XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE VEDAÇÕES VERTICAIS EM STEEL FRAME E WOOD FRAME SEGUNDO A ABNT NBR 15575:2013[1]

BRUBACHER, Luana (1); FERNANDES, Vitor (2), PACHLA, Eduardo (3), SALUM, Paula (4)

(1) Centro Universitário Ritter dos Reis - UniRitter, luanabrubacher@yahoo.com.br
(2) Centro Universitário Ritter dos Reis - UniRitter, vitoralanbf@gmail.com
(3) Centro Universitário Ritter dos Reis – UniRitter, eduardo.pachla@uniritter.edu.br
(4) Centro Universitário Ritter dos Reis – UniRitter, paula_salum@uniritter.edu.br

RESUMO

O termo sustentabilidade ganha espaço à medida em que a preocupação com o ambiente em que se vive se torna essencial. Com a geração de menos resíduos e desperdícios na obra, sistemas construtivos como o Steel Frame e o Wood Frame podem se encaixar neste contexto. No Brasil, ainda existem muitas dúvidas em relação ao conforto gerado por estes métodos construtivos. O objetivo deste estudo é gerar um manual com valores que indiquem o desempenho térmico destes sistemas, utilizando-se de métodos comparativos com as exigências da ABNT NBR 15575:2013, e cálculos baseados na ABNT NBR 15220:2005, finalizando com uma análise comparativa entre os diferentes métodos construtivos. Os resultados de transmitância térmica apresentaram um notável desempenho, sendo a performance de Steel Frame superior ao de Wood Frame, enquanto os valores que demonstram a capacidade térmica para paredes externas não apresentaram desempenho satisfatório em nenhum dos casos, e para paredes internas, apenas quatro das trinta e seis paredes atingiram os requisitos, sendo duas de cada estrutura. Deste modo, é sugerida a inserção de placas de aço ou alumínio para o aumento da capacidade térmica, ou até o aumento das espessuras dos materiais utilizados para as duas estruturas.

Palavras-chave: *Steel frame. Wood frame. Desempenho térmico. NBR 15575. NBR 15220.*

ABSTRACT

The term sustainability gains space as the concern for the environment in where we live becomes essential. With the generation of less waste on the construction site, construction systems such as Steel Frame and Wood Frame fit in this context. In Brazil, there are many doubts regarding the comfort generated by these construction methods. The objective of this study is to generate a manual with values that indicate the thermal performance of these systems, comparing the results with the requirements of ABNT NBR 15575: 2013 and calculus based on ABNT NBR 15220: 2005, ending with a comparative analysis between the different constructive methods. The results of thermal transmittance showed a notable performance, moreover Steel Frame was superior of Wood Frame. However, the values that indicate the thermal capacity

[1] BRUBACHER, Luana; FERNANDES, Vitor; PACHLA, Eduardo; SALUM, Paula. Análise do desempenho térmico de vedações verticais em Steel Frame e Wood Frame segundo a ABNT NBR15575:2013. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

for external walls did not present satisfactory performance in any of the cases, and for internal walls, only four of the thirty and six walls met the requirements, two of each structure. Thus, it is suggested to insert steel or aluminum plates to increase the thermal capacity, or even increase the thickness of the materials used in the two structures.

***Keywords**: Steel frame. Wood frame. Thermal performance. NBR 15575. NBR 152020*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil dispõe de diversas funções, dentre elas trazer o conforto ambiental para a sociedade. Quando as pessoas não estão sujeitas ao estresse ou fadiga, elas possuem melhores condições de vida. Sendo assim, o desempenho térmico das edificações está diretamente ligado à qualidade de vida, visto que a má qualidade do ambiente gera desconforto aos usuários (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014) o conforto do ambiente pode ser assimilado à soma de algumas exigências ambientais que possibilitam ao ser humano sentir bem-estar térmico, acústico, antropométrico e visual além de garantir o conforto olfativo e a qualidade do ar. Enquanto que a NBR 15220 (ABNT, 2005) explica conforto térmico sendo "a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente". Para Lopes, Baptista e Diogo (2008) o ambiente térmico em termos ocupacionais influencia de forma direta ou indireta, na saúde e bem-estar dos trabalhadores e, como resultado, no cumprimento das tarefas que lhes são atribuídas.

Produzir conforto ao ambiente pode ser entendido como "[...] adequação ao uso do homem, respeitando condições térmicas, de ventilação, de insolação, de acústica e visual, capazes de alterar o desempenho da edificação e seu contexto urbano." (NERBAS, 2009).

Apesar de existirem diversos estudos com a finalidade de desenvolver alta performance para as edificações, ainda há construções em que o desempenho térmico é inferior aos requisitos normativos atuais, principalmente no que tange a NBR 15575 (ABNT, 2013). No entanto, tendo o conhecimento das características térmicas dos materiais usados nas construções, se tem a condição para projetar elementos de vedação que atendam aos requisitos para garantir o conforto térmico (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Pode-se classificar as vedações verticais em dois tipos: Paredes exteriores e paredes interiores. Segundo Beinhauer (2012), as paredes exteriores têm a função de criar novos espaços e formar os limites de uma edificação. Entretanto, quando se trata das paredes internas, o autor afirma que estas servem para fragmentar o espaço interior, sem a função de suportar as cargas da edificação, a não ser o seu próprio peso.

Considerando o avanço tecnológico e sustentável na construção civil, o uso de novos elementos de vedação verticais vem se tornando cada vez mais constante. Com isso, alguns destes elementos ainda não têm suas propriedades explicitadas nas normas brasileiras, e há grandes lacunas na bibliografia atual. As possíveis combinações de elementos de vedação estruturados a partir de Wood Frame e Steel Frame, por exemplo, não constam na NBR 15520-3 (ABNT, 2005), enquanto elementos de vedação convencionais, como alvenaria de bloco cerâmico e concreto convencional constam com dados de transmitância, capacidade e atraso térmico.

Neste contexto, este estudo visa gerar um manual com valores que retratem a

transmitância e a capacidade térmica de elementos construtivos inovadores, Verificando se os mesmos atendem aos requisitos, de desempenho térmico, exigidos pela NBR 15575 (ABNT, 2013).

2 METODOLOGIA

Os cálculos realizados foram embasados na NBR 15220-1 (ABNT, 2005). Para calcular diversos elementos de vedação vertical com composições distintas, foram selecionados 6 materiais (Tabela 1) com dois modelos de estruturas (*Steel Frame* e *Wood Frame*). A Tabela 1 apresenta as espessuras e propriedades térmicas adotadas para os materiais utilizados.

Tabela 1 – Propriedades térmicas e espessuras dos materiais utilizados

Material	ρ (kg/m³)	λ (W/(m.K))	c (kJ/(kg.K))	Espessura (m)
Lã de vidro	80	0,045	0,7	0,05
Lã de rocha	140	0,045	0,75	0,05
Argamassa de gesso (ou cal e gesso)	1200	0,7	0,84	0,02
Placa de gesso	900	0,35	0,84	0,0125
Placa cimentícia	1800	0,65	0,84	0,012
OSB	680	0,17	2,3	0,012
Aço	7800	55	0,46	-

Fonte: ABNT NBR 15220-1: 2005, adaptado pelos autores

Foram calculadas 18 combinações de diferentes revestimentos para cada sistema estrutural (*Steel Frame* e *Wood Frame)* totalizando 36 opções de vedação. O Quadro 1 apresenta as características dos materiais utilizados.

Quadro 1 - Componentes de cada parede

Parede 1	Placa de gesso + lã de vidro + placa de gesso
Parede 2	Placa de gesso + lã de rocha + placa de gesso
Parede 3	Placa de gesso + lã de vidro + câmara de ar + placa de gesso
Parede 4	Placa cimentícia + lã de vidro + câmara de ar + placa cimentícia
Parede 5	Placa cimentícia + lã de rocha + câmara de ar + placa cimentícia
Parede 6	placa de gesso + lã de vidro + câmara de ar + placa cimenticia
Parede 7	OSB + lã de vidro + câmara de ar + OSB
Parede 8	OSB + lã de rocha + câmara de ar + OSB
Parede 9	Placa de gesso + lã de vidro + câmara de ar + OSB + placa cimentícia
Parede 10	Placa de gesso + lã de rocha + câmara de ar + OSB + placa cimentícia
Parede 11	Placa de gesso + OSB + lã de vidro + câmara de ar + OSB + Placa cimentícia
Parede 12	Placa de gesso + OSB + lã de rocha + câmara de ar + OSB + Placa cimentícia
Parede 13	Placa de gesso + OSB + lã de vidro + camara de ar + OSB + Placa cimenticia + argamassa
Parede 14	Placa de gesso + OSB + lã de rocha + camara de ar + OSB + Placa cimenticia + argamassa
Parede 15	Placa de gesso + lã de vidro + câmara de ar + OSB + placa cimentícia + argamassa
Parede 16	Placa de gesso + lã de rocha + câmara de ar + OSB + placa cimentícia + argamassa

Parede 17	Argamassa + placa cimentícia + lã de vidro + câmara de ar + OSB + placa cimentícia + argamassa
Parede 18	Argamassa + placa cimentícia + lã de rocha + câmara de ar + OSB + placa cimentícia + argamassa

Fonte: Os autores

2.1 Método de cálculo

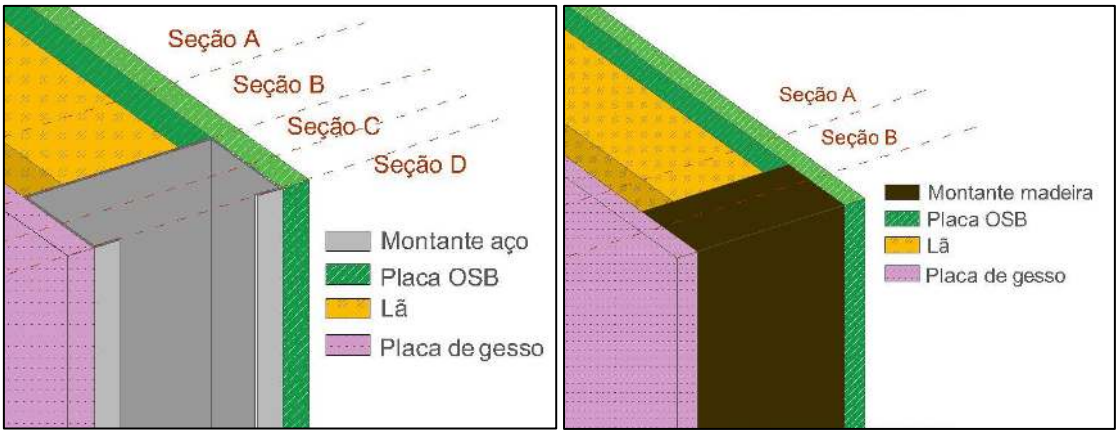
De acordo com a NBR 15220-1 (ABNT, 2005), para o cálculo da capacidade e transmitância térmica das vedações verticais é necessário dividi-las em seções, conforme ilustra a Figura 1. Portanto, as paredes de Steel Frame foram divididas em quatro seções, independentemente dos diferentes tipos de vedações, sendo:

- Seção A: Vedações e isolantes termo acústicos;
- Seção B: Vedações e perfil montante;
- Seção C: Vedações, perfil montante e isolantes termo acústicos;
- Seção D: Vedações, aba do perfil montante e isolantes termo acústicos.

Já as seções do Wood Frame foram divididas em apenas duas, sendo:

- Seção A: Vedações e isolantes termo acústicos;
- Seção B: Vedações e perfil montante.

Figura 1 - Montante dos sistemas *Light Steel Frame (esquerda) e Wood Frame (direita)* divido em seções



Fonte: Os autores

Foram adotadas medidas comerciais para as espessuras dos sistemas. As medidas do perfil utilizado como base nos cálculos do sistema *ligth Steel Frame* foram de 90 mm de largura, 40 mm de comprimento, 12 mm de aba e espessura de 1,25 mm. Por outro lado, as medidas do perfil de madeira utilizado como base nos cálculos foram de 90 mm de comprimento e largura de 40 mm.

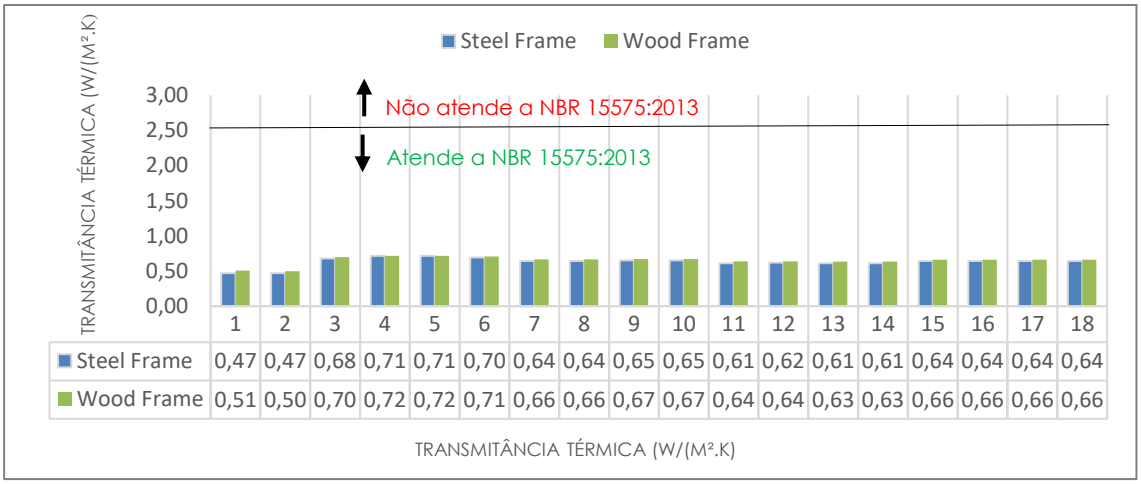
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utilizando as informações fornecidas pela NBR 15220-1 (ABNT, 2005), e as características de cada material adotado, foram alcançados os valores, através de cálculos, para transmitância e capacidade térmica de cada parede. Para a comparação destes valores, foi escolhido a zona bioclimática 3, onde situa-se a cidade de Porto Alegre, considerando a absortância à radiação solar menor que 0,6, conforme apresenta a NBR 15575 (ABNT,2013).

3.1 Análise da transmitância térmica

Com base nos dados obtidos foi possível observar que todas as combinações de paredes com estrutura de *Steel Frame* e *Wood Frame* atenderam a NBR 15575 (ABNT, 2013), que, por sua vez, requisita um valor máximo de 2,5 W/(m².K) para transmitância térmica conforme ilustrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Resultados da transmitância térmica das combinações de vedações



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Steel Frame	0,47	0,47	0,68	0,71	0,71	0,70	0,64	0,64	0,65	0,65	0,61	0,62	0,61	0,61	0,64	0,64	0,64	0,64
Wood Frame	0,51	0,50	0,70	0,72	0,72	0,71	0,66	0,66	0,67	0,67	0,64	0,64	0,63	0,63	0,66	0,66	0,66	0,66

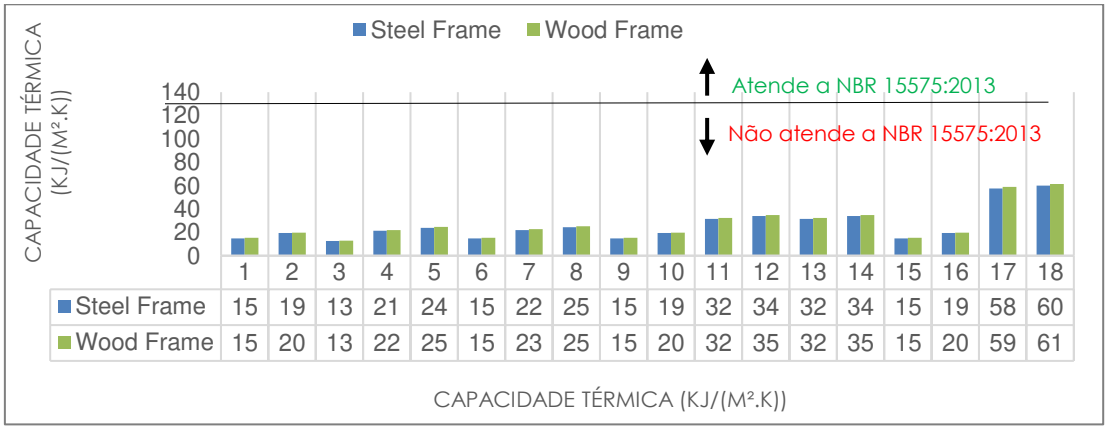
Fonte: Os autores

Ademais, é notável que os resultados obtidos se encontram abaixo do valor máximo. Entre as duas estruturas apuradas, a de *Steel Frame* apresentou melhor desempenho em todos os casos, com uma leve diferença entre as duas estruturas, sendo a maior diferença de apenas 0,04 W/(m².K).

3.2 Análise da capacidade térmica de paredes externas

A NBR 15575 (ABNT, 2013) requisita um valor mínimo admissível de 130 KJ/(m².K) para a capacidade térmica de paredes externas. O Gráfico 2 exibe os valores referentes as capacidades térmicas das paredes de *Steel Frame* e *Wood Frame*.

Gráfico 2- Comparação da capacidade térmica de paredes externas de *Steel Frame* e *Wood Frame*



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Steel Frame	15	19	13	21	24	15	22	25	15	19	32	34	32	34	15	19	58	60
Wood Frame	15	20	13	22	25	15	23	25	15	20	32	35	32	35	15	20	59	61

Fonte: Os autores

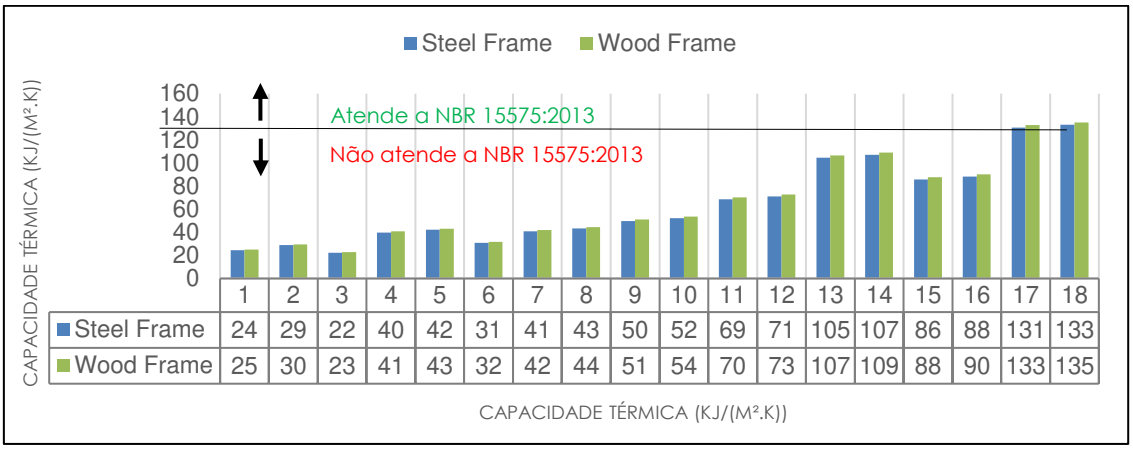
Ao analisar o Gráfico 2 verifica-se que nenhuma parede chegou perto do valor mínimo admissível, devido ao fato de que a maioria dos materiais utilizados possuem

baixos valores que indiquem densidade de massa aparente e calor específico. Quando comparado os dois sistemas estruturais, é visto que há uma pequena variação entre eles, alguns casos demonstram até mesmo o mesmo valor demonstrativo de capacidade térmica. Mesmo assim, de maneira geral, o *Wood Frame* demonstra melhor desempenho.

3.3 Análise da capacidade térmica de paredes internas

O Gráfico 3 apresenta os resultados da capacidade térmica de paredes internas de *Wood Frame* e *Steel Frame*. Verifica-se que a maioria das paredes não conseguiu atingir o desempenho mínimo de 130 KJ/(m².K). Apenas as paredes 17 e 18 atenderam ao requisito da NBR 15575 (ABNT, 2013).

Gráfico 3 - Capacidade térmica de paredes de *Steel Frame* e Wood Frame sem desprezar a camada externa



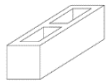
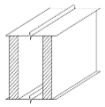
Fonte: Os autores

3.4 Comparação com o sistema convencional

O Quadro 2 apresenta exemplos de paredes com seus respectivos valores que indicam transmitância (U) em W/(m².K) e capacidade térmica (CT) em kJ/(m².K).

Quadro 2 - Valores propostos de transmitância e capacidade térmica de paredes do sistema convencional

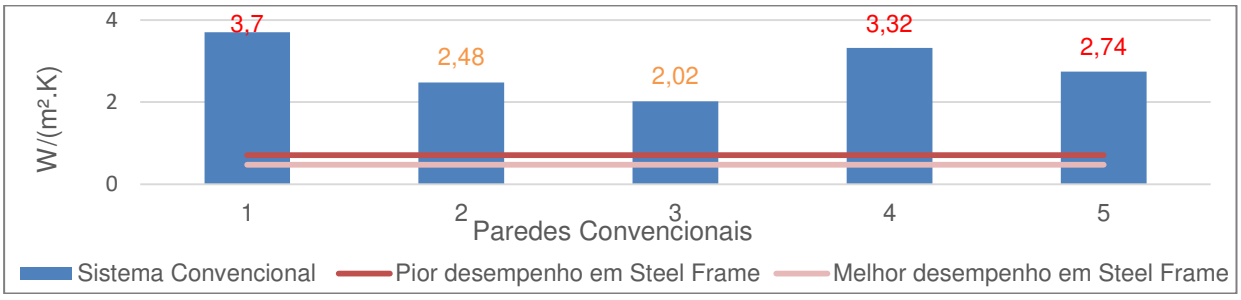
Sistema	Figura	Descrição da parede	U	CT
1		Parede de tijolos maciços aparentes. Dimensões do tijolo: 10x6x22 cm; Espessura da argamassa de assentamento: 10 cm; Espessura da parede: **10 cm.**	**3,7**	**149**
2		Parede de tijolos 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão. Dimensões do tijolo: 9x14x19 cm; Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm; Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm; Espessura total da parede: **14 cm.**	**2,48**	**159**
3		Parede de tijolos de 6 furos quadrados. Dimensões do tijolo: 9x14x19 cm; Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm; Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm; Espessura total da parede: **19 cm.**	**2,02**	**192**

4		Parede de blocos de concreto colados, sem reboco. Dimensões do bloco: 39x19x9cm; Espessura total: **9cm.**	**3,32**	**105**
5		Paredes duplas com placas de concreto e câmara de ar não ventilada. Espessura de cada placa: 3,0cm; Espessura câmara de ar: 5,0 cm; Espessura total da parede: **9cm**	**2,74**	**144**

Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005), adaptado pelos autores

Os valores destacados em vermelho não atendem aos requisitos da NBR 15.575 (ABNT, 2013) e, em verde, estão destacados os valores que atendem. Deste modo, foi possível comparar os resultados de transmitância e capacitância térmica das paredes estudadas com o sistema convencional apresentado pela NBR 15220 (ABNT, 2005), como ilustra o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparação da transmitância térmica entre *Steel Frame* e o sistema convencional

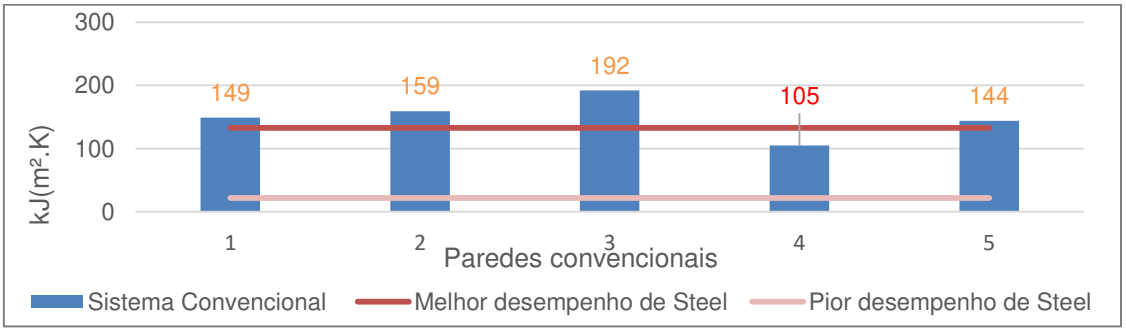


Fonte: Os autores.

No Gráfico 4 pode-se observar que o maior (0,71 W/(m².K)) e o menor (0,47 W/(m².K)) valor de transmitância térmica das paredes de *Steel Frame* ficaram abaixo dos valores referentes as paredes convencionais, assim como o de Wood Frame que apresenta resultados similares, sendo 0,72 W/(m².K) e 0,50 W/(m².K).

O Gráfico 5 apresenta a comparação da capacidade térmica entre paredes internas de *Steel Frame* e o sistema convencional.

Gráfico 5 - Comparação da capacidade térmica de paredes internas entre *Steel Frame* e o sistema convencional



Fonte: Os autores

Na análise do Gráfico 5 foram escolhidas apenas duas paredes de cada estrutura, a com melhor e a com pior desempenho. O pior caso de *Steel Frame* foi com o valor de 22 kJ/(m².K), e o melhor com o valor de 133 kJ/(m².K). Bem como o pior caso de *Wood Frame* foi com o valor de 23 kJ/(m².K) e o melhor com o valor de 135 kJ/(m².K).

Na analise comparativa verifica-se que apenas a parede de blocos de concreto colados, sem reboco, apresenta desempenho inferior ao melhor desempenho obtido pelo *Steel Frame* e pelo *Wood Frame*.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados no estudo, os sistemas de *Steel Frame* e *Wood Frame* obtiveram valores semelhantes. Porém, a estrutura de aço obteve um melhor desempenho quanto à transmitância térmica. Por outro lado, a madeira possui o valor específico maior, o que faz a estrutura de madeira possuir uma capacidade térmica maior.

Os dois sistemas com melhores valores referentes à capacidade térmica foram compostos por: 1 - argamassa, placa cimentícia, lã de vidro, câmera de compostas ar, placa OSB, placa cimentícia e argamassa; 2- argamassa, placa cimentícia, lã de rocha, câmera de compostas ar, placa OSB, placa cimentícia e argamassa.

É importante salientar que este estudo não invalida nenhum dos materiais para serem utilizados em obras residenciais, uma vez que a NBR 15575 (ABNT, 2013) afirma que nos casos em que os cálculos manuais não satisfazem o desempenho, o ambiente deve ser simulado de maneira global em softwares específicos. Ainda, uma terceira alternativa, é fazer o controle in loco.

Conclui-se que, a diferença do desempenho térmico entre as duas estruturas é baixa, e que as paredes compostas por *Steel Frame* e *Wood Frame* não atenderam as exigências da NBR 15575 (ABNT, 2013) para paredes externas, porém para paredes internas, as exigências foram atendidas. Com isto, é sugerida a inserção de chapas de aço ou alumínio, uma vez que a densidade de massa aparente destes materiais é elevada, aumentando a capacidade térmica, e por terem a possibilidade de espessuras finas, facilitando a montagem por dentro das paredes. Contudo, deve ser observado que a adição destes materiais aumentaria também os valores referentes à transmitância térmica, mas desde que seja mantido o padrão de espessura utilizdo para placas neste estudo, de 12mm, estaria dentro dos limites normativos. Outra sugestão seria aumentar a espessura de placas e isolantes térmicos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013** - Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **NBR 15220:2005** – Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro. 2005.

BEINHAUER, P.. **Atlas de detalhes construtivos**. 2.ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2012.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R.. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.. **Eficiência energética na arquitetura**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, PROCEL, Procel Edifica, 2014.

LOPES, R.; BAPTISTA, J.; DIOGO, M.. Conforto térmico e produtividade - aplicação de modelos previsionais no sector da construção. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE, 2., 2008, Maputo. p.01.

NERBAS, P.. **Estudo Arquitetônico para Gestores Imobiliários**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. Disponível em: <http://www2.videolivraria.com.br/pdfs/24059.pdf>.