente, com qualidade e principalmente rapidez. Um método que utiliza madeira de reflorestamento e não de desmatamento, que tem como matéria-prima o pinus e o eucalipto, por isso, seu uso pode ser considerado sustentável. Entretanto, no Brasil, mesmo com todas

essas vantagens, ainda é muito pouco utilizado (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

Conforme Burrows (2014), as construções em *wood frame* têm sido utilizadas em milhões de casas na América do Norte por fornecer uma habitação confortável e econômica. No início de sua utilização, os colonos usavam o recurso florestal abundante para produção de casas, mas com o passar do tempo, as construções em madeira se tornaram uma tecnologia sofisticada e com um enorme apoio dos campos de pesquisa, sendo capaz de atender ou, até mesmo, superar todos os desafios impostos pela construção.

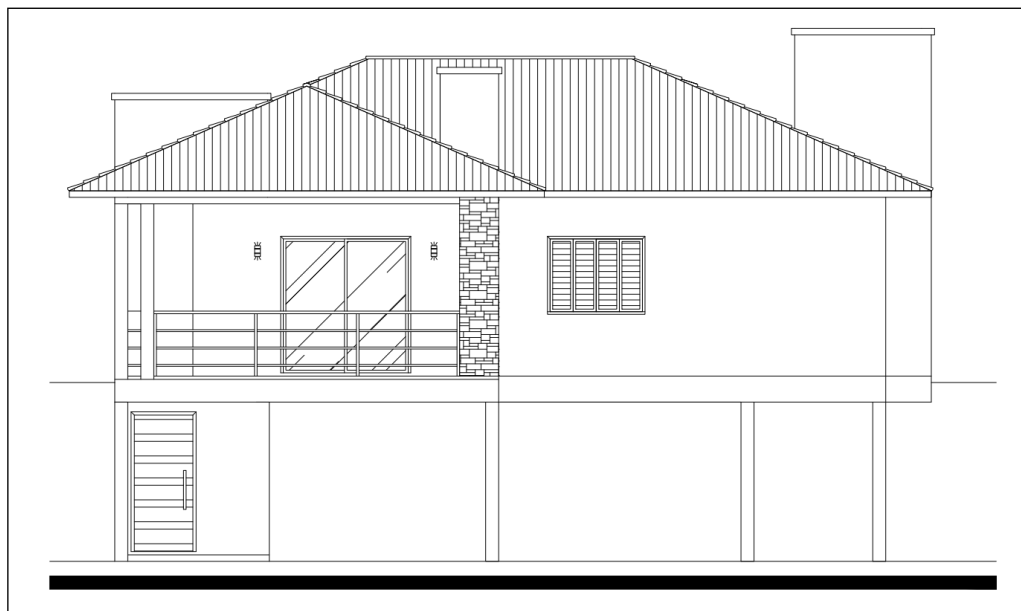
Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo comparar os sistemas construtivos em *wood frame* e concreto armado, considerado convencional, sendo feita uma análise por meio de questionário, a fim de avaliar a aceitação do sistema, e também por meio de estudo de caso para uma edificação residencial, avaliando as cargas nas fundações e os orçamentos das estruturas.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de realizar uma análise comparativa nos aspectos de orçamento e cargas das estruturas, o presente estudo analisa uma casa de padrão médio, construída com estruturas de concreto armado e vedação de alvenaria, totalizando 97,56 m<sup>2</sup>, localizada no município de Relvado/RS. Na Figura 01 observa-se a planta baixa, a Figura 02 apresenta a fachada e a Figura 03 mostra a localização do município onde se localiza a residência em estudo.

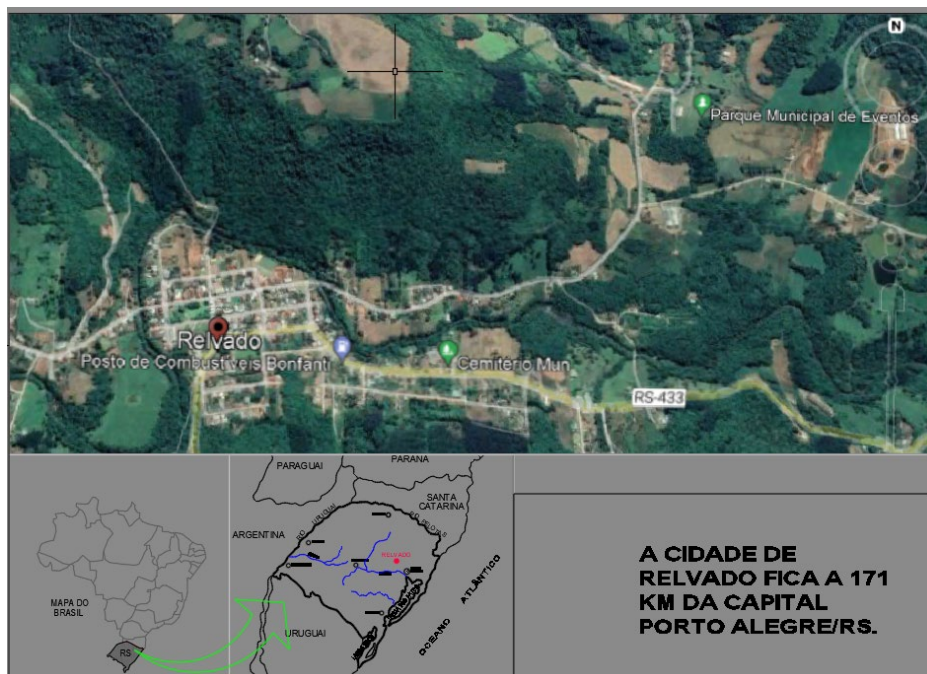


Figura 02 – Fachada da Residência



Fonte: material não publicado fornecido pelo Engenheiro Civil Antônio Chanan.

Figura 03 – Planta de Sit/Loc



O presente estudo se restringe a analisar as cargas geradas nas fundações e ao dimensionamento estrutural sendo considerados pilares, vigas e cargas de piso e cobertura, não levando em consideração as instalações elétricas, hidráulicas, acabamentos e fechamentos. Em se tratando das fundações, avaliou-se apenas as cargas, não foi realizado o dimensionamento das fundações porque este depende das características resistentes do solo, fugindo do escopo deste trabalho.

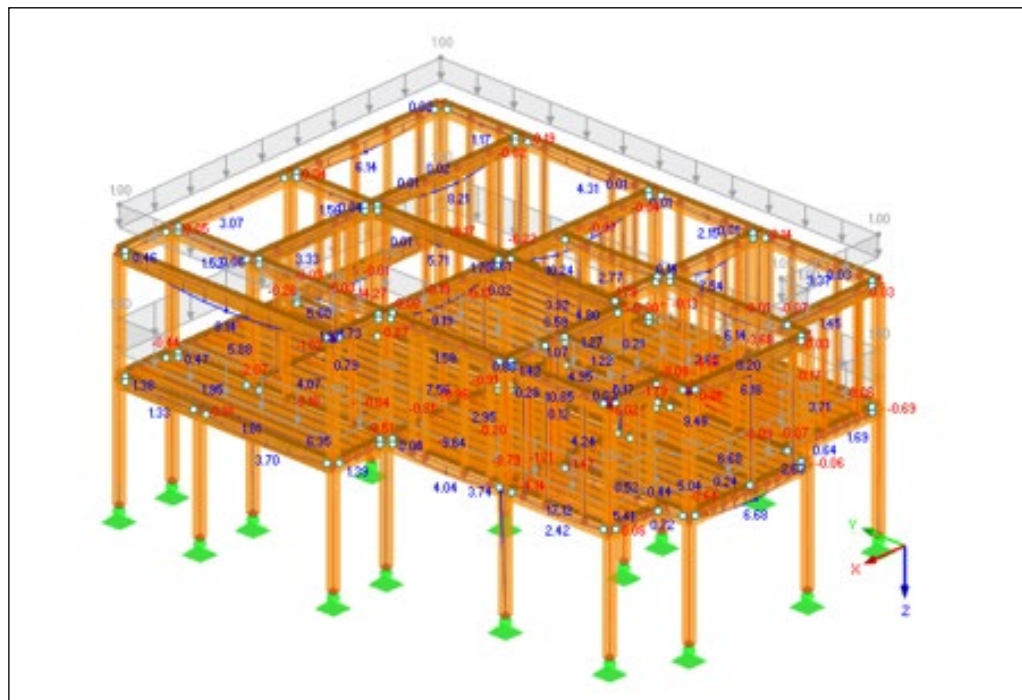
Os projetos arquitetônico e estrutural do método construtivo convencional foram fornecidos pelo Engenheiro Civil Antônio Chanan, responsável técnico pela obra, com a autorização dos proprietários da obra. Na estrutura de concreto armado, foi utilizado o *software* Eberick para realização do projeto, sendo utilizado concreto com resistência característica à compressão de 30 MPa.

Desta forma, o projeto em concreto armado foi considerado o original e foi desenvolvido o projeto da estrutura em *wood frame*. Para o caso hipotético da residência ser executada no método *wood frame*, foi elaborado o projeto estrutural no *software* Dlubal Rfem, respeitando a NBR 7190<sup>1</sup> (ABNT, 1997). Na Figura 4, pode-se observar a estrutura modelada no *software* Dlubal Rfem, usando pilares com medida para pilar de 200 mm x 200 mm, pesando 24 kg/m, e vigas 200 mm x 300 mm, pesando 36 kg/m, dados fornecidos pelo *software*. Foi considerada madeira *Pinus elliotti* com 30 MPa de resistência à compressão paralela às fibras. As cargas variáveis foram as mesmas que as consideradas na estrutura em concreto armado, 1,0 kN/m<sup>2</sup>, no telhado e 1,50 kN/m<sup>2</sup>, no piso, além do peso próprio da estrutura.

---

1 A NBR 7190 foi atualizada no ano de 2022, entretanto a data de atualização foi posterior a data de desenvolvimento deste trabalho.

Figura 04 – Modelo da estrutura em *wood frame*



A partir dos projetos, foram retirados os quantitativos para orçar por meio de planilhas. Para o sistema convencional em concreto armado, utilizou-se a tabela SINAPI não desonerada do mês de fevereiro. Já o orçamento do método *wood frame* foi realizado com base em um banco de dados, o qual foi desenvolvido empresa Gaúcho Engenharia, localizada no município de Taquara/RS.

Quanto aos valores dos esforços nas fundações, para o projeto do estrutural em concreto armado utilizou-se planilhas geradas pelo *software Eberick*, e para o sistema *wood frame* foram retirados dados do modelo desenvolvido.

A fim de analisar e compreender os aspectos que levam a aceitação ou não do método construtivo *wood frame*, foi feito um questionário direcionado aos moradores do Vale do Taquari. A amostra contou com 96 respondentes. Não foi definida uma amostra mínima, por não ser possível quantificar, o público alvo, que são pessoas que residem no Vale do Taquari que atuam junto à área da construção civil. As perguntas foram de cunho pessoal com (idade, nível de escolaridade e cidade) com o intuito de conhecer quem estava respondendo o questionário, e de cunho técnico, listadas a seguir:

- 1) Sua profissão está relacionada com a construção civil?
- 2) Você conhece o sistema construtivo *Wood Frame*?



- 3) Qual o fator mais importante para você escolher o método construtivo na execução de um empreendimento?
- 4) Você pretende investir na construção civil nos próximos anos?
- 5) Você compraria uma casa construída no método *Wood Frame*?

Destaca-se que no início do questionário consta uma breve explicação sobre o método *wood frame* e uma imagem ilustrativa, conforme Figura 5. O questionário ficou aproximadamente por 3 meses aberto para respostas, após o término do período foram analisados os resultados.

Figura 05 – Questionário *wood frame*

A imagem abaixo mostra exemplifica uma estrutura no sistema Wood Frame. A estrutura é toda em madeira, já sua vedação é feita com placas de OSB revestidas com Gesso Drywall. Este método teve origem nos Estados unidos por volta do século XIX.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para as cargas nas fundações podem ser observados na Tabela 1 de esforços das estruturas. Analisando os valores, pode-se verificar que as reações na estrutura de concreto armado são maiores em comparação que as reações do método *wood frame*. Em relação à soma das reações, no método convencional chegou-se a 595,00 kN, já, no método *wood frame*, resultou em 336,39 kN. Dessa forma, tem-se uma diferença de 258,61 kN que representa 56,53%.

Após a comparação, pode-se verificar que, conforme o esperado, o concreto armado gera esforços maiores que a madeira, sendo assim, precisa

de fundações mais robustas para transmitir os esforços para o solo, o que representa maior gasto no material e mão de obra para a execução. Desta forma, acredita-se que o sistema em *wood frame* gera economia nas fundações.

Tabela 01 – Tabela dos esforços das estruturas

SAPATA	REAÇÃO WOOD FRAME (kN)	REAÇÃO CONCRETO ARMADO (kN)	DIFERENÇA PERCENTUAL (%)
1	9,55	21,88	43,65 %
2	15,08	27,97	53,91 %
3	11,19	24,04	46,55 %
4	6,80	19,42	35,01 %
5	18,94	37,31	50,76 %
6	32,41	51,52	62,90 %
7	17,85	32,02	55,75 %
8	5,64	7,94	71,03 %
9	18,18	32,98	55,12 %
10	33,00	51,52	64,05 %
11	23,06	38,35	60,13 %
12	7,93	18,27	43,40 %
13	20,15	33,59	59,99 %
14	28,81	44,09	65,34 %
15	23,50	38,33	61,31 %
16	21,11	38,01	55,54 %
17	8,89	17,29	51,42 %
18	13,92	25,60	54,37 %
19	14,25	27,72	51,40 %
20	6,13	7,15	85,73 %
TOTAL	336,39	595,00	56,54 %

Em relação à análise dos orçamentos, apresenta-se na Tabela 02 os dois sistemas e a partir disso, pode-se fazer uma comparação entre eles. É válido lembrar que o valor do custo da mão de obra já inclui o valor do deslocamento e outras despesas.



Tabela 02 – Tabela do orçamento em concreto armado e *wood frame*

Descrição dos serviços	Concreto Armado		Wood Frame	
	Material	Mão de obra	Material	Mão de obra
Projeto	-	R\$ 4.390,20	-	R\$ 4.390,20
Serviços preliminares	R\$ 3.948,13	R\$ 1.692,03	R\$ 3.500,00	R\$ 1.000,00
Infraestrutura	R\$ 32.166,11	R\$ 13.788,75	R\$ 23.743,07	R\$ 14.100,00
Supraestrutura	R\$ 36.621,19	R\$ 15.696,76	R\$ 17.999,82	R\$ 4.878,00
Paredes	R\$ 21.731,86	R\$ 9.312,64	-	-
Esquadrias	R\$ 12.679,45	R\$ 5.434,15	R\$ 12.469,96	R\$ 5.344,33
Obra seca (Paredes + Revestimento de paredes + Laje/Piso)	-	-	R\$ 70.997,42	R\$ 18.303,24
Cobertura/telhado	R\$ 14.655,31	R\$ 6.280,14	R\$ 12.578,00	R\$ 3.850,00
Impermeabilização	R\$ 586,80	R\$ 251,46	R\$ 3.000,00	R\$ 2.500,00
Revestimento de paredes	R\$ 15.627,22	R\$ 6.696,17	-	-
Laje/piso	R\$ 3.798,51	R\$ 1.628,30	-	-
Pintura/ Acabamentos	R\$ 4.973,82	R\$ 2.133,98	R\$ 8.114,79	R\$ 3.479,90
Instalação Elétrica	R\$ 4.045,23	R\$ 1.733,67	R\$ 3.999,72	R\$ 1.714,28
Instalação hidráulica	R\$ 7.575,44	R\$ 3.246,61	R\$ 5.001,99	R\$ 1.941,38
Serviços finais	R\$ 44,80	R\$ 19,20	-	-
TOTAL=	R\$ 230.757,93		R\$ 222.906,10	
TOTAL+BDI 25%=	R\$ 288.447,41		R\$ 278.632,63	

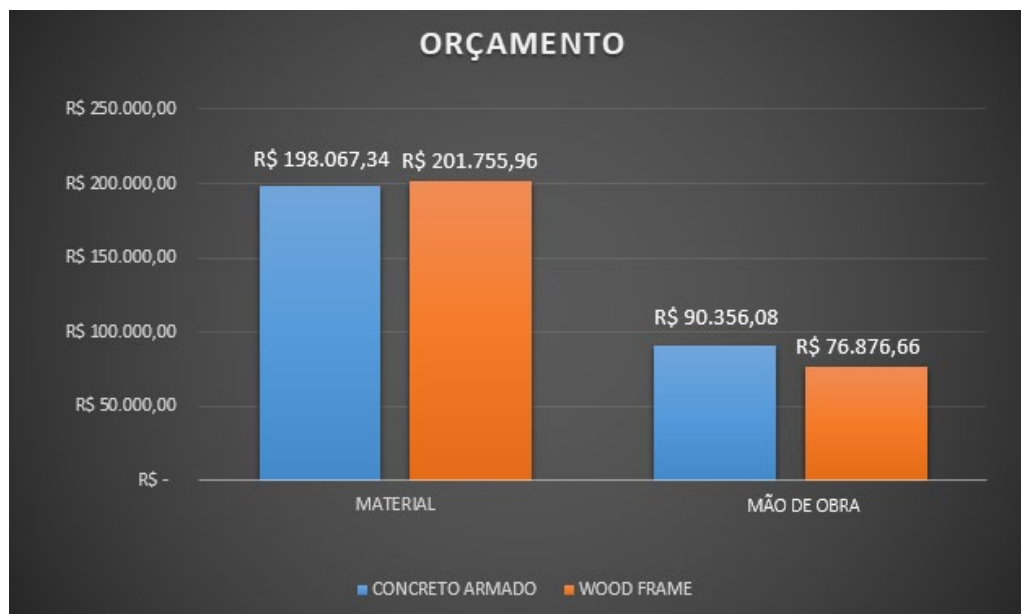
Quanto ao BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) de 25% aplicado nos dois casos, foi definido com base no cálculo conforme Acórdão 2622/13 TCU, detalhado na Tabela 03.

Tabela 03 – Tabela do cálculo do BDI

Itens		Adotado	MÍN	MÁX
AC	ADM CENTRAL	5,50 %	3,00%	5,50%
S+G	SEGURO E GARANTIA	1,00 %	0,80%	1,00%
R	RISCO	1,27 %	0,97%	1,27%
DF	DESP. FINANCEIRAS	1,39%	0,59%	1,39%
L	LUCRO	8,96%	6,16%	8,96%
I	IMPOSTOS	4,75%	Conf. Legislação	
	PIS	0,65%		
	COFINS	3,00%		
	ISSQN (Alíquota x % Base de cálculo)	0,50%		
	CPRB (p/ desonerado)	0,00%		
I	IMPOSTOS (Desonerado)	4,75%		
Fórmula do BDI				
BDI=		$\frac{(1 + AC + S + G + R) * (1 + DF) * (1 + L)}{(1 - I)} - 1$		
BDI Resultante			MÍN	MÁX
BDI Sem Desoneração:		25,00%	20,34%	25,00%
BDI Desonerado:		25,00%		

O valor total do método convencional ficou em R\$288.447,41, já no *Wood Frame* R\$278.632,63. Comparando os orçamentos, é possível verificar que no método *wood frame* tem-se uma economia de, aproximadamente, 3,5% em comparação com o método convencional. No gráfico da Figura 06, observa-se a divisão dos orçamentos em material e mão de obra, sendo que o concreto armado apresenta orçamento 14,92 % maior em relação à mão de obra e 1,82 % menor nos materiais.

Figura 06 – Comparativo de orçamento



Na etapa seguinte, comparou-se os resultados obtidos neste trabalho com outros trabalhos desenvolvidos. Brüggemann (2017) verificou os custos gerais (construção e manutenção) em uma edificação residencial e também analisou conforto térmico e gastos de energia elétrica. Em relação aos orçamentos, o valor de construção de residência em *wood frame* ficou com o valor de R\$171.137,64 e alvenaria R\$ 245.652,34, sendo o valor da alvenaria 30,33% maior que no método construtivo *wood frame*.

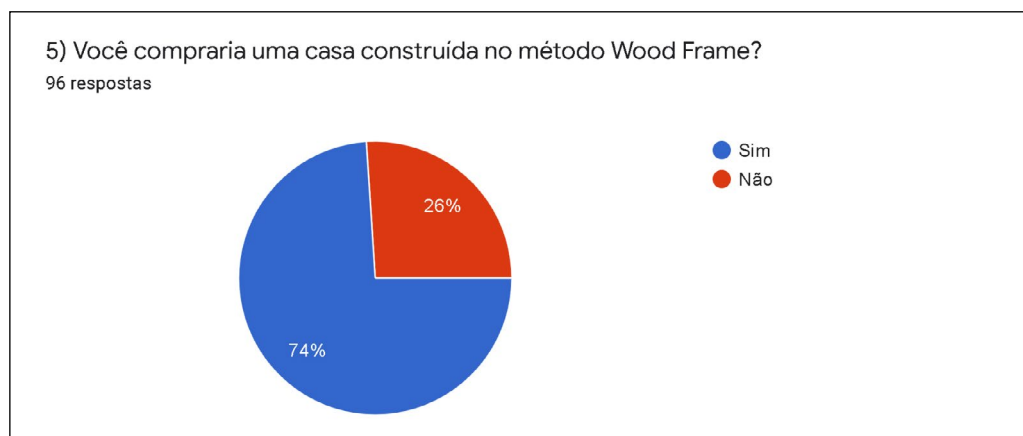
A segunda pesquisa utilizada na comparação foi de Campos (2015), que realizou um comparativo entre os orçamentos para execução de uma construção em alvenaria (método tradicional) e em sistema *wood frame* com o mesmo projeto arquitetônico. Conforme os estudos de Campos (2015), houve uma redução no valor se fosse executado pelo método *wood Frame* em 5,6%. Para os materiais de construção, o *wood Frame* apresenta um valor 9,9% maior do que o de alvenaria, já na questão de mão de obra é 37,5% menor. A pesquisa de Campos (2015) mostrou resultados muitos parecidos com o presente estudo, no qual o valor de mão de obra teve um orçamento menor no método de construção em concreto armado e mais oneroso na parte dos materiais de construção. Esta semelhança também ocorreu no orçamento completo, ambos indicaram redução de orçamento para o sistema *wood frame* (3,5% no presente trabalho e 5,6% no outro).

Em seguida, fez-se a análise das respostas do questionário. De 96 respondentes, 52 pessoas tinham ligação com a construção civil. Analisando os resultados do questionário constatou-se que o método convencional ainda é o

mais aceitável, sendo uma herança cultural. É um método utilizado há muitos anos e com material e mão de obra abundante no mercado. Mesmo o sistema *wood frame* ter indicado uma boa aceitação, é um método pouco conhecido na região, tendo muitas dúvidas sobre sua qualidade e materiais empregados, além da falta de mão de obra especializada. O preço sendo mais vantajoso já torna o *wood frame* mais competitivo em uma escolha dentre os métodos como mostra os resultados.

A pergunta sobre o conhecimento do método construtivo *wood frame*, mostrou que 60,4 % conhecem ou já ouviram falar. Analisando as respostas da pergunta: “Você compraria uma casa no método *Wood Frame*?”, mesmo com algumas dúvidas sobre o método, muitas pessoas comprariam e/ou construiriam uma casa em madeira, sendo 71 uma pessoas respondendo sim e 25 não como apresento a Figura 07.

Figura 07 – Questão 5 do questionário



Os entrevistados que gostariam de comprar, falam sobre a rapidez de construção, menor valor e por se tratar de uma obra limpa. Já os entrevistados que não comprariam, questionam a falta de mão de obra especializada, pouco conhecimento na compra de materiais para a execução e durabilidade.

Na questão sobre: “Qual o fator mais importante para você escolher o método construtivo na execução de um empreendimento?”, a resposta mais votada foi a questão do custo. Nesse sentido, o método *wood frame* tem um potencial para concorrer com o sistema convencional, sendo mais barato conforme resultados vistos no estudo de caso.

A pergunta que fala: “Você pretende investir na construção civil nos próximos anos?”, teve como resultado sim com 81,3 %, mostrando como um novo método construtivo viria para dar mais opção no mercado atual da construção civil no Vale do Taquari, sabendo que a Caixa Econômica Federal já tem uma linha de financiamento para esse método construtivo *wood frame*.

## CONCLUSÃO

A presente pesquisa fez um comparativo entre dois métodos construtivos: sistema convencional em concreto armado e sistema em *wood frame*. A partir de um estudo de caso, verificou-se os quesitos de cargas exercidas nas fundações e o custo de cada método. Também foi aplicado um questionário a fim de avaliar o interesse na adesão e conhecimento no método *wood frame* por parte das pessoas que moram no Vale do Taquari/RS.

Em relação à análise frente às cargas nas fundações, pode-se concluir que a estrutura de concreto armado gera esforços maiores que a estrutura de *wood frame*, sendo esse adicional da ordem de 56,53%. Isso pode representar uma economia na execução das fundações do método *wood frame*.

A comparação de preços entre os dois métodos indicou que o método *wood frame* é mais vantajoso que o convencional, sendo aproximadamente 3,5% mais econômico. Essa economia provém da mão de obra, pois o material para o método *wood frame* é mais oneroso. Esse resultado foi muito parecido com o que obteve Campos (2015), sendo o *wood frame* muito mais econômico na parte de mão de obra por ser uma obra de maior agilidade na construção.

A partir dos dados coletados no questionário, pode-se concluir que 74% dos entrevistados aceitariam fazer uma construção em outro método construtivo diferente do convencional, mas a falta de mão de obra especializada e conhecimento sobre o método geram muitas incertezas. Isso mostra que é importante a atualização e conhecimento em novos métodos construtivos na região por parte dos arquitetos, engenheiros e construtores. Dessa forma, considera-se que o trabalho atingiu os objetivos propostos, e também vem a contribuir para disseminação deste método construtivo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6120:2019. **Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 2014.66p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7190:1997. **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8681:2004. **Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**, 2004.

BRÜGGEMANN, C. **Comparativo entre alvenaria e wood frame ao longo da vida útil**. 2017, 131f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/182001/TCC\\_Carolina%20Br%c3%bcggemann.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/182001/TCC_Carolina%20Br%c3%bcggemann.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 04 jun. 2022.

BURROWS, J. **Canadian Wood-Frame House Construction. 3ed.** Toronto: Canada Mortgage and Housing Corporation, 2014. 351p. ISBN 0-660-19535-6.

CAMPOS, A. L. **Análise do sistema construtivo wood frame e a comparação de custos com a alvenaria.** 2015, 95f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva - FAIT, Itapeva, São Paulo, 2015. Disponível em: <[https://www.academia.edu/22615855/AN%C3%81LISE\\_DO\\_SISTEMA\\_CONSTRUTIVO\\_WOOD\\_FRAME\\_E\\_A\\_COMPARA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_CUSTOS\\_COM\\_A\\_ALVENARIA](https://www.academia.edu/22615855/AN%C3%81LISE_DO_SISTEMA_CONSTRUTIVO_WOOD_FRAME_E_A_COMPARA%C3%87%C3%83O_DE_CUSTOS_COM_A_ALVENARIA)> . Acesso em: 04 jun. 2022.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira.** Seminário: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010.

SINAPI - **Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices da Construção Civil.** Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>. Acesso em: 25 abril . 2022.