

# Análise da Influência dos Materiais das Vedações Verticais no Desempenho Termoenergético de uma HIS

**Tatiane Pilar de Almeida**

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil  
[tatianepilar@hotmail.com](mailto:tatianepilar@hotmail.com)

**Marcos Martinez Silvano**

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil  
[silvano@fau.ufrj.br](mailto:silvano@fau.ufrj.br)

**Alice de Barros Horizonte Brasileiro**

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil  
[alicebrasileiro@gmail.com](mailto:alicebrasileiro@gmail.com)

## ABSTRACT

*The thermo-energy behavior of a building is a direct consequence of the way it responds to the external environment, as the envelope being the element capable of performing this interaction. Regarding social housing, the Brazilian Federal Government launched the Minha Casa Minha Vida program (PMCMV) in 2009. However, it presented design solutions with similar constructive characteristics and high standardization, producing buildings that are unsuitable to the local climate. The objective of this article is to analyze the influence of opaque materials used on vertical envelopment systems on the thermo-energetic performance of a multi-family social interest buildings. These are in the city of Rio de Janeiro, on the Bioclimatic Zone 8. Simulations were performed for different orientations, varying the selected opaque materials, considering the main constructive systems used by the Program. The performance of the building is evaluated through computer simulation, according to parameters defined by the “Regulamento Técnico de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais” (RTQ-R). The worst results were obtained on the simulation using massive concrete as opaque material of the vertical envelopment, being, however, the construction system most frequently adopted by the program in Rio de Janeiro.*

**Keywords:** *Thermo-energetic performance; Opaque Materials; Vertical Envelopment.*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as edificações comerciais, públicas e residenciais representam uma parcela de 50,8% do consumo total de energia elétrica no país, sendo que metade desse gasto é proveniente do setor de residencial (EPE, 2017). Diante desse contexto, vê-se que o setor de edificações, especialmente o residencial, é peça fundamental para o sucesso de qualquer política voltada à eficiência energética. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a especificação dos materiais construtivos que irão compor uma edificação é uma das decisões que cabem ao arquiteto, mostrando-se assim fundamental conhecer o comportamento térmico dos sistemas de vedações, ferramenta imprescindível para que os projetistas estabeleçam de maneira eficiente estratégias adequadas às necessidades específicas de cada variação climática.

A elevação do número de novas unidades habitacionais (UH), especialmente a relacionada às habitações de interesse social (HIS) produzidas pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) tem

levado à disseminação de projetos padronizados ao longo de todo o território nacional, em que a adoção de uma mesma tipologia de edificação e de um mesmo sistema construtivo em localidades de clima totalmente distintos tem sido uma constante (AMORE; SHIMBO; RUFINO, 2015). Triana; Lamberts; Sassi (2015), ao avaliarem o desempenho termo-energético de tipologias representativas do PMCMV no Brasil, utilizando o método prescritivo do RTQ-R, observaram apenas resultados “C”, “D” e “E. Dörfler e Krüger (2016) analisaram através de simulações termo-energéticas potenciais de melhoria no desempenho térmico de um projeto de habitação unifamiliar térrea; para a Zona Bioclimática (ZB) 8, observaram os benefícios trazidos por aumentos nas espessuras das paredes e no revestimento externo.

De acordo com Vasquez (2017), a principal tipologia habitacional do PMCMV no Rio de Janeiro é a edificação multifamiliar. Tais edificações apresentam majoritariamente quatro sistemas construtivos, sendo as paredes maciças de concreto moldadas in loco o predominante (aproximadamente 80%), seguida respectivamente pela alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, alvenaria estrutural com blocos de concreto e alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos. O objetivo deste artigo é analisar a influência dos materiais opacos dos sistemas de vedações verticais no desempenho termo-energético de edificações multifamiliares de interesse social localizadas na cidade do Rio de Janeiro, pertencente à ZB8.

## 2. MÉTODO

A presente pesquisa baseia-se em simulações para uma tipologia de HIS multifamiliar empregada no Rio de Janeiro variando os materiais opacos que compõem seus sistemas de vedações verticais, utilizando o programa EnergyPlus e seguindo parâmetros definidos pelo RTQ-R (BRASIL, 2012). Foram analisados os sistemas em alvenaria estrutural em blocos de concreto, alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, alvenaria de vedação com tijolo cerâmico e paredes maciças de concreto. Apenas para as paredes maciças de concreto foram realizadas simulações variando elementos em sua composição, como a adição de revestimento ou de material isolante térmico.

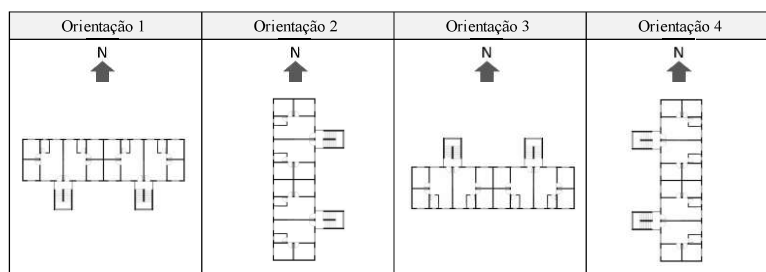
O estudo de caso consiste em um projeto representativo de habitação multifamiliar do PMCMV (faixa 1) empregado no Rio de Janeiro, cidade que apresenta clima quente e úmido, com baixa amplitude térmica diária e altas temperaturas durante o verão, estando em situação de desconforto por calor durante 63% do ano (PROJETEEE, 2018). O modelo utilizado nas simulações termo-energéticas apresenta geometria linear, sendo composto por quatro pavimentos tipo, com quatro unidades por andar. Os apartamentos possuem dois dormitórios, um banheiro e sala com cozinha integrada, totalizando 37 m<sup>2</sup> (**Figura 1**). As simulações foram realizadas para quatro diferentes orientações (**Figura 2**):

**Figura 1 - Planta do pavimento tipo da edificação analisada**



**Fonte:** Adaptado do Projeto Legal.

**Figura 2** - Orientações da tipologia utilizada



**Fonte:** Os autores, 2018.

Todas as condições de modelagem foram inseridas segundo o método da simulação proposto pelo RTQ-R (BRASIL, 2012), considerando o padrão de ocupação, uso da iluminação, cargas internas de equipamentos e uso de ventilação encontrado no mesmo. A temperatura do solo foi calculada utilizando o pré-processador Slab, integrado ao EnergyPlus. A **Tabela 1** apresenta os valores das propriedades termofísicas dos materiais empregados, os quais foram calculados com base nos valores de condutividade térmica e calor específico encontrados na NBR 15220 (ABNT, 2005); a espessura e densidade equivalentes foram obtidos conforme Ordenes et al. (2003).

**Tabela 1-** Propriedades térmicas dos materiais da envoltória – transmitância (U), capacidade térmica (CT) e absorptância ( $\alpha$ )

Descrição	U (W/m <sup>2</sup> K)	CT (kJ/m <sup>2</sup> K)	Absortância - $\alpha$
Cobertura - Laje maciça (10,0cm), câmara de ar (> 5,0 cm), Telha cerâmica	2,05	238	0,7
Alvenaria de Vedação de Tijolos Cerâmicos de 8 furos (12,0 x 19,0 x 19,0cm) com revestimento interno e externo (2,5cm)	2,24	155	0,5
Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm) com revestimento interno e externo (2,5cm)	2,08	186	0,5
Alvenaria Estrutural de Bloco de Concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm) com revestimento interno e externo (2,5cm)	2,69	272	0,5
Paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> (10cm)	4,40	240	0,5
Paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> (10cm) com revestimento interno e externo (1,5cm)	3,95	300	0,5
Parede sanduíche de Concreto e Poliestireno expandido (EPS) - (12cm)	0,82	194	0,5

**Fonte:** Calculados de acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005) e o Anexo V do RAC (BRASIL, 2013).

Para o Rio de Janeiro, cidade pertencente à Zona Bioclimática 8, a avaliação da envoltória é realizada apenas para as condições de verão, sendo analisado somente o desempenho da envoltória

quando naturalmente ventilada, ressaltando que o padrão de uso da ventilação foi modelado utilizando a estratégia de controle automático por temperatura, o qual habilita a abertura das janelas quando a temperatura do ar interna é igual ou superior à temperatura do termostato, adotada pelo RTQ-R como 20°C, e quando a temperatura interna é superior à externa. É calculado então o indicador graus-hora para resfriamento<sup>1</sup> (GH<sub>R</sub>) a partir dos valores de temperatura operativa<sup>2</sup> de cada ambiente de permanência prolongada<sup>3</sup> (APP). Os resultados em GH<sub>R</sub> são classificados de acordo com limites pré-determinados, apresentando níveis que podem variar de “A” (mais eficiente) a “E” (menos eficiente), que indicam diferentes aportes de energia demandada para atingir situações de conforto ao usuário no ambiente interno. Para cada um dos quatro pavimentos foi então calculado o valor médio do indicador GH<sub>R</sub>.

Primeiramente serão apresentados gráficos com os resultados referentes ao indicador GH<sub>R</sub> de acordo com cada variação da envoltória, sendo este o resultado relativo ao desempenho termo-energético anual da edificação. Serão ainda apresentados gráficos que mostram a variação da temperatura operativa interna de um dos dormitórios ao longo do dia, sendo selecionado um período, em situação de verão, no qual ocorreu a máxima temperatura absoluta externa do ano, de 4 a 6 de dezembro. O dormitório analisado situa-se no segundo pavimento, tal escolha tem como objetivo isolar a análise em questão da influência das perdas térmicas para o solo, que ocorrem para as UHs localizadas no térreo, e dos ganhos térmicos pela cobertura, no caso das UHs do último andar; proporcionando então uma avaliação mais precisa da influência dos elementos opacos da vedação vertical no desempenho termo-energético do APP avaliado.

### 3. RESULTADOS

Para os sistemas construtivos analisados podem ser observados os resultados referentes à Orientação 1 e Orientação 3 nas **Figuras 3 e 4**, respectivamente. Essas orientações apresentam o maior eixo da edificação no sentido L-O, de modo que as maiores superfícies da edificação estão voltadas para Norte e Sul, recebendo menor carga térmica que as Orientações 2 e 4. Nos três primeiros pavimentos, os resultados obtidos para tais orientações apresentaram classificação “B” para todos os materiais, com exceção das paredes maciças de concreto. Em todos os pavimentos os piores resultados são referentes às paredes em concreto maciço; já os melhores resultados variaram de acordo com o pavimento entre a alvenaria estrutural em bloco de concreto e em bloco cerâmico. A variação para a parede de concreto que inclui a utilização de uma camada de EPS apresentou vantagens em relação a todos os outros sistemas analisados, especialmente nos três primeiros pavimentos. Embora a utilização de argamassa de revestimento tenha melhorado o desempenho da parede de concreto, essa variação não mostra vantagens em relação ao desempenho termo-energético dos demais sistemas utilizados pelo programa.

Ao se comparar o desempenho entre as paredes maciças de concreto e as paredes sanduíche de concreto e EPS para a Orientação 1, tem-se uma diferença de cerca de 24,9% entre os valores do indicador

<sup>1</sup> Graus-hora para resfriamento, unidade na qual são produzidas as respostas na equação de EqNumEnvResfr, significando o somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da segunda, no caso de resfriamento, adotando a temperatura de base como 26° C (BRASIL, 2012).

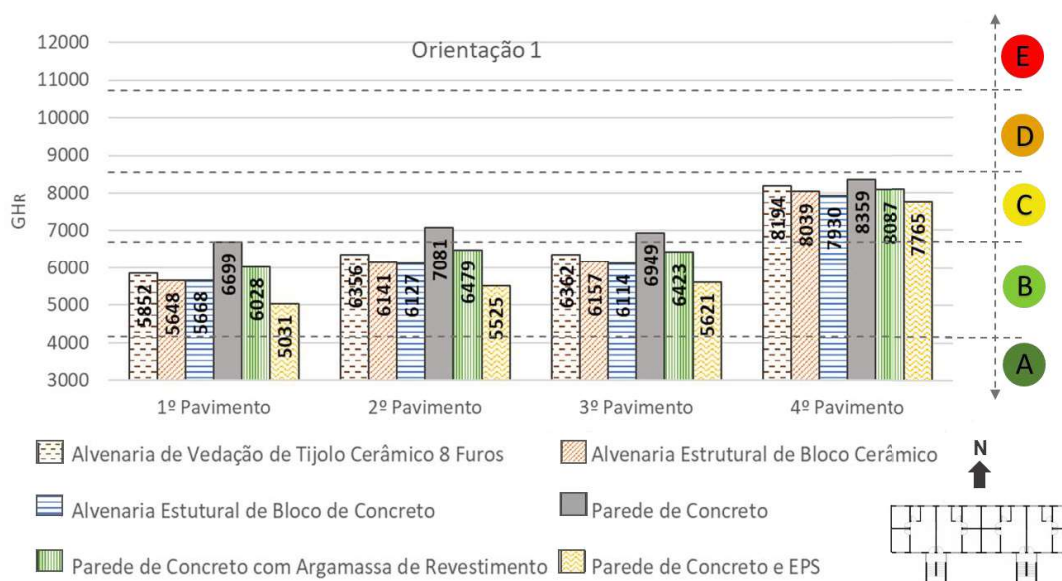
<sup>2</sup> Valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente (BRASIL, 2012).

<sup>3</sup> Em uma unidade habitacional, são considerados ambientes de permanência prolongada os dormitórios e as salas. Estas, quando têm a cozinha integrada, a incorporam formando um único APP para efeito de cálculo (BRASIL, 2012).



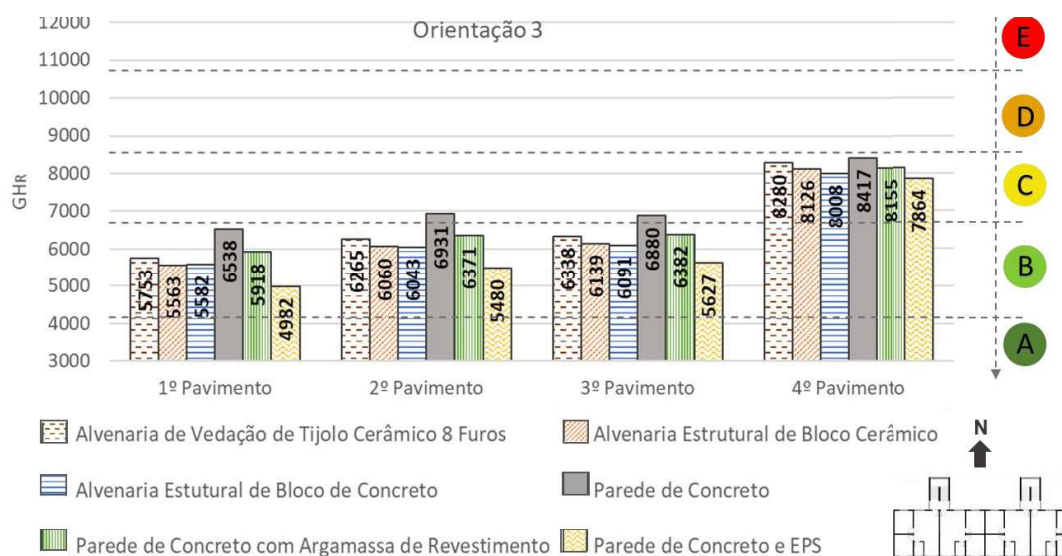
GH<sub>R</sub> encontrados no primeiro pavimento, 21,9% no segundo, 19,1% no terceiro e 7,1% no último. Já para a Orientação 3, a utilização do concreto e EPS apresentou um desempenho 23,7% melhor que a parede de concreto no primeiro pavimento, 20,9% no segundo, 18,2% no terceiro e 6,6% no quarto. Já a parede de concreto com revestimento apresenta uma variação menos significativa em todas as situações, com uma diminuição de 10% em relação à parede de concreto maciça no primeiro pavimento da Orientação 1, por exemplo.

**Figura 3 - Resultados em GH<sub>R</sub> para a orientação 1.**



Fonte: Os autores, 2018.

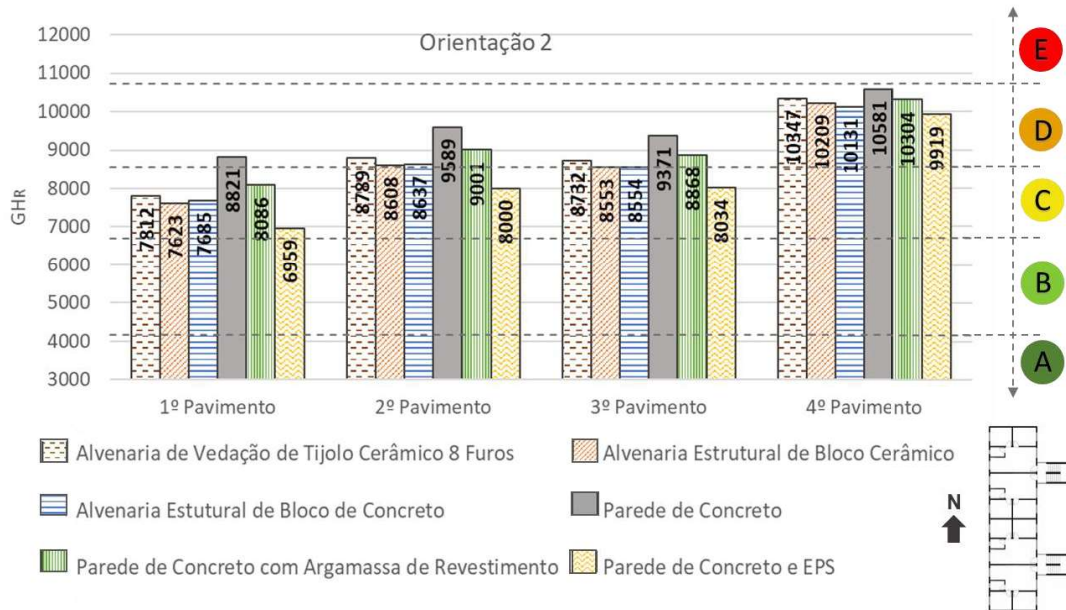
**Figura 4 - Resultados em GH<sub>R</sub> para a orientação 3.**



Fonte: Os autores, 2018.

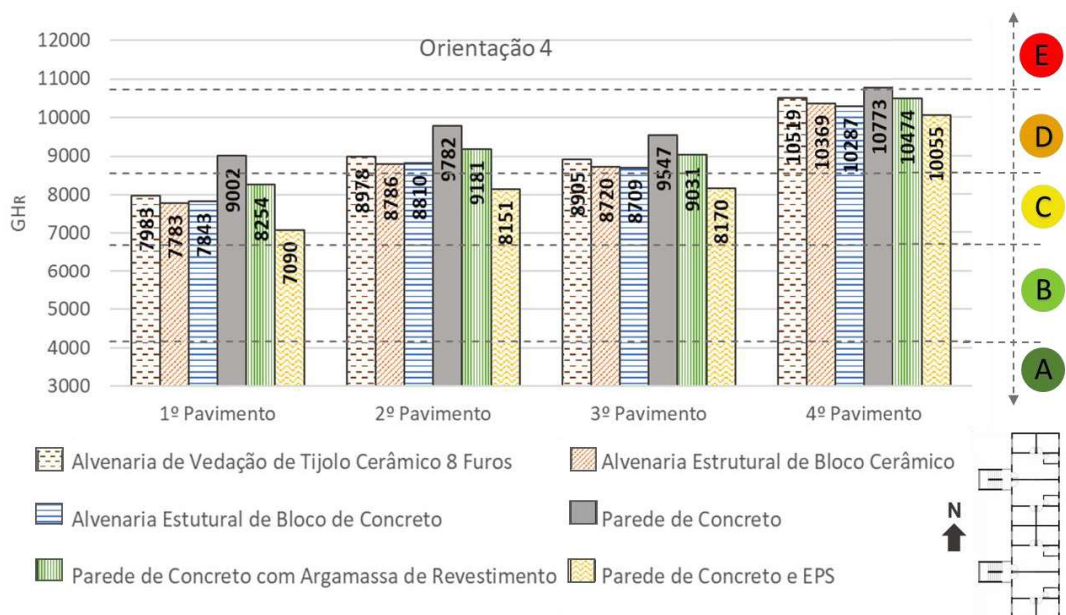
Nas **Figuras 5 e 6**, podem ser observados os resultados referentes à Orientação 2 e Orientação 4, respectivamente. Essas orientações possuem o maior eixo da edificação no sentido N-S, estando as maiores superfícies da edificação voltadas para Leste e Oeste, recebendo maior carga térmica que as Orientações 1 e 3, apresentando, portanto, classificações inferiores às mostrados anteriormente.

**Figura 5 - Resultados em GHR para a orientação 2 .**



Fonte: Os autores

**Figura 6 - Resultados em GHR para a orientação 4.**



Fonte: Os autores, 2018.

Como esperado, os piores resultados obtidos são referentes às paredes em concreto maciço, que obtiveram classificação média “D” em todos os pavimentos da Orientação 2; para a Orientação 4, classificação “D” nos três primeiros pavimentos e, no último, classificação “E”. Para ambas as orientações, todos os demais sistemas característicos do PMCMV apresentaram classificação média “C” no primeiro pavimento e classificação “D” nos três últimos. Os melhores resultados encontrados foram as paredes sanduíche de concreto e EPS, obtendo classificação “C” nos três primeiros pavimentos e classificação “D” no último, mas sempre melhor que os demais. Entretanto, mesmo a utilização do painel sanduíche de concreto e EPS nas Orientações 2 e 4 não representou um desempenho superior ao encontrado para qualquer um dos materiais nas Orientações 1 e 3. Para Orientação 2, a diferença entre a parede de concreto moldada in loco e a parede sanduíche com EPS foi de 21,1% no primeiro pavimento, 16,6% no segundo, 14,3% no terceiro e 6,3% no quarto. A orientação 4 apresentou diferenças de 21,2% no primeiro andar, 16,7% no segundo, 14,4% no terceiro e 6,6% no último andar.

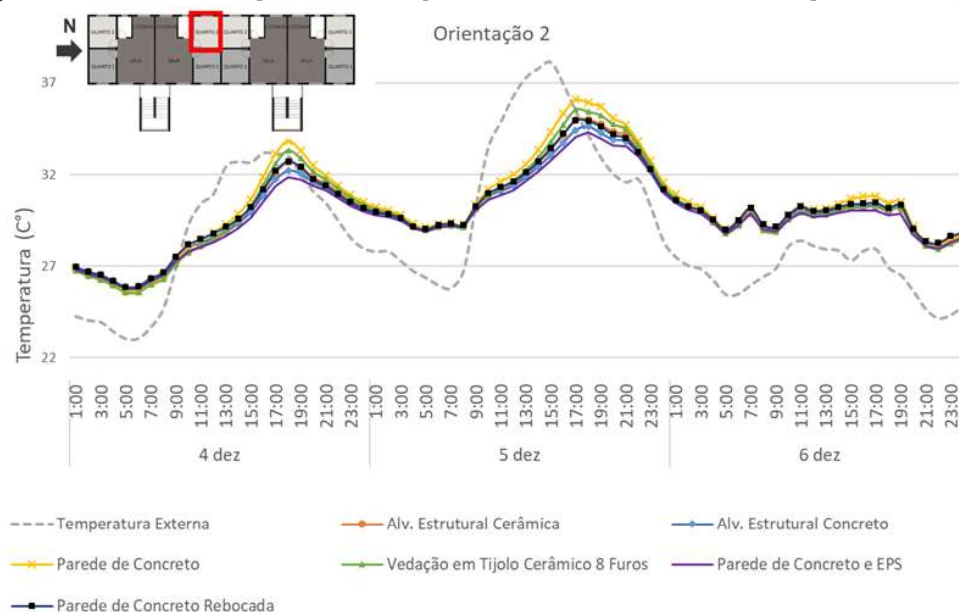
Embora o EPS apresente um baixo valor de condutividade térmica - 0,04 W/mK (ABNT, 2005) – , dificultando a condução do fluxo de calor através das vedações verticais, no caso do quarto pavimento os ganhos térmicos através da cobertura são muito elevados, de modo que o EPS acaba por impedir a dissipação do calor absorvido pela cobertura. Sendo assim, para esse andar, a utilização do EPS mostra-se desnecessária, apresentando vantagens pouco significativas em comparação com a parede de concreto original. No último pavimento, os piores desempenhos encontrados e a aproximação entre os resultados das simulações, apontam para a influência do ganho de carga térmica pela cobertura, indicando que, para as unidades do último andar de edificações multifamiliares deve-se atentar não somente aos elementos das vedações verticais, mas especialmente aos materiais empregados na cobertura.

Foram confeccionados gráficos relativos à variação da temperatura operativa interna ao longo do dia de um dormitório localizado no segundo pavimento, em função da variação de temperatura externa para situação de verão, referentes aos dias 4,5 e 6 de dezembro. Os gráficos foram analisados para as Orientações 2 e 3. Na Orientação 2 (**Figura 7**) o quarto em questão apresenta uma única fachada voltada para o meio externo (Oeste).

É possível então constatar que a parede de concreto tradicional é a que acarreta uma maior elevação da temperatura operativa no interior dos ambientes, especialmente quando a temperatura externa é mais elevada; quanto maior a temperatura exterior, mais a parede de concreto eleva a temperatura interna e tem seu comportamento distanciado dos outros materiais avaliados, fato que não ocorre para temperaturas mais baixas. Vale observar ainda o comportamento referente aos sistemas com blocos cerâmicos, em especial a alvenaria de vedação em tijolo cerâmico de oito furos. Embora esses sistemas apresentem um valor de transmitância térmica menor que a alvenaria estrutural em blocos de concreto (**Tabela 1**), o desempenho dos mesmos foi inferior ao desse último, como pôde ser visto nos gráficos apresentados anteriormente. Ao analisar a curva de temperatura interna para as vedações em blocos cerâmicos, pode-se observar que o baixo valor de capacidade térmica desse sistema foi determinante para o desempenho encontrado, de modo que a inércia térmica desse material é baixa, sofrendo então grandes variações na temperatura do ambiente interno em função da temperatura externa, apresentando maior amplitude térmica que a alvenaria estrutural em blocos de concreto e menor amortecimento térmico.



**Figura 7 -** Variação da Temperatura interna para o intervalo de 4 a 5 de dezembro para a Orientação 2.



**Fonte:** Os autores, 2018.

Para os dias de verão analisados, a ordem decrescente de temperatura interna para o dormitório se mantém constante em praticamente todos os momentos, apresentando a seguinte sequência: parede de concreto tradicional, alvenaria de vedação em tijolo cerâmico de oito furos, parede de concreto rebocada, alvenaria estrutural cerâmica, alvenaria estrutural de concreto e parede de concreto e EPS. Ressalta-se que as curvas para parede de concreto rebocada e a alvenaria estrutural cerâmica são muito semelhantes. Além disso, durante alguns momentos da madrugada e da manhã, como o que ocorre no dia 4 de dezembro por volta de 1 hora da manhã até as 9 horas, há a sobreposição da maioria das curvas de temperatura interna dos materiais; é também nesses momentos que a temperatura externa apresenta seus menores valores e as curvas de todos os materiais encontram-se acima da mesma. Outro ponto a ser considerado é a diminuição da amplitude térmica interna em relação a externa. Observou-se que, para os três dias, a amplitude térmica externa é respectivamente 9°C, 12°C e 4°C; mesmo a parede de concreto entrega uma redução de amplitude, com valores de 8,1°C, 7,0°C e 2,7°C. Contudo, é a parede de concreto com EPS que apresenta a menor amplitude térmica para os três dias, 6,1°C, 5,4°C e 2,5°C.

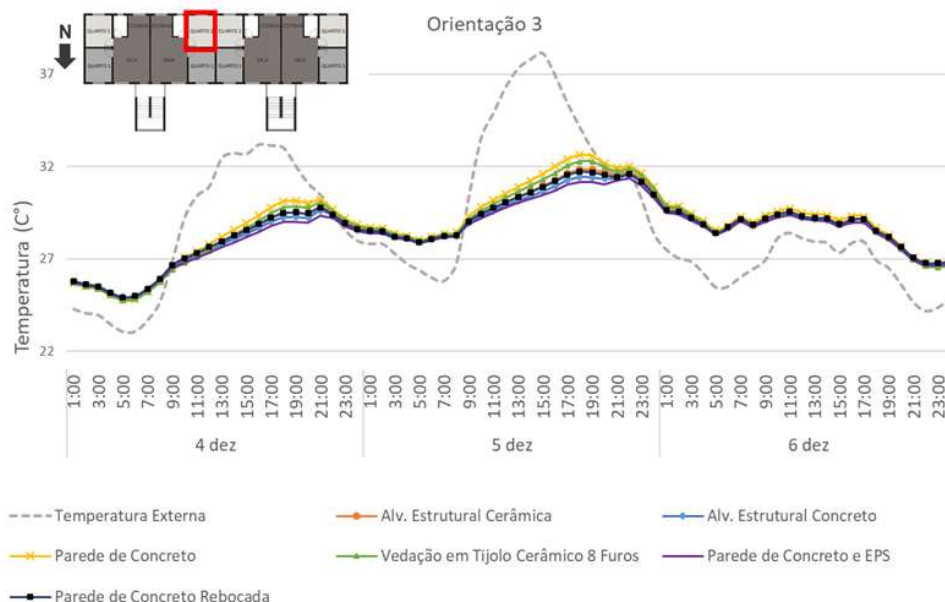
Em relação às temperaturas máximas internas observadas, no dia 4 de dezembro a simulação para a parede de concreto apresentou um pico de 33,8°C, maior que a máxima externa de 32,6°C. Todos os demais materiais apresentaram picos de temperatura inferiores à externa, sendo que para a parede de concreto com EPS foi registrada uma temperatura máxima de 31,8°C, 2°C a menos que a parede de concreto. Já para o dia 5 de dezembro, todas as curvas de temperatura interna registraram picos menores que a externa, a qual alcançou 38,1°C, maior temperatura absoluta do ano; a parede de concreto teve como máxima 36,1°C, ao passo que a parede sanduíche de concreto e EPS registrou 34,3°C, 1,8°C a menos que a parede de concreto. Entretanto, para o dia 6 de dezembro, em que houve uma brusca queda de temperatura externa, máximo de 28,4°C, as simulações analisadas no gráfico apresentaram temperaturas superiores à externa ao longo de todo o dia; a parede simples de concreto chegou a uma máxima de 30,9°C e a parede sanduíche de concreto e chegou a 30,4°C. Vale acrescentar que, pra a situação de verão e orientação apresentados, a temperatura operativa interna do ambiente estava elevada



para todos os materiais, estando praticamente em todos os momentos do dia acima de 26°C, temperatura máxima para conforto estipulada pelo RTQ-R (BRASIL, 2012), indicando a necessidade de utilização de estratégias voltadas para o resfriamento do ambiente nessa época do ano.

Na Orientação 3 (**Figura 8**) a fachada do quarto analisado está voltada para Sul. O comportamento comparativo entre os materiais para essa fachada é, em geral, semelhante ao apresentado anteriormente. Entretanto, a grande diferença entre as curvas referentes à temperatura operativa interna para a Orientação 3 e 2 encontra-se nos menores picos de temperatura e menores amplitudes térmicas. Para a parede de concreto a amplitude térmica encontrada para os dias 4, 5 e 6 de dezembro foi 5,5°C, 4,6°C e 3,2°C; já para a parede de concreto com EPS os valores de amplitude para os três dias são, 4,5°C, 3,5°C e 2,9°C. Para os três de dezembro, a temperatura máxima para a parede de concreto tradicional foi de 30,2°C, 32,6°C e 29,9°C e para a parede de concreto e EPS foi de 29,3°C, 31,3° e 29,5°C, sendo menores que a externa nos dias 4 e 5 de dezembro e maiores no dia 6 de dezembro.

**Figura 8** - Variação da Temperatura interna para o intervalo de 4 a 5 de dezembro para a Orientação 3.



**Fonte:** Os autores, 2018.

As temperaturas operativas internas dos ambientes ainda estão acima do limite de 26°C na maior parte do dia, consequência das elevadas temperaturas externas da época, entretanto, pôde ser observada uma diminuição significativa entre as temperaturas máximas obtidas. Ao se comparar as temperaturas internas para a parede de concreto entre as orientações 2 e 3, a orientação 3 apresentou uma redução de 3,6°C no dia 4 de dezembro, 3,5°C no dia 5 de dezembro e 1,0°C no dia 6 de dezembro.

#### 4. CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresentou uma análise do desempenho termo-energético de uma HIS multifamiliar do PMCMV para diferentes materiais opacos na composição do sistema de vedações verticais. Através das simulações e avaliações realizadas, pôde-se observar que o sistema construtivo mais utilizado pelo PMCMV no Rio de Janeiro, as paredes maciças de concreto, foi o que apresentou os piores resultados para a edificação analisada. Apenas a variação para parede de concreto que empregou o EPS em sua

constituição obteve, para todos os pavimentos, melhores resultados para o indicador  $GH_R$  em comparação aos outros sistemas empregados pelo programa; entretanto, viu-se que para o último pavimento os resultados dessa variação ficaram próximos aos demais obtidos. Desse modo, no caso das unidades habitacionais localizadas no pavimento superior das edificações multifamiliares há a necessidade de uma composição de cuidados tanto da vedação vertical quanto da cobertura.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento CNPq e FAPERJ pelo apoio à pesquisa realizada.

### REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro, 2005.

AMORE, C.; SHIMBO, L.; RUFINO, M. (Orgs.). **Minha casa... e a cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em Seis Estados Brasileiros**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Brasília, 2012.

\_\_\_\_\_. **Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações**. Brasília, 2013.

DÖRFLER, M.; KRÜGER, E.. Simulações de desempenho térmico de moradias do PMCMV em diferentes zonas bioclimáticas quanto aos aspectos de implantação, materialidade e sombreamento de aberturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2017: Ano base 2016**. Rio de Janeiro: EPE 2017a. Disponível em: < [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)>. Acesso fev. 2018.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás/PROCEL, 2014

ORDENES, M.; PEDRINI, A.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Metodologia Utilizada na Elaboração da Biblioteca de Materiais e Componentes Construtivos Brasileiros para Simulações no Visualdoe-3.1**. Relatório Interno – Departamento de Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis, 2003.

PROJETEEE PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES. **Estratégias Bioclimáticas**. Disponível em: < <http://projeteee.mma.gov.br/estrategias-bioclimaticas/>>. Acesso em março 2018.

TRIANA, A.M.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterization of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524-541, 2015.

VASQUEZ, E. **Análise do conforto ambiental em projetos de habitações de interesse social segundo a NBR 15.575:2013**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental), PUC. Rio de Janeiro, 2017.