

SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT WOOD FRAME* COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL¹

MURARI, A. R., Universidade de São Paulo, e-mail: alexandre.murari@usp.br; BALDAN, V. J. S., Universidade de São Paulo, e-mail: victor.baldan@usp.br; STAMATO, G. C., Stamade Projeto e Consultoria, e-mail: stamade@terra.com.br; PABLOS, J. M., Universidade de São Paulo, e-mail: pablos@sc.usp.br; SICHIERI, E. P., Universidade de São Paulo, e-mail: sichieri@sc.usp.br

ABSTRACT

The construction industry is the largest consumer of raw materials in the world and with the greatest environmental impact. Traditional construction systems, such as masonry, have high waste generation and low productivity. The lightweight wood frame construction system is prefabricated, with control of the production of the elements and systems, low waste generation and high execution speed. It can be a viable alternative for the reduction of the waste generated in the civil construction, mainly for the housing sector. The objective of this article is to present the characteristics of this construction system and to perform a comparative analysis of waste generation and productivity with other construction systems used in Brazil, according to NBR 15.575 (ABNT, 2013). For this, a survey of the data of the Brazilian civil construction sector and of the light frame construction system, homologated by the SINAT system was carried out.

Keywords: Light wood frame. Thermal performance. NBR 15.575 (ABNT, 2013).

1 INTRODUÇÃO

O sistema construtivo *wood frame* é um sistema industrializado, que pode ser pré-fabricado e que tem como principal matéria-prima a madeira. Consiste em painéis estruturados em madeira de floresta plantada tratada, combinada com diferentes materiais para revestimento, e com materiais isolantes no seu interior, para proteção de intempéries, contra o fogo e para melhorar o desempenho (MOLINA; JUNIOR, 2010).

A norma brasileira NBR 15.575 (ABNT, 2013), um marco da construção civil brasileira, tem como foco atender aos requisitos dos usuários, referentes aos sistemas que constituem as edificações habitacionais.

O desempenho é determinado através de requisitos, critérios e métodos de avaliação (com exigências qualitativas e quantitativas), determinando o atendimento ou não atendimento dos sistemas avaliados.

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho térmico, no período de inverno, de uma de uma habitação em *wood frame* localizada no município de São Carlos e construída conforme as recomendações da Diretriz SINAT nº 005 – Revisão 01 (SINAT, 2016), composta por painéis leves e diferentes materiais isolantes, como lã de rocha e gesso.

¹ MURARI, A. R.; BALDAN, V. J. S.; STAMATO, G. C.; PABLOS, J. M.; SICHIERI, E. P. Sistema construtivo light wood frame como alternativa para redução dos resíduos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC, 2018.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Habitação unifamiliar em wood frame avaliada

Neste trabalho, foi avaliada uma habitação em *wood frame*, ilustrada na figura 1 a seguir, localizada em um condomínio de casas, na cidade de São Carlos-SP. Os dados de temperatura foram obtidos após a ocupação da edificação por quatro pessoas da mesma família.

Figura 1 – Habitação unifamiliar em *wood frame*, localizada na cidade São Carlos - SP

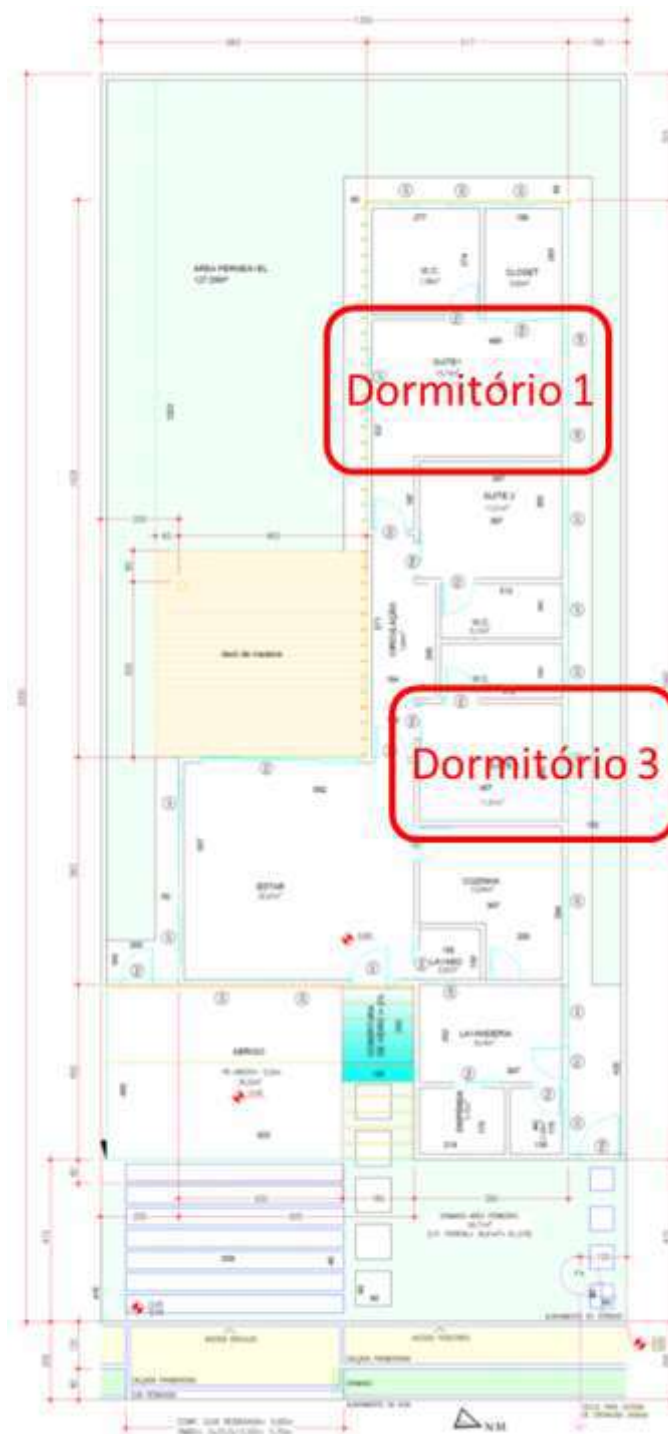


Fonte: Os autores (2018)

A tipologia construtiva em *wood frame* da habitação avaliada, segue as recomendações da Diretriz SINAT nº 005 – Revisão 01 (SINAT, 2016), empregando-se como matéria-prima principal a madeira do gênero *pinus sp.*

Para as medições de desempenho térmico, foram coletados dados da temperatura externa e interna do ar da habitação, em agosto de 2017, e determinando a diferença entre as temperaturas externas máximas e mínimas em relação as temperaturas máximas e mínimas no interior da habitação, em dois cômodos de maior ocupação, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Cômodos da habitação unifamiliar em *wood frame* onde os medidores de temperatura do ar foram instalados

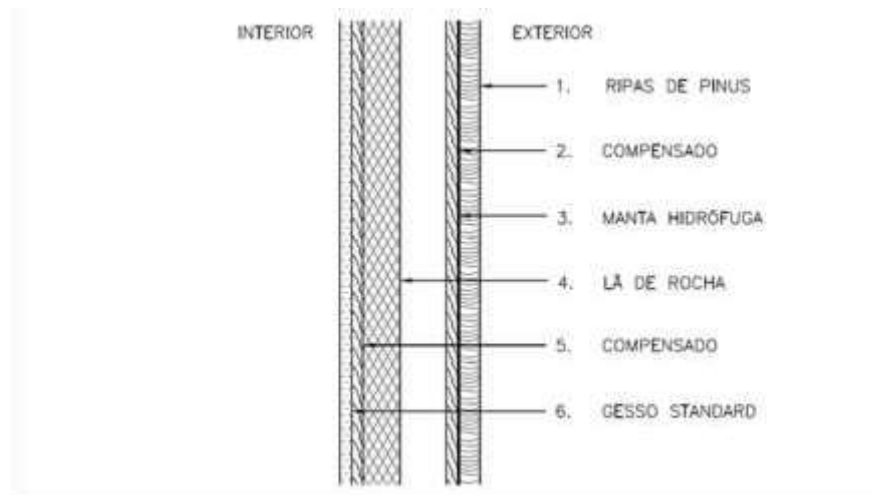


Fonte: Os autores (2018)

2.2 Características das vedações verticais externas

As vedações verticais externas da habitação em *wood frame* são constituídas por diferentes materiais. A figura 3 apresenta o corte esquemático com a espessura e disposição de cada um dos diferentes materiais empregados na vedação vertical externa, com espessura total de 15 cm.

Figura 3 – Vedação vertical externa em *wood frame* – Corte esquemático



Fonte: Os autores (2018)

2.3 Procedimento para a coleta dos dados de temperatura

Foram utilizados medidores HOBO®, programados para realizarem medições consecutivas da temperatura do ar, em um período de 10 dias com intervalo de 10 minutos entre as medições.

Figura 4 – Aparelho programável utilizado para a coleta dos dados de temperatura interna e externa do ar



Fonte: Os autores (2018)

2.4 Critérios para avaliação de desempenho térmico

O procedimento simplificado para avaliação do desempenho térmico da NBR 15.575 (ABNT, 2013) está descrito nas partes 1, 4 e 5 desta norma. Ele considera para a avaliação à envoltória composta pelas vedações verticais exteriores e a cobertura, além das aberturas para ventilação dos ambientes de longa permanência (salas e dormitórios), considerando a classificação da cidade onde se localiza a edificação, em relação ao zoneamento bioclimático brasileiro, composto por 8 zonas bioclimáticas.

Como relação a área mínima de ventilação em quartos (dormitórios) e salas de estar, ela deve atender a legislação específica do local da obra, e quando não houver requisitos específicos, devem cumprir os requisitos

estabelecidos pela tabela 1 (tabela 15 da NBR 15.575: Parte 4). A área A_A , expressa em porcentagem, é definida pelo quociente da área de aberturas para ventilação A_A sobre a área de piso A_P . Para a zona bioclimática 4, que corresponde a do objeto de estudo, a área de aberturas para ventilação A_A deve ser maior ou igual a 7%.

A adequação das vedações verticais externas é definida pelos valores máximos de transmitância térmica (U) e pelos valores mínimos admissíveis de capacidade térmica (CT). Para a zona bioclimática 4, considerando uma absorptância (α^a) maior que 0,6 (cor escura), a transmitância térmica (U) deve ser menor ou igual a $2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$ e a capacidade térmica (CT) deve ser maior ou igual a $130 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{k}$.

Com relação às coberturas, estas devem apresentar valores de transmitância térmica (U) e absorptância a radiação solar da superfície externa (α) de forma que estes parâmetros atribuam um desempenho térmico adequado conforme a zona bioclimática correspondente à cidade onde se localiza a habitação. Para a zona bioclimática 4, e com absorptância à radiação solar (α) menor que 0,6 (cor clara relativa as telhas da cobertura que são brancas e esmaltadas), a transmitância térmica (U) deve ser menor que $2,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{k}$.

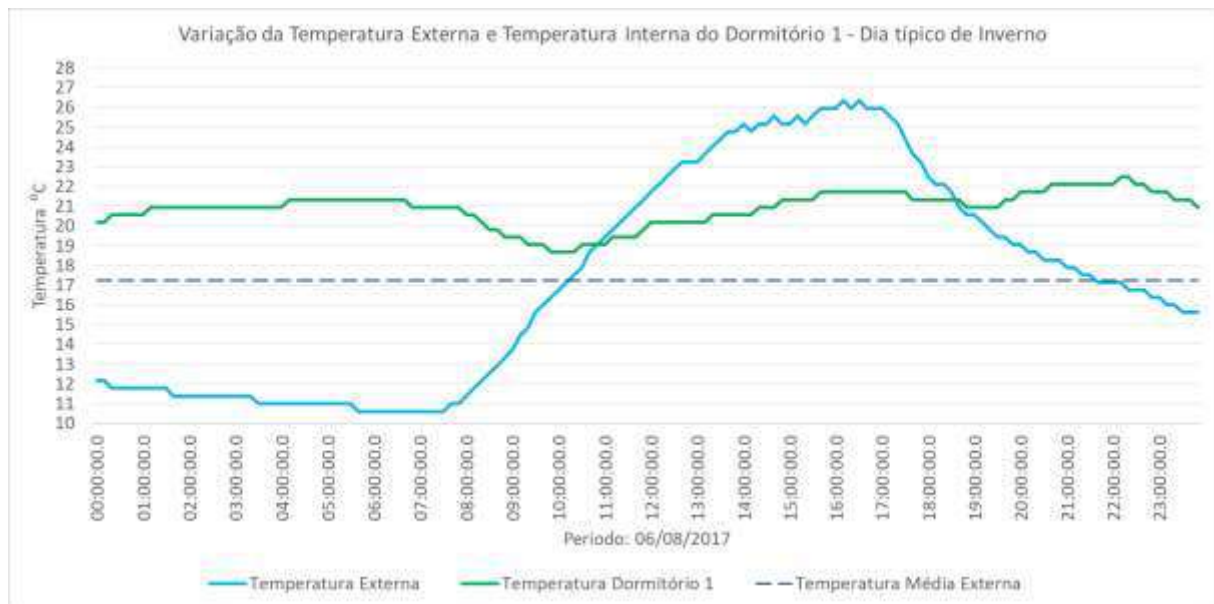
O requisito de desempenho no inverno para a zona bioclimática 4 considera como valor mínimo diário da temperatura do ar interior ($T_{i,\text{mín}}$) dos ambientes de longa permanência, sem considerar fontes de geração interna de calor, deve ser igual ao valor mínimo diário da temperatura do ar exterior ($T_{e,\text{mín}}$) acrescido de 3°C , considerando como M o desempenho mínimo aceitável.

3 RESULTADOS

Através dos dados de temperatura externa e interna do ar foi possível verificar a amplitude térmica e a diferença entre as temperaturas externas máximas e mínimas em relação as temperaturas máximas e mínimas no interior da habitação, em dois cômodos de maior ocupação.

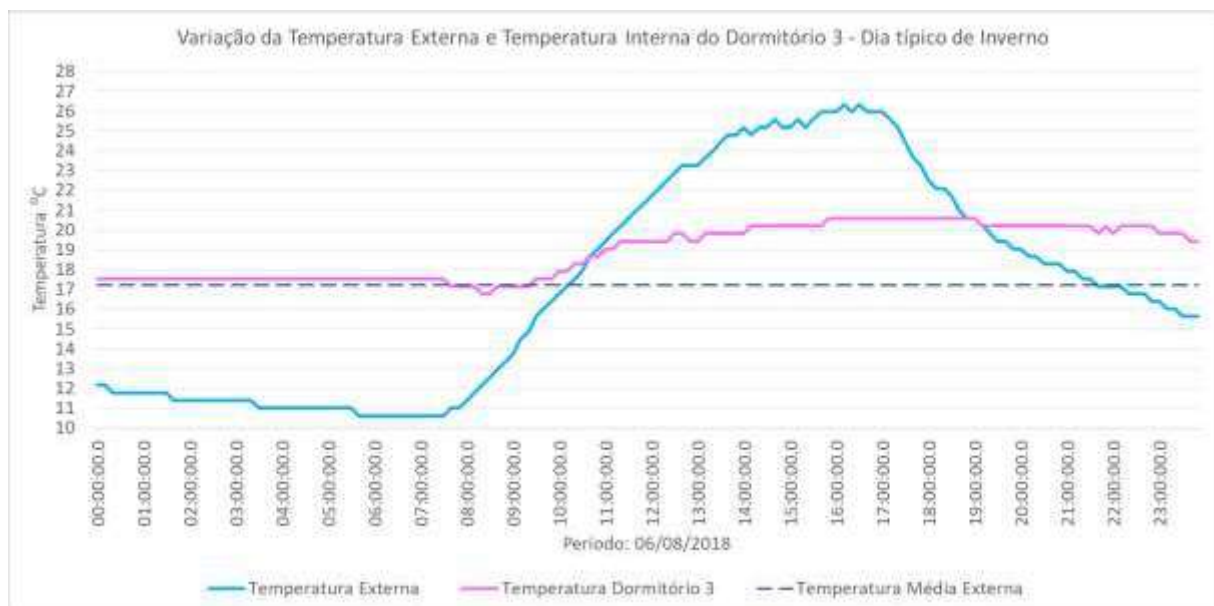
Como mostram as figuras 5 e 6, as temperaturas do ar no interior da edificação nos dormitórios 1 e 3 onde foram realizadas as primeiras medições, foram muito próximas com valores em torno de 21°C , e com uma amplitude pequena, quando comparada a amplitude das medidas de temperatura externas do ar para o mesmo período.

Figura 5 – Temperatura externa do ar e Temperatura interna do ar na do dormitório 1



Fonte: Os autores (2018)

Figura 6 – Temperatura externa do ar e Temperatura interna do ar na do dormitório 3



Fonte: Os autores (2018)

4 CONCLUSÕES

O desempenho térmico para o período de inverno do objeto de estudo deste trabalho foi satisfatório, com temperaturas dentro do nível intermediário estabelecido pela norma 15.575 (ANBT, 2013). Vale a ressalva de que para este trabalho foram utilizados os dados apenas do dia típico de inverno, mês de agosto, analisando o dia típico de inverno, e esta norma também considera que a avaliação deve ser realizada para o dia típico de

verão. A transmitância térmica (U) e a área mínima de aberturas para ventilação ($A_A\%$), atenderam aos requisitos desta norma.

A capacidade térmica (CT) das vedações verticais externas não atendeu ao valor mínimo da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013). O valor mínimo de capacidade térmica (CT) acima de $130 \text{ kJ/m}^2\text{k}$, das vedações verticais externas, propostos para a zona bioclimática 4, onde está inserida a cidade de São Carlos – SP, corresponde a vedações verticais pesadas, com grande inércia térmica. As vedações verticais em *wood frame* do objeto de estudo são leves, com baixa capacidade térmica e ainda assim, apresentaram um desempenho satisfatório para o período de inverno, contrapondo esta indicação da norma.

O método simplificado, que considera somente a envoltória composta pelas vedações verticais externas e pela cobertura, poderia ser mais representativo, considerando de forma mais eficiente os parâmetros que determinam o desempenho térmico, como os dados do entorno da edificação e ocupação do solo, que influenciam na ventilação, e informando de forma mais clara, as limitações do método.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao engenheiro civil Guilherme Corrêa Stamato pelas contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa, aos técnicos dos laboratórios de construção civil e conforto ambiental do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP São Carlos pela colaboração no preparo dos ensaios realizados e à Capes pelo apoio financeiro a este trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220**. Desempenho térmico de Edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15.575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15.575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15.575-5**: Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos – SINAT. **Diretriz SINAT No 005** – Revisão 01 – Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”). Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php>. Acesso em maio de 2017.

MOLINA, J. C.; JUNIOR, C. C. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. São Paulo, SP, 2010. Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, V.31, n.2, 2010. EDUCAÇÃO para todos: o imperativo da qualidade. Brasília, DF: Unesco, 2005.

RORIZ, M.; CHVATAL, K. M. S.; CAVALCANTI, F. S. **Sistemas construtivos de baixa resistência térmica podem proporcionar mais conforto**. In: X ENCAC e VI Elacac- Encontros Nacional e Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. Anais... do X ENCAC e VI ELACAC, 2009.