

## **CASA POPULAR EFICIENTE: DESEMPENHO TÉRMICO DURANTE O INVERNO**

RAYNER MAURÍCIO E SILVA MACHADO<sup>1\*</sup>, MARCOS ALBERTO OSS VAGHETTI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico de Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria-RS. Fone: (55) 8135-4843, machyner@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. Professor Engenharia Civil, UFSM, Santa Maria-RS. Fone: (55) 8111-2318, marcos.vagheti@ufsm.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** O trabalho tem por objetivo analisar o amortecimento e desempenho térmico do protótipo durante o período de inverno. A NBR 15575 foi utilizada para a avaliação do desempenho térmico. Para analisar o amortecimento térmico, calculou-se o coeficiente de amortecimento térmico. Nos primeiros 45 dias, as medições de temperatura foram realizadas desconsiderando-se as cargas térmicas oriundas da ventilação. Nos 45 dias subsequentes, as aberturas foram semiabertas. Ao longo de todo o período de inverno foi observado menor amortecimento térmico nos cômodos que estão ao norte e um maior amortecimento térmico nos cômodos que estão ao sul. Com base nas análises realizadas, verificou-se que a edificação atende às especificações regidas pela normativa, possuindo desempenho térmico intermediário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Casa Popular Eficiente, amortecimento térmico, desempenho térmico.

## **CASA POPULAR EFICIENTE: THERMAL PERFORMANCE DURING THE WINTER SEASON**

**ABSTRACT:** The work aims to analyze the damping and thermal performance of the prototype during the winter period. The NBR 15575 was used for evaluating the thermal performance. To analyze the thermal damping, we calculated the coefficient of thermal damping. In the first 45 days, the temperature measurements were carried out disregarding the thermal loads coming from the ventilation. In the 45 subsequent days, the openings were half-open. Throughout the winter period, a low thermal damping was observed in environments that are oriented to the north and a higher thermal damping in partitions that are oriented to the south. Based on the analyzes it was found that the building meets the requirements governed by the rules, possessing intermediate thermal performance.

**KEYWORDS:** Popular Efficient House, thermal damping, thermal performance.

## **INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas tem se notado um aumento considerável no aporte de recursos no que tange o crédito habitacional, principalmente no que se refere às habitações de interesse social (HIS). Por mais que sejam múltiplas as razões pelas quais essas ações foram instituídas, é inegável que a principal delas está ligada ao déficit habitacional brasileiro. Segundo Elias (2014) embora esses programas tenham atenuado esse indicador, o número de lares sem condições habitacionais adequadas tenderá a crescer, conforme a população se expanda.

O escopo econômico-social aplicado a uma HIS, gera um alto nível de complexidade em sua concepção. Principalmente quando se parte da premissa que uma moradia popular também necessita de condições de habitabilidade, visando uma adequada qualidade de vida do usuário. Para Abreu (2015), nas últimas décadas tem se observado um avanço nas pesquisas acadêmicas relacionadas a esse assunto, ao passo que a construção civil continua apresentando indícios de defasagem tecnológica. Esse fato explicita que a defasagem tecnológica não se vê limitada em função da escassez de soluções viáveis. O que ocorre é um desperdício na não aplicação de métodos e técnicas exequíveis no contexto das diretrizes construtivas existentes. Desse modo, visando o estudo e a aplicação de técnicas que partissem de premissas sustentáveis, o Grupo de Estudos e Pesquisas em Tecnologias Sustentáveis (GEPETECs) construiu no campus da Universidade Federal de Santa Maria, um

protótipo de Casa Popular Eficiente (Figura 1), que visa permitir a análise dos diversos itens de desempenho de uma construção de baixo custo executada com materiais alternativos de baixo impacto ambiental.

Figura 1 – Fachada frontal (a); Fachada posterior (b); Fluxo térmico (c)



Porém ao optar-se por soluções construtivas de baixo custo, o projetista coloca-se em uma posição delicada, visto que muitas dessas tecnologias utilizadas podem não possuir uma boa relação com o clima ao qual está inserida a construção. Assim, observa-se a necessidade em analisar o comportamento térmico da envoltória não somente na fase de projeto, mas também no período pós-construtivo. Portanto, considerando que já foram feitos estudos quanto ao desempenho térmico da Casa Popular Eficiente durante o verão, e ponderando para o fato que existem grandes perdas térmicas em habitações que primam por diretrizes construtivas de baixo custo, esse estudo tem por objetivo analisar o amortecimento e desempenho térmico do protótipo durante o período de inverno, visto que durante essa estação as perdas térmicas compõem uma das variáveis de maior importância para a performance térmica de uma edificação.

### METODOLOGIA

A NBR 15575 estabelece que para avaliar o desempenho térmico de uma habitação durante o período de inverno, é necessário verificar a diferença entre as temperaturas mínimas internas e as mínimas externas durante o dia típico de inverno. Segundo Soares (2014), o dia típico para o município em questão, é aquele que possui temperatura mínima diária de 2°C. Conforme recomendações da normativa, trabalhou-se com uma sequência de três dias e se analisou os dados do terceiro dia, conferindo-se os níveis de desempenho (Tabela 1) conforme a diferença obtida.

Tabela 1. Critérios para os níveis de desempenho para a zona bioclimática 2 em condições de inverno

Nível de Desempenho	Critérios
Mínimo	Temperatura Interna Mínima ≥ Temperatura Externa Mínima + 3°C
Intermediário	Temperatura Interna Mínima ≥ Temperatura Externa Mínima + 5°C
Superior	Temperatura Interna Mínima ≥ Temperatura Externa Mínima + 7°C

Fonte: Adaptado ABNT-NBR 15575 (2013).

As medições de campo, referentes às temperaturas internas e externas, foram realizadas através de registradores de temperatura HOBO® Data Logger da Onset Computer Corporation. Em cada ambiente analisado (Figura 2), um par desses medidores era responsável por coletar e armazenar as informações atinentes à temperatura de bulbo seco. No total utilizou se 10 aparelhos, os quais foram distribuídos internamente, a 1,2 metros do piso, e externamente protegidos da incidência solar. Programou-se para que o ciclo de medição ocorresse a cada 36 minutos, totalizando 90 dias de medições a partir do dia 21 de junho de 2014. Nos primeiros 45 dias as cargas térmicas oriundas da ventilação foram anuladas, através do fechamento do sistema de ventilação. Nos 45 dias subsequentes, as aberturas foram semiabertas, proporcionando um aumento na taxa de renovação do ar.

Figura 2 - Planta Baixa com a localização espacial dos higrômetros



A análise do amortecimento foi feita considerando os ambientes, e não os componentes construtivos. Desse modo, o cálculo foi desenvolvido através da relação entre as amplitudes internas frente às amplitudes externas, conforme a equação 1. Assim, foi possível obter-se um coeficiente que mostra o quanto de temperatura foi dissipada pela edificação. Ele varia de 0 a 1, onde 0 é atribuído para um ambiente totalmente isolado, o qual possui paredes adiabáticas, e 1 para um ambiente sem isolamento, onde a amplitude térmica interna é igual a amplitude térmica externa.

$$\omega = \frac{\Delta T_i}{\Delta T_e} \quad (\text{Equação 1})$$

Segundo Frota & Schiffer (2001), o amortecimento e o atraso térmico são indicadores que estão intimamente ligados ao comportamento térmico da edificação. Porém, o estudo não se aplicou a caracterizar o tempo de resposta da edificação frente a uma diferença térmica, mas sim a capacidade de diminuir a amplitude da variação térmica externa.

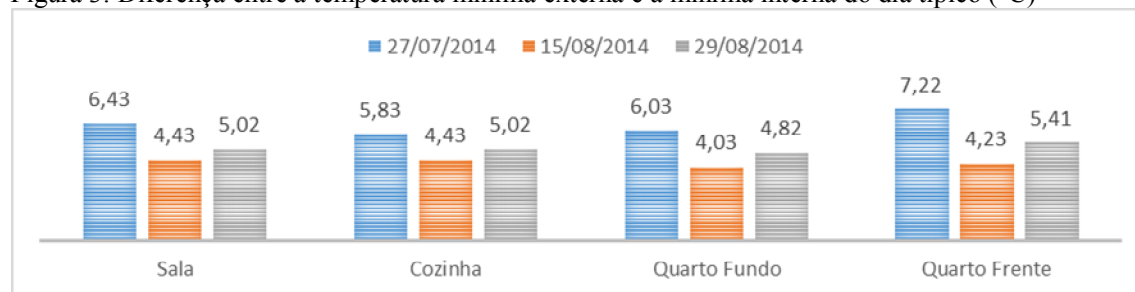
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o procedimento metodológico e parâmetros mencionados anteriormente, para a análise do desempenho térmico pelo método das medições, observou-se que o dia típico de projeto, exatamente como a bibliografia sugere, não ocorreu durante os períodos de medições. Então procurou-se dias semelhantes ao dia típico, os quais são antecedidos por dias semelhantes a ele.

Para o sistema de ventilação fechada, referente aos primeiros 45 dias de medições, observou-se que o dia típico de inverno ocorreu em 27 de julho. Já para o período onde foram consideradas as trocas térmicas através da ventilação, referente aos 45 dias subsequentes, encontrou-se dois dias típicos de inverno, sendo 15 de agosto e 29 de agosto.

Os resultados obtidos (Figura 3) mostram que o desempenho da edificação esteve acima do mínimo requerido pela norma durante todos os dias típicos adotados. Dentre os ambientes de permanência prolongada, o quarto da frente foi o que apresentou o melhor desempenho térmico, ao passo que o quarto do fundo possuiu o pior desempenho entre os analisados.

Figura 3. Diferença entre a temperatura mínima externa e a mínima interna do dia típico (°C)



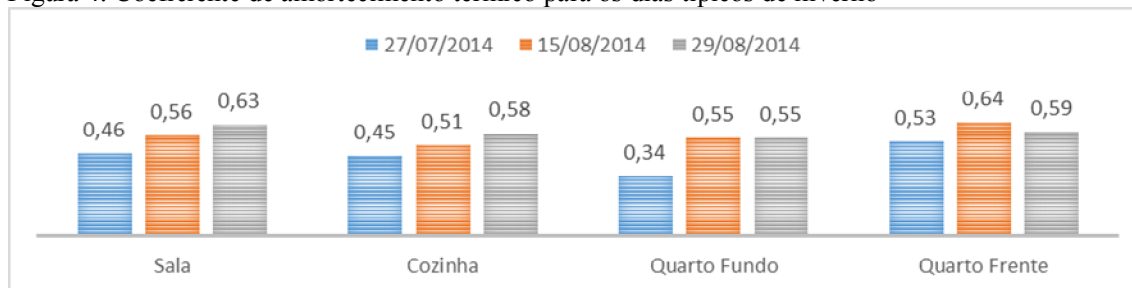
Observou-se a influência da cozinha no desempenho térmico da sala, visto que esses cômodos se caracterizam por formar um ambiente conjugado. Desse modo, o bom desempenho térmico da sala foi atenuado pelo desempenho da cozinha. Após a abertura do sistema de ventilação observa-se que esses dois ambientes (sala e cozinha) possuíram iguais diferenças de temperaturas com o ambiente externo. Fato que é explicado pela abertura da basculante central, que está situada junto ao telhado (Figura 1.c), a qual faz ligação com esses dois ambientes.

Dentre os dias típicos encontrados, o que mais se aproximou dos parâmetros apresentados pelas bibliografias, foi o dia 27 de julho. Portanto, adotou-se esse dia como referência para avaliar o desempenho térmico da edificação. Partindo disso, observou-se que todos os ambientes tiveram desempenho intermediário, exceto o quarto da frente, o qual ficou com desempenho superior.

O coeficiente de amortecimento (Figura 4) indica um menor amortecimento térmico nos cômodos que estão ao norte e um maior amortecimento térmico nos cômodos que estão ao sul. Esse fato é motivado pela trajetória solar durante essa estação do ano. Com a abertura do sistema de ventilação houve uma suavização nas diferenças de temperaturas entre os cômodos, porém continua existindo a relação entre os menores amortecimentos ao norte e os menores ao sul. No dia 29 de agosto observou-se que a sala apresentou o pior coeficiente durante todos os dias típicos, implicando

em um menor amortecimento das amplitudes externas. Enquanto o melhor coeficiente de amortecimento foi observado no dia 27 de julho, no quarto do fundo.

Figura 4. Coeficiente de amortecimento térmico para os dias típicos de inverno



Esses dados mostram que existe a possibilidade do melhoramento do desempenho térmico através de técnicas que priorizam a admissão ou a retenção de carga térmica pela edificação. Para os ambientes voltados ao sul, a admissão de carga térmica é um problema crítico, principalmente nessa época do ano. Logo, o aquecimento solar passivo seria a solução mais adequada para o melhoramento da performance térmica. Pois é barata e eficiente, entrando no escopo das diretrizes adotadas em projeto. O reforço da inércia térmica dos componentes construtivos seguiria como uma solução secundária para esses cômodos.

Para os ambientes voltados ao norte, as perdas térmicas compõem o principal problema a ser considerado. Desse modo, o reforço no revestimento seria uma solução exequível, o qual promoveria uma diminuição das perdas térmicas. Sugere-se também, como solução secundária, a abertura das janelas durante as horas de maior incidência solar.

## CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas para o desempenho térmico, verificou-se que a edificação atende às especificações regidas pela NBR 15575, possuindo desempenho térmico intermediário. Sendo muito bom o desempenho térmico apresentado pelo quarto da frente, ao qual foi conferido desempenho superior. O coeficiente de amortecimento térmico mostrou que o protótipo possui um bom comportamento térmico e alertou para soluções que visam melhorar o desempenho térmico e, por conseguinte a sua eficiência energética. Porém, considerando os resultados do presente trabalho, não se observa a necessidade da utilização de solução que promoveriam um incremento no dispêndio de recursos financeiros visando o melhoramento térmico.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15575-1: 2013 – Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- Abreu, M. G.; Metello, H. S.; Yuba, A. N. Habitação de interesse social no Brasil: Caracterização da produção acadêmica dos programas de pós-graduação de 2006 a 2010. *Arquitextos*. Portal Vitruvius. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/Arquitextos/15.178/5495>. Acesso em: 29 de julho de 2015.
- Elias, J. FGV: Brasil precisa de R\$ 76 bi ao ano para zerar déficit habitacional. Brasil. *Valor Econômico*. Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/3733244/fgv-brasil-precisa-de-r-76-bi-ao-ano-para-zerar-deficit-habitacional>. Acesso em: 26 de julho de 2015.
- Soares, M. M. Avaliação dos parâmetros de desempenho térmico da NBR 15575/2013: habitações de interesse social na zona bioclimática 2. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas, 2014. 159 f.
- Frota, A. B.; Schiffer, S. R. Manual de Conforto Térmico. Arquitetura e Urbanismo. 5. Ed. Studio Nobel, 2001. São Paulo.
- Vaggetti, M.A.O. et al. Casa Popular Eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo. Santa Maria: UFSM, 2013. Projeto de Pesquisa (Protocolo GAP/CT nº 28582).