ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Desempenho Térmico em Habitação de Interesse Social: uma medição *in loco* em Pelotas/RS

Thermal Performance in Social Housing: an In Situ Measurement in Pelotas/RS

Mozzara Oliveira da Fonseca
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil | mozzara.fonseca@ufrgs.br
Deivis Luis Marinoski
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | deivis.marinoski@ufsc.br
Fernando Simon Westphal
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | fernando.sw@ufsc.br

Resumo

A medição *in loco* é importante para analisar o desempenho térmico de edificações em condições climáticas reais, permitindo o monitoramento das temperaturas ao longo do tempo. Este trabalho apresenta uma avaliação realizada em uma edificação multifamiliar de interesse social. A edificação está localizada na cidade de Pelotas/RS, na zona bioclimática 2, com características que compõem estações com verão e inverno bem definidos. Para análise de desempenho da edificação, foram estabelecidos pontos de monitoramento em 3 unidades habitacionais para analisar a temperatura interna. Os dados de temperatura foram coletados em dias representativos de inverno e verão para avaliar o comportamento térmico das unidades e do edifício. A avaliação das temperaturas internas foi conduzida usando sensores HOBO *Data Loggers*. Os critérios de avaliação foram considerados segundo a NBR 15575. Durante o período de avaliação, variações significativas de temperatura foram observadas. As medições mostraram que a temperatura interna máxima no verão excedeu a máxima externa, indicando falha no desempenho térmico. No inverno, a temperatura interna mínima atendeu aos requisitos, demonstrando um desempenho superior.

Palavras-chave: Medição *In loco*. Desempenho Térmico. Habitação de Interesse Social.

Abstract

On-site measurement is important for analyzing the thermal performance of buildings under real climatic conditions, allowing for the monitoring of temperatures over time. This work presents an evaluation carried out in a multifamily building of social interest. The building is located in the city of Pelotas/RS, in bioclimatic zone 2, with characteristics that include seasons with well-defined summers and winters. For the building performance analysis, monitoring points were established in 3 housing units to analyze internal temperature. Temperature data

Como citar:
FONSECA, M. O.; MARINOSKI, D. L.; WESTPHAL, F. S. Desempenho Térmico em Habitação de Interesse Social: uma medição in loco em Pelotas/RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

were collected on representative winter and summer days to assess the thermal behavior of the units and the building. The evaluation of internal temperatures was conducted using HOBO Data Loggers sensors. Evaluation criteria were considered according to NBR 15575. During the evaluation period, significant temperature variations were observed. The measurements showed that the maximum internal temperature in summer exceeded the external maximum, indicating a thermal performance failure. In winter, the minimum internal temperature met the requirements, demonstrating superior performance.

Keywords: On-site measurement. Thermal Performance. Social Interest Housing.

INTRODUÇÃO

A habitação deve desempenhar a função de proteção e abrigo contra a ação de intempéries para os indivíduos que nela residem e necessitam oferecer conforto e segurança para os seus usuários [1]. Nesse sentido, a inadequação térmica nos ambientes urbanos resulta na diminuição da qualidade de vida dos habitantes, aumentando o consumo de energia para o condicionamento térmico das edificações [2].

Segundo [3], as normativas brasileiras têm incentivado o aprimoramento dos métodos de construção, assim como das características internas do ambiente construído, visando a diminuição do consumo de energia para o condicionamento ambiental. No entanto, essas regulamentações não impõem limitações direcionadas à consecução de níveis mais elevados de eficiência energética.

A NBR 15575 foi elaborada com o intuito de definir requisitos mínimos para melhoria do ambiente construído. Assim, dentre os itens de habitabilidade, foi estabelecido o desempenho térmico, visando garantir as condições térmicas necessárias para que as edificações atinjam performance adequada [4].

Nesse sentido, [5], [6] e [7] realizaram medições *in loco*, utilizando *Data loggers* modelo HOBO, para avaliar o desempenho térmico de habitações de interesse social com o intuito de verificar as condições estabelecidas na NBR 15575 por meio de estudos de caso. Os autores utilizaram a mesma técnica utilizada nesse trabalho, empregando sistemas construtivos diferentes.

O objetivo geral deste estudo é avaliar, por meio de medição *in loco,* as temperaturas de bulbo seco internas de uma habitação multifamiliar de interesse social, conforme as especificações da NBR 15575. Dessa forma, a pesquisa é composta por um estudo de caso na cidade de Pelotas, no Rio Grande do Sul, em um edifício que possui 5 pavimentos, localizado a zona bioclimática 2 e construído em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.

MÉTODO

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O empreendimento multifamiliar avaliado neste estudo, localiza-se no município de Pelotas, na região sul do estado do Rio Grande do Sul, no bairro São Gonçalo de Pelotas, fazendo divisa com outras edificações multifamiliares (Figura 1).

Figura 1: Localização do empreendimento (latitude 31°46'34'' Sul, longitude 52°21'34'' Oeste)



Fonte: Adaptado de Google Maps (2024).

Conforme a NBR 15220-3 [8] a cidade de Pelotas está situada na zona bioclimática 2. Segundo [9], essa zona é caracterizada pelo clima frio, mas apesar disso, possui verão quente e úmido, apresentando uma combinação que desafia o alcance do conforto ao longo do ano, necessitando das melhores estratégias de arquitetura bioclimática, já que possui inverno e verão bem definidos e rigorosos.

O objeto de estudo deste trabalho é um condomínio residencial de interesse social financiado pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV). O empreendimento é constituído por 7 blocos, possui 5 pavimentos com 4 apartamentos por andar, totalizando 140 unidades que variam de 33,65m² até 61,21m².

A tipologia arquitetônica é composta por um edifício residencial multifamiliar, com características construtivas compostas por alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, revestimento argamassado externamente, revestimento de gesso internamente, laje de concreto maciço moldada *in loco* de espessura de 10 centímetros entre pavimentos e sistema de cobertura composto por telha de fibrocimento, com laje de concreto maciço moldada *in loco* de espessura de 10 centímetros.

MEDIÇÃO *IN LOCO* DA TEMPERATURA DO AR INTERNO

A medição *in loco,* possui a finalidade de analisar o comportamento do desempenho térmico de uma edificação quando esta é submetida a contextos climáticos reais, sendo possível realizar o monitoramento climático das temperaturas por um determinado período [6].

Os pontos de monitoramento foram selecionados com o intuito de abordar a mesma posição solar, compreendendo uma unidade em contato com o solo, uma unidade de pavimento tipo e uma unidade do pavimento de cobertura. Neste cenário, os

apartamentos utilizados neste estudo, situam-se no bloco 02 do empreendimento (Figura 2), estando os sensores de temperatura localizados nos apartamentos 101, 201 e 501.

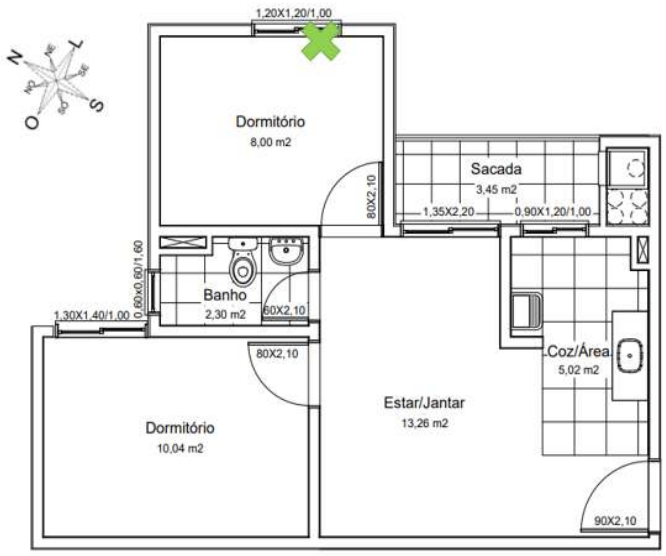
Figura 2: Localização do bloco 02 do empreendimento (sem escala)



Fonte: Acervo da construtora.

As verificações de temperatura do ar serão consideradas em dias representativos que demonstrem períodos de inverno e de verão que venham a ocorrer nos apartamentos, devendo-se analisar uma estimativa da média das temperaturas com o intuito de observar o comportamento térmico da UH, bem como do edifício como um todo. Cabe destacar que os apartamentos escolhidos para análise estavam desocupados durante toda a coleta de dados. Assim, é possível notar a posição dos sensores de temperatura conforme determinação, no dormitório 2 de cada UH, representado na Figura 3.

Figura 3: Representação do ponto de medição em campo (sem escala)



Fonte: [10].

A avaliação da temperatura de bulbo seco dos ambientes internos é possibilitada pela utilização de HOBO *Data Loggers* da fabricante Onset, modelo U12-001. O equipamento apresenta precisão de ± 0,35 °C para valores de temperatura do ar entre 0 a 50 °C (Figura 4). Os aparelhos foram programados para registrar a temperatura a cada 15 minutos, conforme Barbosa e Ghisi [5].

Figura 4: Especificações HOBO U12-001 *Data Logger* da ONSET

Measurement range	-20° to 70°C (-4° to 158°F)
Accuracy	± 0.35°C from 0° to 50°C (± 0.63°F from 32° to 122°F), see Plot A
Resolution	0.03°C at 25°C (0.05°F at 77°F), see Plot A
Drift	0.1°C/year (0.2°F/year)
Response time	In airflow of 1 m/s (2.2 mph): 6 minutes, typical to 90%
Time accuracy	± 1 minute per month at 25°C (77°F), see Plot B
Operating temperature	Logging: -20° to 70°C (-4° to 158°F) Launch/readout: 0° to 50°C (32° to 122°F), per USB specification
Battery life	1 year typical use
Memory	64K bytes (43,000 12-bit measurements)
Weight	46 g (1.6 oz)
Dimensions	58 x 74 x 22 mm (2.3 x 2.9 x 0.9 inches)
CE	The CE Marking identifies this product as complying with all relevant directives in the European Union (EU).

Fonte: https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-001

Os aparelhos foram instalados em um lugar estratégico, a fim de evitar a exposição direta à luz solar. Nesse sentido, cada sensor foi posicionado a uma altura de aproximadamente 2,15 metros com relação a laje de piso de cada pavimento avaliado, na parte superior da caixa da persiana da janela e para impedir o contato direto do equipamento com os perfis de alumínio que compõem o conjunto de janela, foi colocada fita dupla face envolta em fita crepe na parte detrás e na parte inferior de cada HOBO (Figura 5). Este cuidado foi tomado para evitar as possíveis influências do contato dos componentes de alumínio da janela com os sensores de temperatura.

Figura 5: Instalação em campo dos sensores de temperatura



Fonte: [10].

Para realização das medições, foram utilizados três registradores de temperatura, os quais são identificados neste estudo conforme o número de identificação do selo de patrimônio. Assim, o HOBO 01 foi instalado no apartamento 101, o HOBO 02 foi instalado no 201 e o HOBO 03 foi instalado no 501.

Para analisar as variações de temperatura do ar interno no período de verão, o primeiro ciclo de medições foi realizado durante 40 dias, entre o dia 13/02/23 até o dia 24/03/23. Para verificar as modificações no período de inverno, foram coletados os dados de medição de temperatura entre os dias 02/06/2023 até o dia 11/07/2023.

O início da leitura dos dados para o período de verão foi programado para o dia 13/02/2023 às 20h00min e a finalização ocorreu no dia 24/03/2023 às 09h00min. Para o período analisado, não foi possível realizar a análise em apartamentos com orientação solar nordeste ou que tivesse janela voltada para oeste, tendo em vista a disponibilidade dos usuários das UHs para a realização desta pesquisa. Dessa forma, foi determinado três apartamentos com orientação solar de fachada principal leste, o qual recebe incidência solar maior no período da manhã. Como não há usuários residindo, foi possível desconsiderar a interferência nas medições do comportamento do usuário e padrão de uso e ocupação dos APPs (Iluminação, condicionadores de ar, equipamentos eletrônicos, assim como emprego da ventilação natural).

Após o período de coleta de dados em campo realizada com os HOBO *Data Loggers* para cada pavimento analisado do Bloco 02 – unidades 101 (HOBO 01), 201 (HOBO 02) e 501 (HOBO 03) – a leitura dos dados foi efetuada pelo *software* HOBOware, o qual é um programa disponibilizado pelo fabricante dos sensores de temperatura, que possui versão gratuita para análise. Através do programa foi estruturado inicialmente qual seria o horário de início de coleta dos dados e qual seria o tempo entre leituras de cada registro. Para a análise no período de inverno, o início da leitura dos dados foi programado para o dia 02/06/2023 às 20h00min e a finalização ocorreu no dia 11/07/2023 às 09h00min. Todos os apartamentos continuaram apresentando as mesmas características do momento em que foram analisados durante o verão.

Ao finalizar o período de análise, houve o processamento dos dados no HOBOware e os dados foram exportados para o *Software Microsoft* Excel para efetuar a análise do conjunto de leituras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de avaliação, houve a ocorrência de uma frente fria, a qual baixou consideravelmente as temperaturas do período. Por conta disto, optou-se por estender o intervalo de medição para abordar dados com valores de temperaturas típicas da estação de verão. Nesse contexto, a Figura 6 (a, b e c) apresenta o gráfico das variações de temperaturas, observadas para os três pavimentos no período de 40 dias de análise.

Figura 6 a: Variação de temperatura do ar interno para o intervalo de verão 1-13 dias

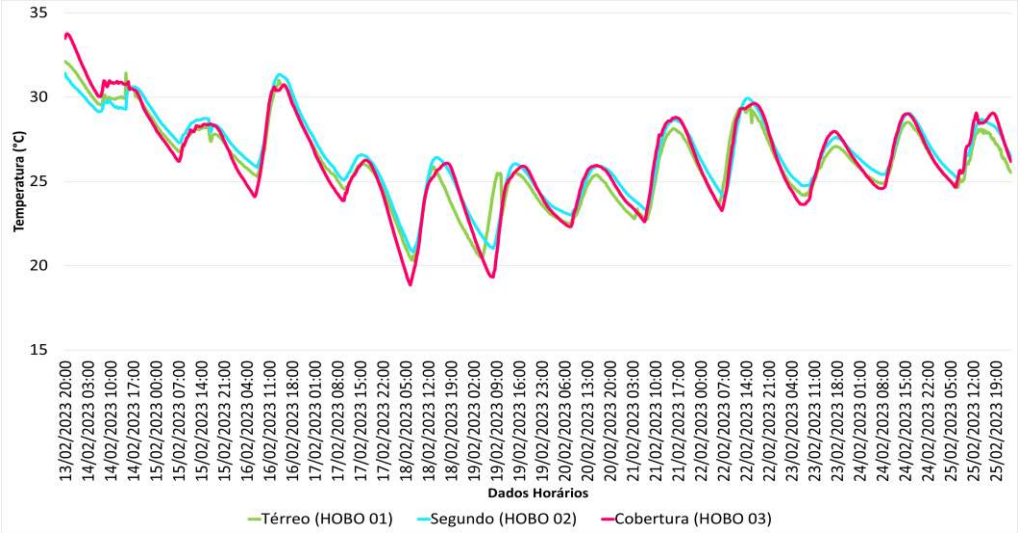


Figura 6 b: Variação de temperatura do ar interno para o intervalo de verão 14-26 dias

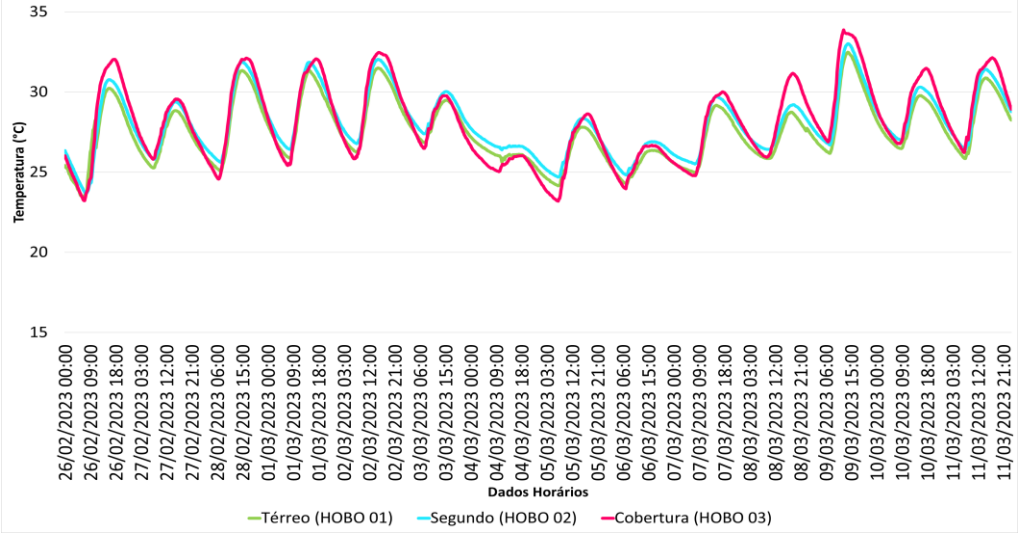
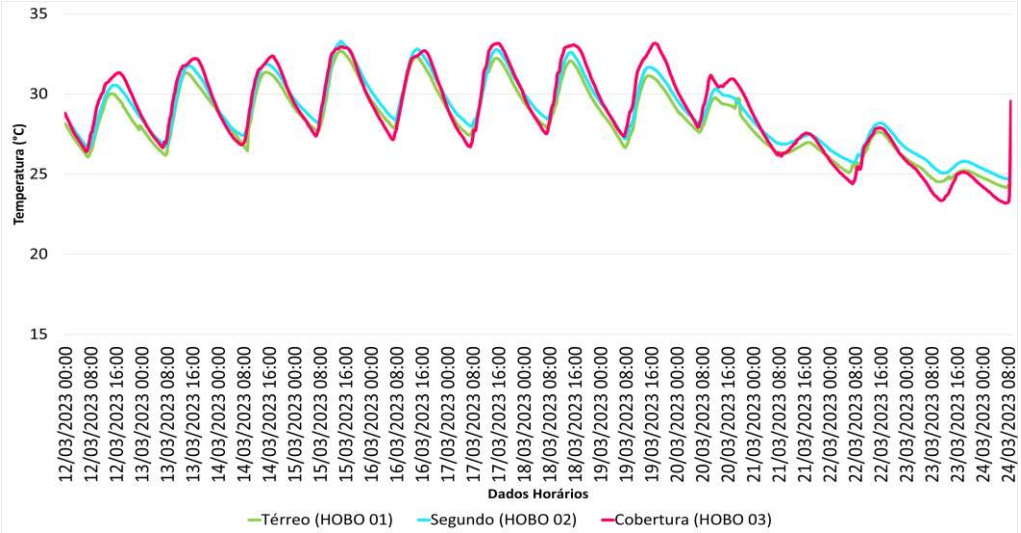


Figura 6 c: Variação de temperatura do ar interno para o intervalo de verão 27-40 dias

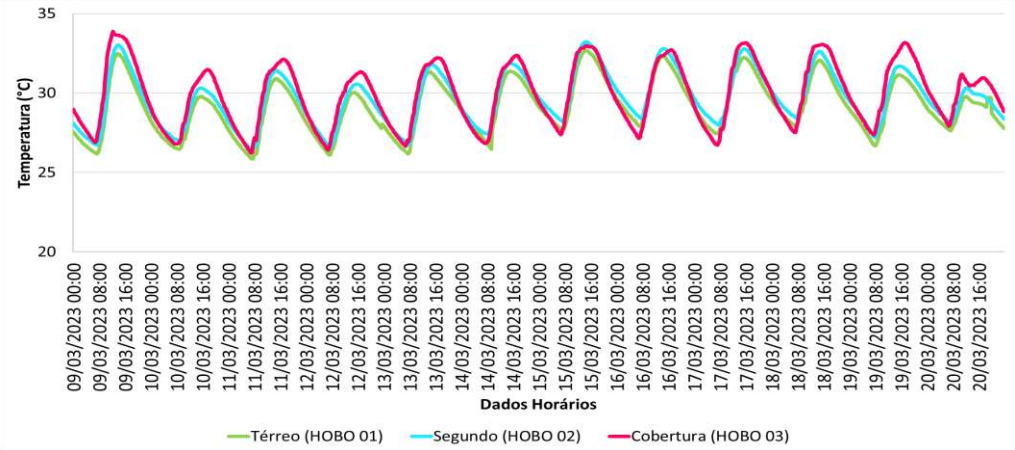


Fonte: [10].

Nota-se que as maiores variações de temperatura durante o período de análise, ocorreram no pavimento de cobertura – representadas pelo HOBO 03 – enquanto as variações correspondentes ao primeiro (térreo) e segundo pavimento, HOBO 01 e HOBO 02, respectivamente, mantiveram-se semelhantes, sendo as variações de temperatura do pavimento térreo, menores que as apresentadas no segundo pavimento.

Inicialmente, as temperaturas internas começaram a despencar no dia 17/02/2023 às 18h00min e a menor temperatura do ar para cada HOBO foi observada no dia 18/02/2023, onde foi verificado 18,8°C, 20,8°C e 20,2°C, para, respectivamente, HOBO 03, HOBO 02 e HOBO 01. Dessa forma, o menor registro foi no pavimento de cobertura, tendo em vista que é o pavimento mais exposto e suscetível a ação de ventos e intempéries. A amplitude térmica observada entre o dia 16/02/2023 e 18/02/2023 foi de 11,8°C, 10,5°C e 10,7°C para o HOBO 03, HOBO 02 e HOBO 01, respectivamente. O período que incide no comportamento previsto para o período de verão, teve início em 09/03/2023 e, estendeu-se, até o dia 20/03/2023 (Figura 7).

Figura 7: Medição *in loco* – Seleção de intervalo representativos para o período de verão

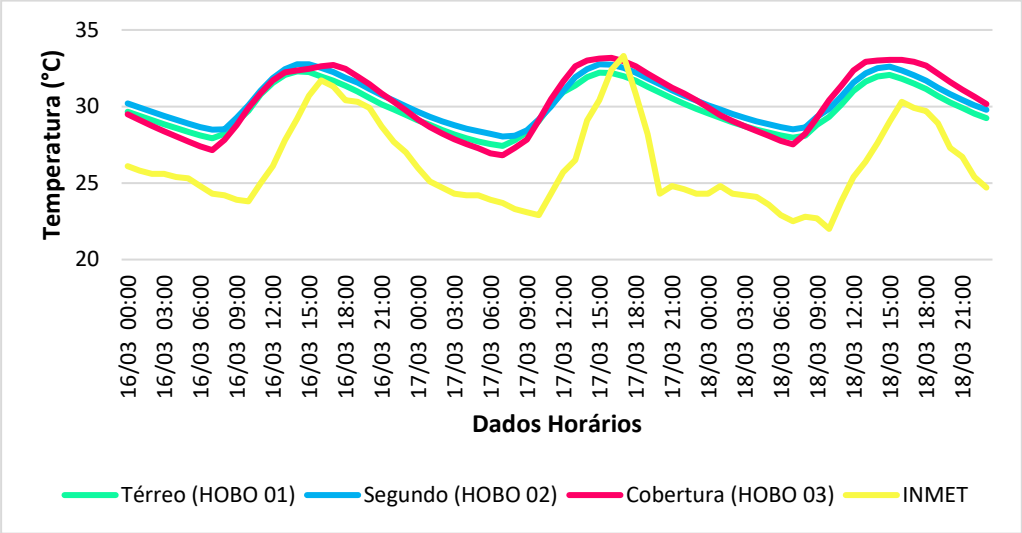


Fonte: [10].

A maior temperatura foi analisada no HOBO 03, a qual foi de 33,8°C no dia 09/03/2023 às 12h15min. Em contrapartida, a maior temperatura do segundo pavimento, foi de 33,2°C no dia 15/03/2023 às 14h15min e a temperatura mais elevada para o pavimento térreo, foi de 32,6°C no dia 15/03/2023 e foi observada durante 3 leituras, entre 14h15min e 14h45min. As temperaturas durante esse período se mantiveram uniformes, sendo a amplitude térmica observada de 7,6°C, 6,8°C e 6,9°C para, respectivamente, pavimento de cobertura, segundo pavimento e pavimento térreo. Assim, os valores de temperatura interna máxima apresentados na análise de verão para cada habitação, ultrapassa o valor de 29°C que é o limite superior para zona de conforto em países em desenvolvimento [11].

A NBR 15575 [12] apresenta como método informativo, a possibilidade da realização de medições *in loco* e recomenda que para análise térmica, deve-se considerar uma sequência de três dias que possuam características semelhantes (Figura 8), sendo considerado para análise as informações do terceiro dia de medição para apontar o dia típico de verão.

Figura 8: Variação de temperatura do ar diária, destacando o dia típico de verão



Fonte: [10].

Neste contexto, o dia típico de verão foi identificado no dia 18/03/2023. Ao analisar as curvas de temperaturas, é notório que os valores obtidos pelo aparelho instalado no pavimento de cobertura apresentaram valores superiores com relação aos outros.

Para determinar se a edificação atende ao critério de classificação de desempenho, segundo a NBR 15575:2013 foi considerado as medições realizadas no pavimento de cobertura – seguindo as recomendações da norma – para o dia típico de verão, onde a temperatura interna máxima (Ti,máx.) deve ser menor ou igual a temperatura externa máxima (Te,máx.) para atender ao nível mínimo de desempenho. Dessa forma, o valor da Ti,máx. foi de 33°C e o valor de Te,máx. foi de 30,3°C, não atendendo as condições necessárias para atingir classificação.

Em contrapartida, para a análise de dados relativo ao período de inverno, a Figura 9 (a, b e c) apresenta o gráfico das variações de temperaturas, observadas para os três pavimentos no período de 40 dias de análise.

Figura 9 a: Variação de temperatura do ar interno para o intervalo de inverno 1-13 dias

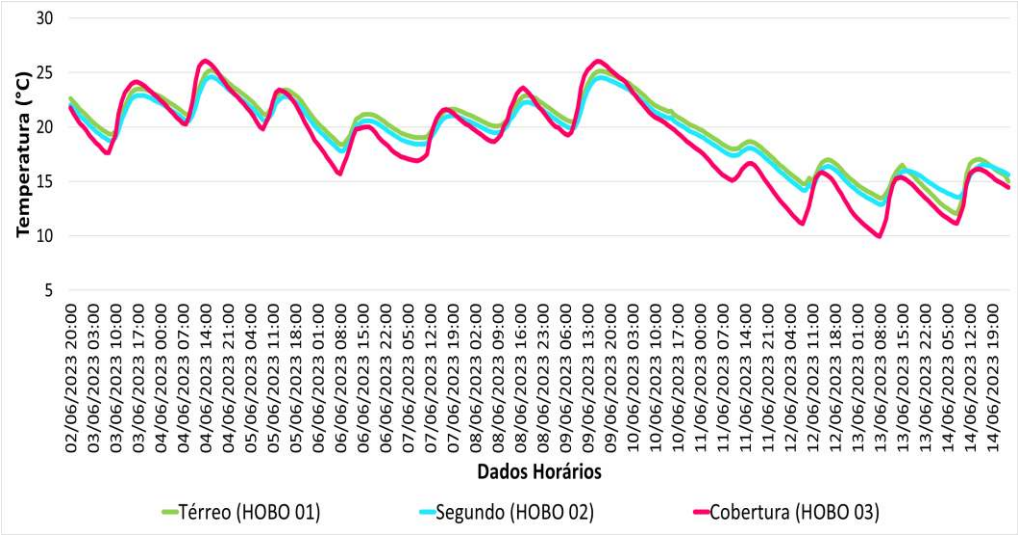


Figura 9 b: Variação de temperatura do ar interno para o intervalo de verão 14-26 dias

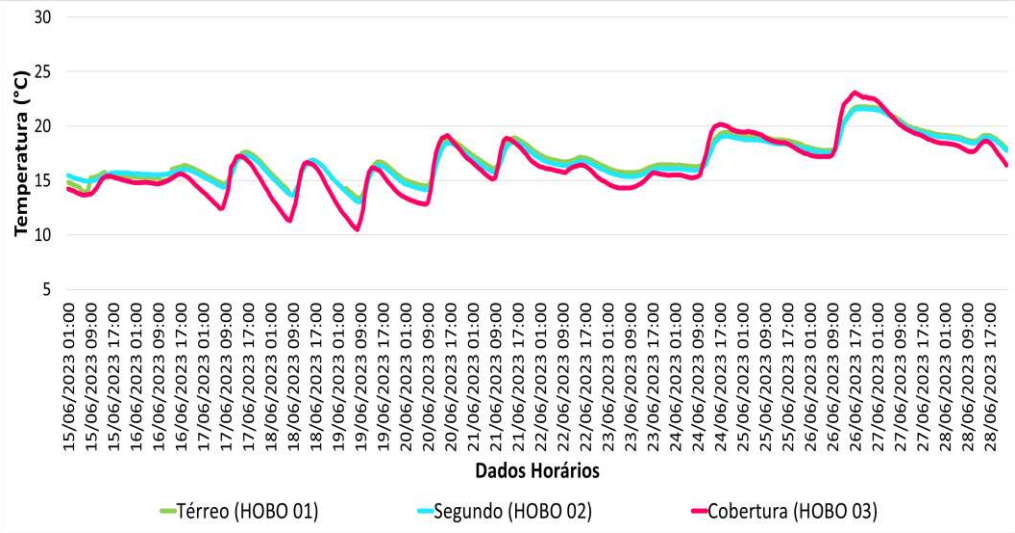
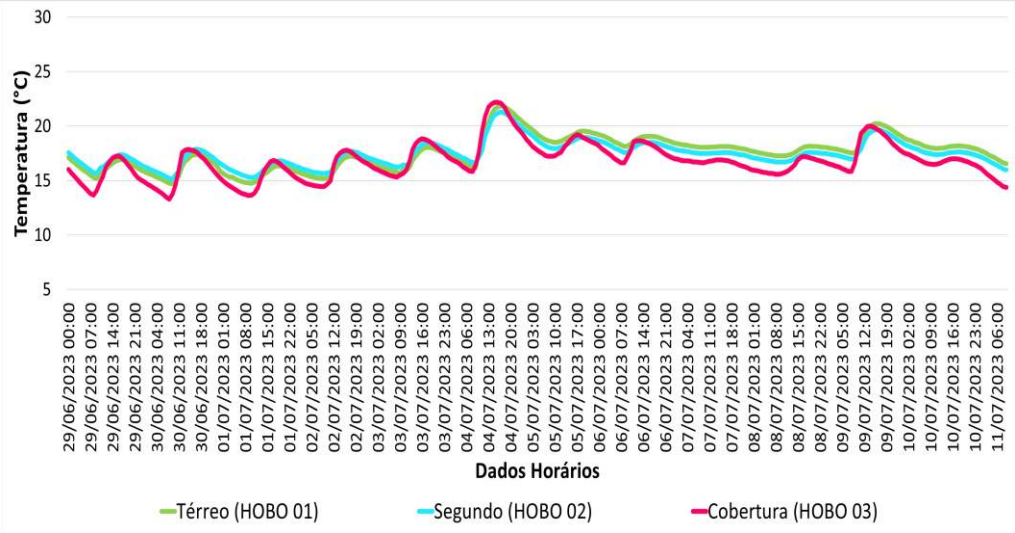


Figura 9 c: Variação de temperatura do ar interno para o intervalo de verão 27-40 dias



Fonte: [10].

Constata-se que as temperaturas internas começam a cair notoriamente no dia 09/06/2023 e a partir dessa data, as temperaturas medidas *in loco* não alcançaram mais valores próximos a 25°C. Nesse sentido, nota-se a mesma situação verificada para o período de verão, onde as variações de temperatura foram maiores no pavimento de cobertura, representado pelo HOBO 03, ao passo que as variações no pavimento térreo (HOBO 01) e segundo pavimento (HOBO 02), permaneceram semelhantes, se comparadas ao pavimento de cobertura.

As menores temperaturas internas observadas para o período de análise foram 9,9°C às 08h30min do dia 13/06/2023 para o pavimento de cobertura (HOBO 03), 12,7°C às 08h15min do dia 13/06/2023 para o segundo pavimento (HOBO 02) e 12°C às 07h45min do dia 14/06/2023 para o pavimento térreo (HOBO 01).

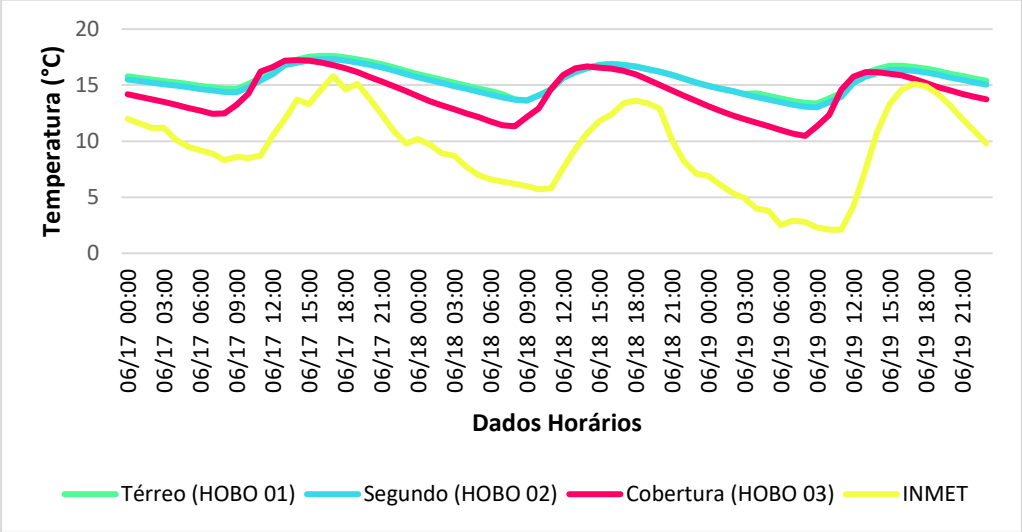
Logo, verifica-se que a maior frente fria ocorrida durante a coleta de dados aconteceu na semana no dia 12/06/2023 a 16/06/2023. Em compensação, as maiores temperaturas internas ocorreram no dia 09/06/2023 às 16h30min onde a leitura

apontou 26°C para a cobertura (HOBO 03), 24,4°C às 18h30min para o segundo pavimento (HOBO 02) e 25,1°C às 17h45min para o térreo (HOBO 01). Dessa forma, foi constatado uma elevação de temperatura atípica para o mês em questão durante o dia analisado.

Durante o período de inverno na cidade de Pelotas/RS, é frequente a ocorrência de variações abruptas de temperatura, com baixas temperaturas noturnas que se estendem até a manhã e temperaturas um pouco mais altas no período vespertino. Nesse sentido, houve notória variação térmica durante o período de inverno, onde a amplitude térmica para o intervalo correspondente aos 40 dias analisados, foi de 13,2°C, 11,8°C e 16,1°C, respectivamente, para o térreo, segundo pavimento e cobertura.

Para suceder a análise térmica da medição *in loco* para o período de inverno, foi considerado o método informativo da NBR 15575 [12], onde deve ser considerado uma sequência de três dias que possuam padrões semelhantes (Figura 10), considerando para análise as informações do terceiro dia de medição para apontar o dia típico de inverno.

Figura 10: Variação de temperatura do ar diária, destacando o dia típico de inverno



Fonte: [10].

À vista disso, o período de análise através do método informativo foi de 17/06/2023 a 19/06/2023, sendo assinalado o dia 19/06/2023 como o dia típico de inverno, onde a temperatura as menores temperaturas observadas foram verificadas no pavimento de cobertura.

Segundo a NBR 15575:2013, para o dia típico de inverno, a temperatura interna mínima (Ti,mín.) deve ser maior ou igual a temperatura externa mínima (Te,mín.) acrescido de 3°C para atender ao nível mínimo de desempenho, Ti,mín. maior ou igual a Te,mín. acrescido de 5°C para atender ao nível intermediário e , Ti,mín. maior ou igual a Te,mín. acrescido de 7°C para atender ao nível superior. Dessa forma, o valor da Ti,mín. foi de 10,5°C e o valor de Te,mín. foi de 2,1°C, obtendo-se nível superior para o período de inverno.

CONCLUSÕES

O procedimento de medição *in loco* permite a mensuração da temperatura do ar interno, porém necessitando acesso aos dispositivos convenientes e devidamente calibrados. O mecanismo de leitura era exposto na NBR 15575:2013 como meramente informativo, não se sobrepondo ao procedimento simplificado ou de simulação computacional, e, atualmente, a versão 2021 retirou a alusão a este método, haja vista que os indicadores de desempenho foram modificados não fazendo mais referência direta a temperatura do ar interno, então por conta disto não há mais caráter normativo. Este procedimento é atrativo quando há necessidade de comprovar os dados do método de cálculo ou método de simulação computacional, principalmente para indivíduos que não detém conhecimento prévio na área em questão. No entanto, é uma técnica limitada, visto que só poderá ser utilizada após a edificação ser concluída. Outro contraponto é a conveniência de realizar as leituras sem a interferência dos moradores, em virtude de os usuários modificarem os dados coletados caso optem por abrir ou fechar as janelas.

Conforme a análise realizada, para o dia típico de verão, não houve classificação de desempenho, não atendendo a normativa. Em contrapartida, para o dia típico de inverno, houve atendimento de nível superior.

Ao comparar a pesquisa com estudos correlatos da literatura, nota-se que o estudo contribuiu para verificar que a altura de instalação do aparelho influencia diretamente no resultado obtido, devido a questões associadas ao movimento convectivo do ar dentro do ambiente. Como o ar quente tende a subir e o ar frio a descer, isso resulta em uma concentração de ar mais quente próximo ao teto, o que favorece o desempenho na coleta de dados no inverno, mas gera um impacto negativo no desempenho durante a coleta de dados no verão.

Uma limitação do estudo foi a escolha da posição e altura (2,15 m) para a instalação do sensor de temperatura, o que pode ter gerado variação nos resultados se comparados a uma possível coleta no centro do ambiente em um nível mais baixo. Além disso, o equipamento foi posicionado próximo à parede com interação direta com o ambiente exterior, o que pode gerar alterações. Assim sendo, outra importante limitação foi a falta de renovação do ar interno durante o estudo, tendo em vista que durante toda a análise, não foram abertas as janelas. Para estudos futuros, é recomendado a substituição da posição e altura do sensor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFSC).

REFERÊNCIAS

[1] OLIVEIRA, M. C. A.; OMENA, T. H.; BRITO, D. R. Análise de desempenho térmico de paredes em concreto armado em uma habitação social em Palmas-TO. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.10, p.65002-65015, out., 2022.

[2] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

[3] LINCZUK, V. C. C.; BASTOS, L. E. G. Otimização multiobjetivo orientada ao desempenho térmico para o projeto de edificações de baixo consumo de energia na Região Sul do Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 509-529, out./dez. 2020.

[4] KRELLING, A. F.; ELI, L. G.; OLINGER, M. S.; VEIGA, R. K.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Proposta de método de avaliação do Desempenho Térmico de residências: NBR 15575. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8.

[5] BARBOSA, K. H.; GHISI, E. Proposta de calibração de um modelo computacional de uma tipologia de residência unifamiliar em Goiânia. Encontro Nacional de conforto no ambiente construído. XIV ENCAC. Anais... 2017.

[6] TURCATTO, J. M. **Análise de Desempenho Térmico segundo a NBR 15.575 em uma Edificação Unifamiliar no Município de Porto Alegre**. 2017. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

[7] LOPES, T. P. Avaliação do desempenho térmico de uma edificação multifamiliar de interesse social em uso, construída em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos na cidade de Joinville, SC. In: IX WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 15., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2009.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:** Desempenho Térmico de Edificações Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2005.

[9] SILVA, A. C. S. B. Zonas Bioclimáticas 01 e 02: Suas peculiaridades em um país predominantemente tropical e seus impactos na aplicação e regulamentação em projetos de HIS. **Diálogos sobre Eficiência Energética, Apostila do Projeto EEDUS**, 2021. 115 f.

[10] FONSECA, Mozzara Oliveira da. **Impacto da revisão do item de desempenho térmico da ABNT NBR 15575: estudo de caso em Pelotas/RS**. 2023. 149 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023. Disponível em: https://bu.ufsc.br/teses/PECV1325-D.pdf.

[11] GIVONI, B. Confort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Building**, Lansanne, v.18, p. 11-23, 1992.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.