



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AValiação DO DESEMPENHO TéRMICO DE FACHADA COM PAINÉIS LEVES EM EDIFICAÇÃO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS¹

ROCHA, Antonio Carlos da (1); BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de (2);
LEITE, Brenda Chaves Coelho (3); PETRECHE, João Roberto Diego (4)

(1) POLI-USP, e-mail: acrocha@usp.br; (2) POLI-USP, e-mail: mercia.barros@poli.usp.br;

(3) POLI-USP, e-mail: brenda.leite@poli.usp.br; (4) POLI-USP, e-mail:

joao.petreche@poli.usp.br

RESUMO

O desempenho térmico das edificações está fortemente relacionado às características das vedações verticais externas que constituem seu envelope, as quais são construídas, predominantemente, por alvenarias de blocos e revestimentos aderidos. A tecnologia de fachada com painéis leves vem sendo proposta como uma alternativa potencial para a execução dessas vedações. Entretanto, seu comportamento como elemento de fachada ainda é pouco conhecido no mercado nacional e, para que se introduza esta tecnologia em um projeto, deve-se avaliar o atendimento a exigências e requisitos de desempenho requeridos por normas técnicas nacionais, dentre os quais, o desempenho térmico. Para esta exigência, a norma ABNT NBR 15575-4:2013 estabelece dois requisitos: a transmitância térmica (U) e a capacidade térmica (C_T), além de três métodos de avaliação: o procedimento simplificado (normativo), a simulação computacional e a medição no local. O objetivo do presente trabalho é avaliar, comparativamente, o desempenho térmico de uma tecnologia de fachada com painéis leves e de uma fachada constituída por alvenarias e revestimentos aderidos, para uma edificação habitacional de múltiplos pavimentos, por meio da simulação computacional. Adotou-se como método de trabalho o emprego do programa *EnergyPlus*, aplicado a um mesmo projeto arquitetônico no qual se variou apenas a tecnologia de fachada. Como resultado, obteve-se que, para as mesmas condições de projeto arquitetônico e do meio ambiente, o desempenho térmico da edificação é similar para ambas as tecnologias estudadas.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Fachada. Vedações externas. Fachada leve.

ABSTRACT

The thermal performance of buildings is strongly related to the characteristics of the external vertical seals constituting its envelope, which are constructed predominantly with masonry blocks and adhered coatings. The technology of lightweight panels façade has been identified as a potential alternative for the implementation of external vertical seals of these buildings. However, their behavior as an external vertical seal element is still little known in the national market and, in order to introduce this technology in a project, you should evaluate the fulfillment of requirements and performance levels determined in the national standards, among them, the thermal performance. For this demand, the ABNT NBR 15575-4: 2013 Standard establishes two requirements: the thermal transmittance (U) and the thermal capacity (C_T), defining also three methods for analysis of performance: the simplified

¹ ROCHA, Antonio *et al.* Avaliação do desempenho térmico de fachada com painéis leves em edificação de múltiplos pavimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

procedure (normative), computer simulation and measurement on site. The objective of this study is to evaluate, comparatively, the thermal performance of a lightweight panels façade technology and the thermal performance of a traditional façade with masonry blocks and adhered coatings for residential building with multiple floors, using computer simulation. It was adopted as a working method the use of EnergyPlus software, applied to the same architectural design in which only the external sealing technology was changed. As a result, it was found that at the same architectural design and environment conditions, the thermal performance of the building is similar for the two technologies studied.

Keywords: Thermal performance. Façade. External vertical seals. Lightweight façade.

1 INTRODUÇÃO

O desempenho térmico de uma edificação depende tanto das características ambientais do local onde ela se encontra (clima, ventos dominantes, umidade relativa do ar, grau de insolação, etc.) como das características intrínsecas ao projeto e de suas vedações externas (fachadas, coberturas e janelas).

Segundo a ABNT NBR 15575-4:2013, o desempenho térmico da vedação vertical externa deve ser avaliado pelos valores da transmitância térmica (U) e da capacidade térmica (C_T) do conjunto de elementos que a constitui. Para esta avaliação, são recomendados três métodos: simplificado (normativo), simulação computacional ou medição no local. Os valores máximos admitidos, por aquela norma, para a transmitância térmica (U) de paredes externas são de $2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ou $3,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, variando de acordo com a zona bioclimática do país onde se localiza a edificação, e o valor mínimo admitido para capacidade térmica (C_T) de paredes externas é de $130 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$, sendo este valor válido para todas as zonas bioclimáticas do país.

As vedações verticais, por sua vez, são compostas por um conjunto de diversos materiais e componentes, sejam eles tradicionais tais como blocos e revestimentos de pastas ou argamassas, ou mesmo por componentes como perfis de aço associados a painéis de base cimentícia, madeira, gesso, entre outros. Também fazem parte da fachada as esquadrias, principalmente as janelas. Portanto, a transmitância térmica (U) da vedação está diretamente associada à condutibilidade térmica (λ) desses materiais e componentes e inversamente associada às suas espessuras (e), enquanto que, a capacidade térmica (C_t) é associada diretamente à espessura (e), ao calor específico (c) e à densidade (ρ) dos materiais das camadas.

Uma diferença importante entre a vedação tradicional em alvenaria de blocos e a vedação com estrutura de aço e painéis leves é a sua densidade superficial aparente. Enquanto a primeira atinge cerca de 100 kg/m^2 ou mais, a segunda situa-se por volta dos 45 kg/m^2 . Por essa propriedade, segundo a ABNT NBR 11685:1990, a vedação tradicional é classificada como pesada (acima de 60 kg/m^2), e a vedação constituída por painel estruturado com perfis de aço é classificada como leve (abaixo de 60 kg/m^2).

Devido ao fato de serem constituídas por componentes de baixa densidade aparente, as fachadas leves apresentam baixa massa térmica e, por consequência, baixa capacidade térmica, não atingindo o valor mínimo

requerido pela ABNT NBR 15575-4:2013. Esta norma recomenda que caso não se atinjam os valores de transmitância térmica e capacidade térmica quando os cálculos são feitos pelo método simplificado (normativo), deve-se utilizar o recurso da simulação computacional, indicando-se, para isto, a utilização do programa EnergyPlus ou outro que seja validado pela ASHRAE Standard 140 (2001).

Existem poucos dados ou estudos disponíveis sobre o desempenho térmico de fachadas leves; no entanto, o estudo comparativo por simulação computacional de MASSETTI et. al. (2008), em que relacionam o desempenho térmico de uma fachada leve e de uma fachada pesada, sugere que para o clima mediterrâneo a massa térmica da fachada não é muito relevante, tanto para a demanda energética, quanto para o conforto térmico.

OLIVEIRA e MELHADO (2009), por outro lado, destacam que para climas nos quais a amplitude térmica diária é alta ($\pm 10^{\circ}\text{C}$), caso da região metropolitana de São Paulo, a massa da envoltória (capacidade térmica) é um importante requisito para promover o amortecimento térmico entre as temperaturas externas e internas.

O presente trabalho, ao fornecer dados comparativos entre o desempenho térmico de uma tecnologia de vedação vertical usualmente empregada e a tecnologia leve, contribui para o conhecimento deste requisito de desempenho em uma tecnologia inovadora de fachada e suscita a necessidade de estudos complementares com base em tipologias de fachadas leves e situações climáticas diferentes daquelas abordadas no presente artigo.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar, comparativamente, o desempenho térmico de uma tecnologia de vedação vertical externa, constituída por estrutura metálica secundária em *light steel frame* e fechamento em painéis leves, e o de uma tecnologia tradicional constituída por alvenaria de blocos e revestimentos aderidos.

3 MÉTODO

3.1 Simulação computacional

O método de trabalho consiste na simulação computacional do desempenho térmico, utilizando o software *EnergyPlus* 8.3 que é recomendado pelo Procel Info (D'ELL SANTO et. al., 2013), pela norma ASHRAE Standard 140 (2001), e pela norma ABNT NBR 15575-1:2013 para modelagem e simulações de desempenho termo energético.

3.2 Objeto de estudo

As unidades de análise escolhidas são apartamentos localizados em uma edificação residencial vertical com pavimento térreo e vinte e cinco pavimentos-tipos (Figura 1), com quatro apartamentos por pavimento-tipo, cada um constituído por dois dormitórios, uma suíte, um banheiro social, sala de estar/jantar, terraço externo, cozinha e área de serviço (Figura 2).

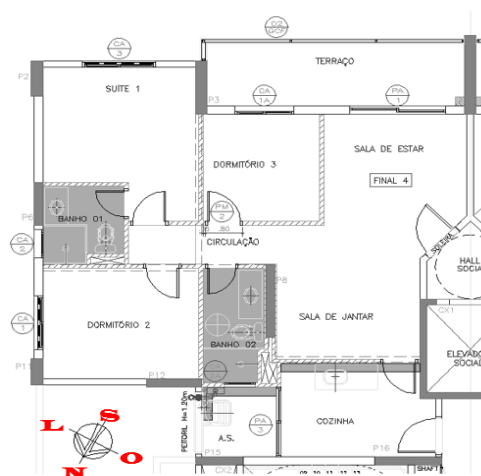
O pé-direito interno bruto é de 2,66 m e a altura bruta de piso a piso é de 2,82 m. As vedações verticais internas dos apartamentos são constituídas por paredes de gesso acartonado. As demais vedações internas e externas do pavimento são constituídas por alvenaria de blocos cerâmicos.

Figura 1 – Torre residencial



Fonte: Digital Life (2008)

Figura 2 – Planta do apartamento



Fonte: MCAA (2008)

Conforme indicado na Figura 3, o posicionamento dos ambientes de permanência prolongada no pavimento-tipo para as análises foi definido de acordo com as orientações da ABNT NBR 15575-1:2013. Para a situação de verão foi selecionado o dormitório 2 (janela voltada para o oeste e a outra parede exposta voltada para o norte). Para a situação de inverno foi selecionada a suíte 1 (janela voltada para o sul e a outra parede exposta voltada para o leste).

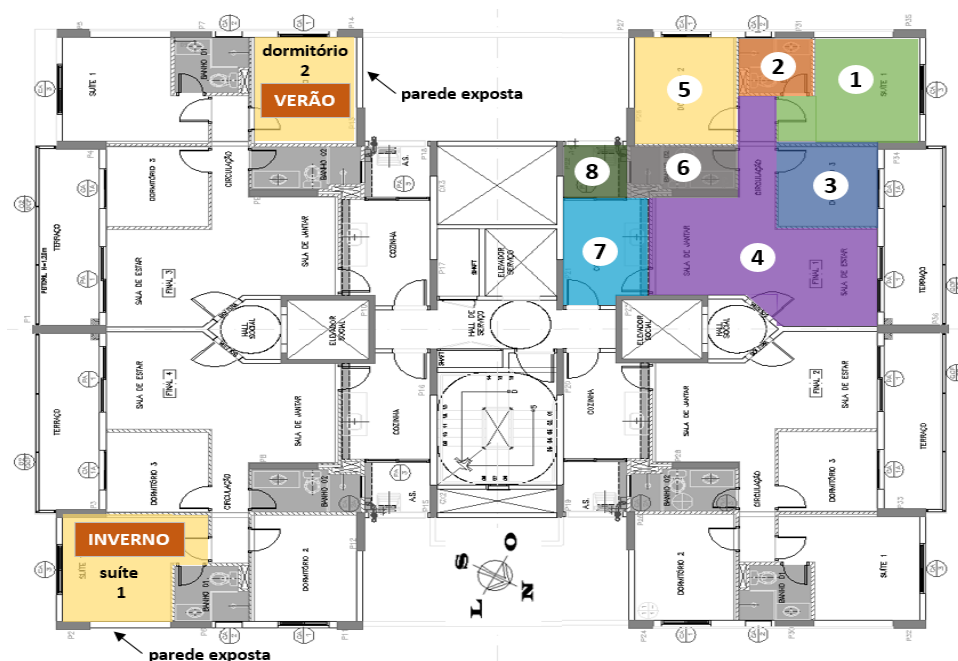
A ABNT NBR 15575-1:2013 recomenda para edifícios de múltiplos pavimentos, a seleção de unidades do último andar. No entanto, optou-se no presente trabalho, pela seleção de apartamentos localizados em pavimento intermediário da edificação, com o objetivo de isolar a influência das perdas térmicas pelo contato com o solo e dos ganhos térmicos pela presença da laje de cobertura, proporcionando a avaliação mais efetiva da contribuição das vedações verticais externas no desempenho térmico interno da edificação.

A Figura 3 indica ainda, as oito zonas térmicas internas do apartamento definidas para as simulações, sendo: suíte 1 (1), banho da suíte (2), dormitório 3 (3), sala de estar/jantar e circulação (4), banho 2 (5), dormitório 2 (6),

cozinha (7) e área de serviço (8), onde cada ambiente constitui uma zona térmica.

Como condição de contorno, admitiu-se que as paredes expostas e as janelas estão desobstruídas, isto é, sem a presença de edificações ou vegetação nas proximidades e que não há elementos construtivos ou dispositivos de sombreamento na edificação (ABNT NBR 15575-1, 2013). Quanto à ventilação natural, considerou-se o edifício provido de janelas de alumínio com sistema de abertura com folhas de correr, as quais foram definidas como semiabertas (50% de abertura), para o período das 8h00 às 21h00, e fechadas (0% de abertura), das 21h00 às 8h00. Em relação às condições de utilização do apartamento, as simulações foram realizadas sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas e outros equipamentos em geral), conforme ABNT NBR 15575-1:2013.

Figura 3 – Planta de um pavimento-tipo completo, indicando o posicionamento dos ambientes selecionados para as situações de verão e de inverno e as oito zonas térmicas internas do apartamento definidas para as simulações



Fonte: Adaptado pelos autores de MCAA (2008)

3.3 Clima estudado

Considerou-se a edificação localizada na cidade de São Paulo, ou seja, situada na zona bioclimática brasileira ZB03. Seus dados geográficos e climáticos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados geográficos e climáticos da cidade de São Paulo.

UF	Zona bioclimática	Cidade	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Classificação Köppen
SP	3	São Paulo	23.5 S	46.62 W	792	Cwa

Fonte: adaptado pelos autores da Tabela A.1da ABNT NBR 15575-1:2013

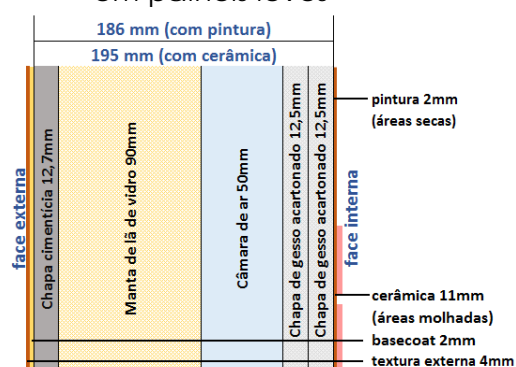
A ABNT NBR 15575-1:2013 estabelece que devem ser simulados os dias típicos de projeto de verão e de inverno e apresenta no texto da norma os dados

típicos de algumas cidades, os quais podem ser utilizados na ausência de dados mais específicos.

3.4 Características dos materiais e componentes das vedações verticais externas estudadas

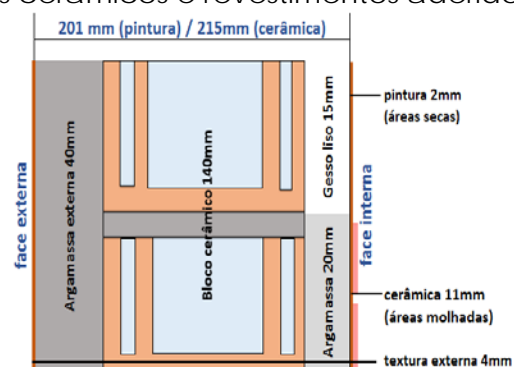
Definiu-se o perfil típico das duas tecnologias de vedação externa em estudo (painéis leves e tradicional em alvenaria de blocos). Para ambas, foram identificados os materiais e componentes empregados, bem como suas propriedades físicas, utilizadas como dados de entrada no software de simulação computacional. O perfil com as camadas e os componentes de cada uma das tecnologias estão representados nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Vedação externa em painéis leves



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 7 – Vedação externa em alvenaria de blocos cerâmicos e revestimentos aderidos



Fonte: elaborado pelos autores

As propriedades físicas dos materiais e componentes das vedações verticais, e dos pisos e tetos em estudo são apresentadas no Quadro 2

Quadro 2 – Propriedades dos materiais componentes das vedações verticais externas e internas, pisos e tetos do objeto do estudo

Propriedades Materiais componentes	Espessura [m]	Condutividade térmica λ [W/m.K]	Densidade aparente ρ [kg/m³]	Calor específico c [J/kg.K]	Absortância solar α	Emissividade ϵ
Textura externa	0,004	0,40	1.300	1.000	0,65	0,85
Basecoat	0,002	0,40	1.300	1.000	0,30	0,90
Chapa cimentícia	0,0127	0,39	1.150	1.000	0,30	0,85
Manta de lã de vidro	0,09	0,045	12	700	0,50	0,90
Chapa gesso acartonado	0,025	0,50	800	840	0,20	0,90
Argamassa colante	0,005	1,15	1.950	1.000	0,65	0,85
Revestimento cerâmico	0,0095	1,00	1.700	920	0,20	0,85
Pintura interna	0,002	0,40	1.300	1.000	0,20	0,90
Argamassa externa	0,04	1,15	1.950	1.000	0,65	0,85
Bloco cerâmico 140/190mm (paredes)	0,032/0,044	1,00	1.700	920	0,65	0,85
Argamassa interna	0,02	1,15	1.950	1.000	0,65	0,85
Massa de gesso	0,015	0,70	1.200	840	0,20	0,90
Piso cerâmico	0,011	1,00	1.700	920	0,20	0,85
Argamassa contrapiso	0,03	1,15	1.950	1.000	0,65	0,85
Laje de concreto	0,12/0,16	1,75	2.300	1.000	0,65	0,85
Forro gesso em placa	0,03	0,35	1.375	840	0,20	0,90

Fonte: ABNT NBR 15220-2:2005

Os valores de resistência térmica, a transmitância térmica e a capacidade térmica para cada tipo de vedação vertical foram calculados numericamente conforme o procedimento simplificado (normativo) estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2013, de acordo com a metodologia de cálculo proposta pela ABNT NBR 15220-2:2005. Por este método, a vedação vertical externa em painéis leves não atende ao requisito da capacidade térmica (C_T), cujo valor mínimo admitido é de 130 kJ/m².K. Para os cálculos, foram utilizados ainda parâmetros complementares indicados na ABNT NBR 15220-2:2005, a saber: resistência térmica superficial interna (R_{si}); resistência térmica superficial externa (R_{se}); resistência térmica da câmara de ar (R_{ar}); emissividade da superfície da textura externa; e, absorvância à radiação solar da textura externa; de acordo com as condições do projeto.

As fórmulas utilizadas para o cálculo dos valores apresentados no Quadro 3, conforme ABNT NBR 15220-2:2005, foram as seguintes:

- Resistência térmica (R)

$$R_{TOTAL} = R_{si} + \sum R_{camadas} + R_{se} \quad \text{e} \quad R_{camada} = e / \lambda, \text{ onde:}$$

R_{si} = resistência térmica superficial interna [(m².K)/W]

R_{se} = resistência térmica superficial externa [(m².K)/W]

R_{camada} = resistência térmica de cada camada constituinte da vedação

e = espessura da camada [m]

λ = condutividade térmica do material que compõe a camada [W/(m.K)]

- Transmitância térmica (U)

$$U_{TOTAL} = 1 / R_{TOTAL} \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$$

- Capacidade térmica (C_T)

$$C_{TOTAL} = \sum C_{T \text{ camadas}} \quad \text{e} \quad C_T = e . c . \rho, \text{ onde:}$$

e = espessura da camada [m]

c = calor específico do material da camada [J/(kg.K)]

ρ = densidade de massa aparente do material da camada [kg/m³]

A resistência térmica, a transmitância térmica e a capacidade térmica para cada tipo de vedação vertical externa são apresentadas no Quadro 3.

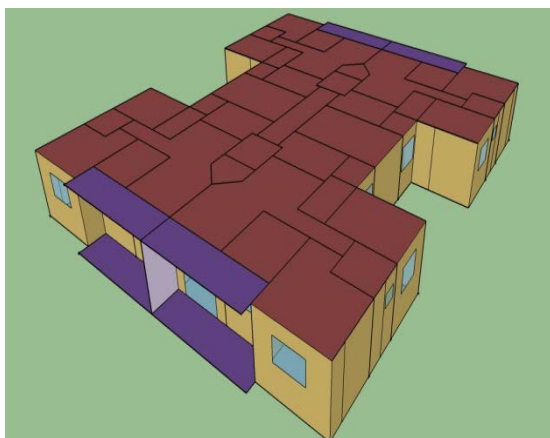
Quadro 3 – Valores calculados de resistência térmica, transmitância térmica e capacidade térmica das vedações externas em estudo

Vedação externa	Resistência térmica [R] (m ² .K)/W	Transmitância térmica [U] W/(m ² .K)	Capacidade térmica [C _T] J/K
A - Painéis leves com pintura interna	2,39	0,42	20,12
B - Painéis leves com cerâmica interna	2,39	0,42	35,69
C - Alvenaria com pintura interna	0,41	2,44	148,21
D - Alvenaria com cerâmica interna	0,41	2,47	187,75

Fonte: elaborado pelos autores, segundo o procedimento simplificado (normativo) proposto pela ABNT NBR 15575-1:2013.

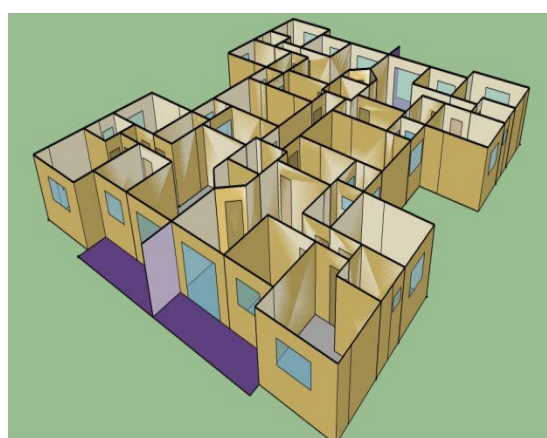
As Figuras 8 e 9 representam o pavimento-tipo completo, modelado no software *SkechtUp 2015*.

Figura 8 – Pavimento modelado – tetos



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 9 – Pavimento modelado – corte



Fonte: elaborado pelos autores

Com base nos arquivos climáticos do ano de 2015, divulgados pelo INMET, para a definição dos dias típicos de projeto de verão e inverno do presente trabalho, tomou-se como base, as seguintes datas:

- Período de verão na cidade de São Paulo: 01/01/2015 a 20/03/2015, e, 20/12/15 a 31/12/2015.
- Período de inverno na cidade de São Paulo: 21/06/2015 a 23/09/2015
- Para compor as temperaturas horárias dos dias típicos de projeto para verão e inverno, tomou-se como base a média simples das temperaturas dos quatro dias mais quentes e dos quatros dias mais frios, um de cada mês das respectivas estações. Os dias selecionados para o verão foram: 29/12/2015, 10/01/2015, 21/02/2015 e 07/03/2015. Os dias selecionados para o inverno foram: 17/06/2015, 21/07/2015, 05/08/2015 e 19/09/2015.

4 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nas simulações são apresentados na Tabela 1 e relacionam as temperaturas horárias externas nos dias típicos de projeto nas situações de verão (dormitório 2) e de inverno (suíte 1), com as temperaturas internas dos ambientes de referência, para ambas as tecnologias estudadas: a fachada tradicional com alvenaria e, a fachada com painéis leves, sendo demonstradas em períodos de 3 em 3 horas ao longo dos dias típicos de projeto de verão e inverno.

Os diferenciais entre as temperaturas externas e as temperaturas internas nos ambientes de referência, apresentados na Tabela 1, permitem estabelecer um comparativo entre as temperaturas internas obtidas com a fachada tradicional com alvenaria de blocos e as temperaturas internas obtidas com a fachada com painéis leves.

Tabela 1 – Diferenciais nas temperaturas internas dos ambientes de referência com a fachada tradicional em alvenaria e com a fachada em painéis leves nas situações de verão e inverno

Horários	VERÃO				INVERNO			
	Temperatura Externa [°C]	Temperatura Dorm 2 Fachada Alvenaria [°C]	Temperatura Dorm 2 Fachada Painéis Leves [°C]	Δt Alvenaria x Painéis Leves [°C]	Temperatura Externa [°C]	Temperatura Suíte 1 Fachada Alvenaria [°C]	Temperatura Suíte 1 Fachada Painéis Leves [°C]	Δt Alvenaria x Painéis Leves [°C]
01:00	20,0	24,0	24,0	0,0	12,6	16,3	16,5	-0,2
03:00	19,3	23,7	23,9	-0,2	12,2	16,1	16,4	-0,3
06:00	19,1	23,2	23,6	-0,4	11,9	15,7	16,2	-0,5
09:00	23,8	23,5	23,8	-0,3	14,2	14,9	15,3	-0,3
12:00	28,1	26,5	26,8	-0,3	19,4	17,6	17,9	-0,4
15:00	29,1	27,8	28,0	-0,2	21,6	19,9	20,1	-0,2
18:00	25,3	26,0	26,0	0,0	18,2	18,3	18,4	-0,1
21:00	22,7	24,2	24,1	0,1	15,9	16,9	17,0	-0,1
00:00	21,4	25,0	25,0	0,0	14,7	17,5	17,7	-0,1
Máxima	29,8	28,0	28,2	-0,2	21,9	19,9	20,1	-0,2
Média	23,5	24,9	24,8	0,1	15,9	17,2	17,3	-0,1
Mínima	19,1	23,1	23,6	-0,4	11,9	14,9	15,3	-0,3

Fonte: elaborado pelos autores

Pela avaliação comparativa do comportamento das temperaturas internas dos ambientes de referência estudados, considerando-se os valores máximos, médios e mínimos da Tabela 1, o desvio máximo entre as temperaturas das duas vedações externas, situa-se na ordem dos dois por cento (2%) o que demonstra a similaridade de desempenho térmico entre as duas tecnologias de vedação externa avaliadas.

Pelos resultados obtidos nas simulações, a fachada leve é ligeiramente mais confortável na situação de inverno (temperaturas internas mais elevadas), enquanto que, a fachada em alvenaria de blocos e revestimentos aderidos, apresenta desempenho térmico ligeiramente superior na situação de verão (temperaturas internas mais amenas).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Considerando-se as características climáticas do local, as definições de contorno estabelecidas para a edificação, os materiais envolvidos na construção das divisórias internas e das envoltórias externas (fachadas), e a configuração do projeto arquitetônico avaliado, constatou-se um comportamento similar entre o desempenho térmico das vedações externas em painéis leves e o desempenho térmico das vedações externas construídas em alvenarias de blocos cerâmicos e revestimentos aderidos.

Pelos baixos valores de capacidade térmica da vedação externa em painéis leves, obtidos nos cálculos pelo procedimento simplificado (Quadro 3), muito aquém do valor mínimo requerido pela norma ABNT NBR 15575-4:2013,

esperava-se que esta vedação apresentasse desempenho térmico inferior ao da vedação tradicional em alvenaria de blocos, o que não ocorreu. O comportamento de ambas é muito semelhante. Este fato, ressaltando-se as limitações e condições estabelecidas no presente estudo, leva à reflexão de que o parâmetro “capacidade térmica” das vedações deva ser objeto de pesquisas específicas para que não venha a ser um limitante para o emprego de tecnologias leves de vedação externa.

Frente aos resultados, acredita-se que estudos complementares, com outras configurações de vedações externas leves, em condições de entorno e climáticas diferenciadas, devam ser empreendidos a fim de que se confirmem ou não os resultados e conclusões apresentados no presente estudo.

REFERÊNCIAS

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE – ANSI. **ASHRAE STANDARD 140-2001:** Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. Atlanta, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-11685:1990:** Divisórias leves internas moduladas – Terminologia. Rio de Janeiro, 1990.

_____. **NBR-15575-1:2013:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-4:2013:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15220-2:2005:** Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

D’ELL SANTO, A. et. al. **Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575.** Artigo. Cadernos Proarq. UFRJ: Publicação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Volume 20, 2013, p.115-136.

LABEEE. **Arquivos climáticos para simulação energética de edificações.** INMET2015. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2015>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

MASSETTI et. al. **Influence of thermal mass in the façade on thermal behavior of residential buildings in the mediterranean climate.** Artigo. PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, 2008. Disponível em: <http://plea-arch.org/ARCHIVE/2008/content/papers/poster/PLEA_FinalPaper_ref_463.pdf>. Acesso em 15 mar. 2016.

OLIVEIRA, L. A.; MELHADO, S. B. **Projeto de fachadas leves: especificações de desempenho.** Artigo. São Paulo: Universidade de São Paulo - Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU-USP. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43620/47242>>. Acesso em: 17 mar. 2016.