

Medidas aplicáveis a uma edificação residencial mineira para melhoria do seu desempenho térmico

Mineira house measures to improve its thermal performance

Henrique Nunes Coelho, Engenheiro Civil, CEFET-MG.

henunesc@gmail.com

Júlia Cordeiro Vieira, Mestre em Engenharia Civil, CEFET-MG.

juliacordeiroengcivil@gmail.com

Clarisse Lima Simões, Engenheira Civil especialista em Segurança do Trabalho, CEFET-MG.

clarisse.engcivil@yahoo.com

Raquel Diniz Oliveira, Doutora em Engenharia de Estruturas, CEFET-MG.

raqueldo@gmail.com

Número da sessão temática da submissão – [8]

Resumo

Desempenho térmico inadequado das edificações gera aumento da demanda de eletricidade para garantir o conforto térmico dos ocupantes. Neste contexto o presente trabalho objetivou aprimorar projeto residencial unifamiliar do Núcleo de Orientação para a Sustentabilidade (NOS) do CEFET-MG. Para tanto, diagnosticou-se seu desempenho original e melhorado frente a NBR 15.575:2024 e condições potenciais de conforto térmico (temperatura operativa) por simulação numérica. As intervenções incluíram a aplicação de tinta Branco Gelo, a instalação de vidros reflexivos na cor cinza de 6mm e a adição de marquise (1m de profundidade ao longo da fachada frontal), orientada a oeste. A combinação dessas estratégias resultou em melhoria no desempenho térmico apontando também redução considerável do desconforto térmico por calor. Esses resultados demonstram a eficácia das soluções integradas e fornecem diretrizes fundamentais para engenheiros e arquitetos na busca por práticas construtivas mais sustentáveis e adaptadas às condições climáticas extremas, como as de Curvelo, Minas Gerais.

Palavras-chave: Conforto térmico; Estratégias de projeto; Adequação climática

Abstract

The demand for electricity to ensure occupant comfort increases as building thermal performance declines. Thus, the authors aim at improving a single-family residential project by the Sustainability Guidance Center (NOS) of CEFET-MG. Its original and improved performance were assessed according to NBR 15.575:2024 and potential thermal comfort conditions (operating temperature) through numerical simulation. The interventions included the application of Ice White paint, the installation of 6mm gray reflective glass, and the addition of a 1m-deep canopy along the west-facing facade. The combination of these strategies resulted in improved thermal performance, also indicating a considerable reduction in thermal discomfort caused by heat. These results demonstrate the effectiveness of integrated solutions and provide fundamental guidelines for engineers and architects seeking more sustainable construction practices adapted to extreme climate conditions, such as those of Curvelo, Minas Gerais.

Keywords: Thermal comfort; Design strategies; Climate suitability

1. Introdução

A inadequação climática repercute diretamente no desempenho térmico das edificações, intensificando a dependência de eletricidade para assegurar o conforto ambiental. Esse fenômeno é agravado pelas mudanças climáticas globais e por variações anômalas, como o *El Niño*, que altera padrões de temperatura e precipitação em escala mundial (Melo, 1999; Sias, 2023). No Brasil, episódios recentes evidenciam esse impacto: em apenas cinco dias, 853 cidades mineiras registraram aumento médio de 5 °C nas temperaturas (Mendes, 2023). Tal cenário impõe desafios ambientais, sociais e econômicos, sobretudo em cidades como Curvelo/MG, objeto deste estudo.

Como resposta imediata às fortes ondas de calor, observa-se o uso intensivo de ventiladores e aparelhos de ar-condicionado. Segundo a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial, em 2019 as residências do Sudeste destinaram 14,0% do consumo elétrico ao conforto térmico, enquanto a média nacional atingiu 18% (Abrahão; Souza, 2021). Em 2023, o mercado nacional registrou recordes de vendas de aparelhos de ventilação (Saringer, 2023), reforçando a tendência de dependência desses equipamentos.

Diante desse cenário desafiador, torna-se imperativo adotar soluções sustentáveis que conciliem eficiência energética e conforto. Estratégias bioclimáticas despontam como alternativas viáveis, ao permitir a mitigação do desconforto térmico e a redução do consumo elétrico. Nesse sentido, a avaliação do desempenho das edificações é essencial para orientar decisões projetuais em conformidade com os limites mínimos, intermediários e superiores estabelecidos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2024).

Assim, o desempenho térmico adequado deve considerar fatores como componentes construtivos, áreas envidraçadas, aberturas de ventilação, cargas térmicas internas de uso e ocupação e condições climáticas locais. Inserido nesse panorama, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento térmico de um projeto residencial unifamiliar em Curvelo/MG, situado em clima tropical de Savana (Aw), segundo a classificação de Köppen-

Geiger (Martins *et al.*, 2018). Para tanto, empregou-se simulação computacional associada ao modelo adaptativo de conforto térmico, conforme NBR 15575-1:2024 e ASHRAE 55-2017. Os resultados obtidos possibilitaram verificar o atendimento aos requisitos normativos e identificar estratégias de adequação da envoltória ao clima local, contribuindo para o planejamento de edificações residenciais com menor consumo de energia elétrica e melhores condições de conforto aos ocupantes.

2. Estado da arte

Diversos estudos têm investigado estratégias para reduzir o superaquecimento interno em climas tropicais, com ênfase em soluções de resfriamento passivo e melhorias de envoltória.

Gamero-Salinas *et al.* (2021) avaliaram 3840 simulações térmicas em duas cidades tropicais quentes, incluindo Tegucigalpa, Honduras (Aw), testando absorvância solar das paredes, ventilação natural, coeficiente de ganho de calor solar e espaços semiexteriores. A ventilação natural foi identificada como a estratégia mais eficaz, seguida pela redução da absorvância de paredes e do ganho solar pelas janelas, sendo todas recomendadas para códigos de construção em climas tropicais.

Em linha semelhante, Haddad *et al.* (2020) analisaram o impacto das mudanças climáticas no superaquecimento interno em Darwin, Austrália (Aw), e constataram que medidas como melhoria do isolamento térmico, controle da transmitância solar das janelas e otimização da ventilação e infiltração nas janelas poderiam reduzir em até 99% as necessidades de resfriamento e diminuir o pico de temperatura em até 12 °C até 2060.

Outros trabalhos têm explorado soluções inovadoras de materiais e sistemas construtivos. Imjai *et al.* (2024) estudaram o painel isolado estrutural UWall em Chachoengsao, Tailândia (Aw), mostrando que sua aplicação pode reduzir a temperatura interna em até 4 °C e melhorar em 20% o desempenho térmico em relação a paredes de tijolo maciço, destacando a influência da espessura da espuma EPS. Na mesma região climática, Borisuit e Suriyothin (2022) investigaram Centros de Desenvolvimento Infantil em Maha Sarakham, Tailândia (Aw), e verificaram que o isolamento térmico do telhado reduziu em 57,5% as horas excedentes de desconforto, enquanto proteções solares e ventilação auxiliaram na mitigação do calor acumulado.

No contexto indiano, Bano e Tahseen (2024) avaliaram sistemas de cobertura em diferentes zonas climáticas, com destaque para telhados frios, verdes e isolados. Os resultados indicaram economia de 10 a 20% de energia com telhados frios, redução de 10 a 15% no consumo com telhados verdes e eficiência térmica significativa em coberturas isoladas com espuma de poliuretano (PUF) e lã de rocha. Complementarmente, Kumar *et al.* (2020) investigaram o uso de materiais de mudança de fase (PCMs) em tijolos ociosos de argila em Chennai (Aw), observando redução das flutuações de temperatura, das cargas de resfriamento e das emissões de gases de efeito estufa, reforçando a contribuição dos PCMs para maior sustentabilidade e eficiência energética.

Em conjunto, esses estudos evidenciam que tanto estratégias de resfriamento passivo quanto o uso de materiais inovadores têm potencial significativo para reduzir o consumo energético e melhorar o conforto térmico em edificações situadas em climas tropicais.

3. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos da pesquisa foram desenvolvidos em três etapas principais: (1) modelagem termoenergética da edificação estudada, incluindo o modelo real e o de referência conforme a NBR 15.575-1:2024; (2) avaliação do nível de desempenho térmico normativo; e (3) levantamento de estratégias e reavaliação dos modelos.

3.1. Modelo termoenergético

Selecionou-se como estudo de caso uma edificação residencial unifamiliar de baixa renda disponibilizada pelo Núcleo de Orientação para a Sustentabilidade (NOS) do CEFET-MG para a cidade de Curvelo-MG, em razão da facilidade de acesso. O projeto, representativo do mercado da construção civil local, como observado no bairro São Geraldo, possui aproximadamente 60 m² de área construída (Figura 1). A edificação apresenta pé-direito de 3 m e telhado de uma água, distribuído em dois níveis: um sobre a construção principal e outro para a caixa d'água, posicionada acima do banheiro, ambos com inclinação de 15%.

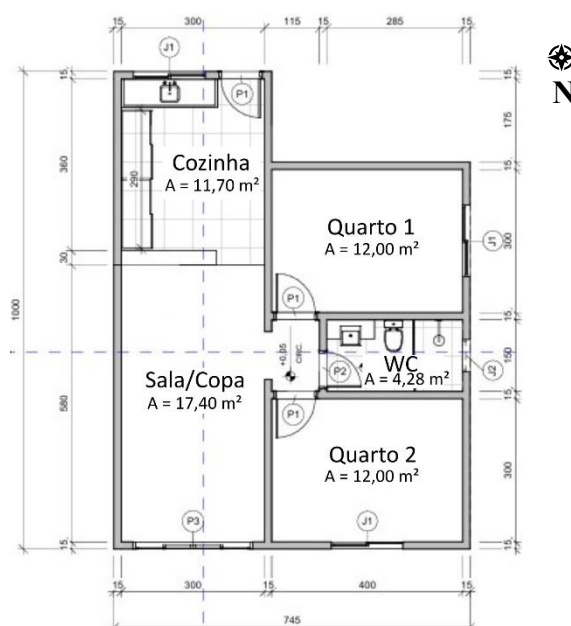
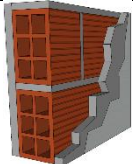
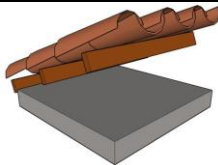


Figura 1: Planta baixa da edificação. Fonte: Os autores (2026).

A construção é composta por reboco, tijolo cerâmico (9 x 14 x 19 cm), laje de concreto de 10 cm, telha, piso cerâmico e contrapiso, conforme detalhado no Quadro 1. O projeto especifica janelas de dois tipos: uma de 1,5 m x 1,0 m, com peitoril a 1,0 m, e outra de 0,6 m x 0,6 m no banheiro, com peitoril a 1,6 m. As portas apresentam três larguras distintas (2,5 m de vidro; 0,8 e 0,7 m de madeira), todas com altura padrão de 2,1 m.

Quadro 1: Propriedades térmicas da envoltória – modelo real.

Propriedades Térmicas da Envoltória					
Vedação	Elemento	Composição	Ut (W/m².K)	CT (kJ/m².K)	α
Paredes externas		1) Pintura externa 2) Argamassa externa (2,0 cm) 3) Bloco cerâmico (9x14x19 cm) 4) Argamassa interna (2,0 cm)	2,55	129	0,6
Cobertura		1) Telha cerâmica (1,0 cm) 2) Câmara de ar (> 5,0 cm) 3) Laje de concreto (1,0 cm)	2,05	238	0,6

Fonte: Os autores (2026).

O método de simulação da NBR 15.575-1:2024 consiste em comparar o desempenho térmico anual da envoltória da edificação proposta com o de uma envoltória de referência definida pela norma (ABNT, 2024). Para isso, devem ser elaborados dois modelos:

- modelo real: representa a edificação analisada, preservando suas características geométricas, propriedades térmicas e composições de elementos transparentes, paredes e cobertura da Unidade Habitacional (UH) proposta;
- modelo de referência: mantém o mesmo volume, área, divisão de ambientes, contato com o solo, orientação solar e entorno do modelo real, mas apresenta alterações nas características térmicas dos sistemas construtivos e nos percentuais de elementos transparentes e aberturas.

As modelagens termoenergéticas foram desenvolvidas no SketchUp Make (2016), versão gratuita, com auxílio da extensão OpenStudio (1.12.0) como interface gráfica e do *plugin* Euclid (0.9.3). O AutoCAD (2021), versão estudantil, foi utilizado para consultas dimensionais e detalhamentos do projeto. Após a modelagem geométrica, as variáveis construtivas e de uso foram inseridas manualmente no EnergyPlus (versão 8.9.0). As condições climáticas de Curvelo-MG foram incorporadas a partir de arquivo climático .EPW do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponibilizado pelo site *OneClimate Building* (2023), referente ao Ano Meteorológico Típico (TMYx2007-2021).

Para o modelo de referência da envoltória, suprimiram-se os elementos de sombreamento e redimensionaram-se as aberturas para atingir o percentual de vãos transparentes de 17%, conforme a Equação 1:

$$Pt_{,APP} = 100 \cdot \frac{At_{APP}}{Ap_{APP}} \quad (1)$$

Sendo:

Pt_{,APP} = percentual dos elementos transparentes das áreas de permanência prolongada (APP) (%);

At_{APP} = área de superfície dos elementos transparentes das APP (m^2);

Ap_{APP} = área de do piso das APP (m^2).

A partir desses cálculos, obtiveram-se as áreas At_{APP} de cada ambiente (Tabela 1), utilizadas na nova modelagem no SketchUp Make (2016), já sem sombreamentos e com os vãos ajustados. A Figura 2 apresenta a comparação entre os modelos Real e de Referência.

Tabela 1: Comparativo de metragem dos elementos transparentes para os modelos real e de referência.

Cômodo	Área do Piso (Ap_{APP}) (m^2)	Área de superfície dos elementos transparentes (At_{APP})	
		Modelo Real (m^2)	Modelo de Referência
Sala/Cozinha	29,10	7,49	4,95
Quarto 1	12,00	1,50	2,04
Quarto 2	12,00	1,50	2,04

Fonte: Os autores (2026).

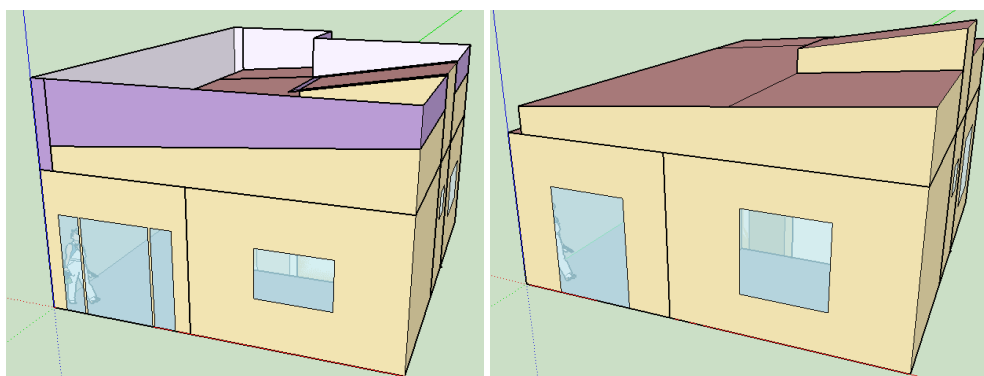


Figura 2 – Comparação entre os modelos Real (a) e de Referência (b) do projeto. Fonte: Os autores (2026).

3.2. Avaliação do Modelo termoenergético

Nesta etapa, avaliou-se o desempenho térmico normativo da edificação e o percentual de horas em condições de conforto térmico dos ocupantes, considerando suas características originais. As análises foram conduzidas pelo procedimento de simulação computacional para edificações naturalmente ventiladas, conforme a NBR 15.575-1:2024. Os resultados de temperatura operativa fornecidos pelas simulações foram tratados no Microsoft Excel (2019), aplicando-se as equações previstas pelo método normativo, a fim de verificar o atendimento ao nível Mínimo (M) de desempenho térmico obrigatório para habitações (ABNT, 2024).

No modelo com ventilação natural, solicitou-se como variável de saída a temperatura operativa horária de cada APP (To_{APP}). Cada simulação forneceu 8.760 valores anuais, correspondentes ao total de horas do ano. A partir desses dados, foram calculados, para cada APP dos modelos Real e de Referência, os seguintes parâmetros (ABNT, 2024):

- percentual de horas de ocupação dos APPs dentro da faixa de temperatura operativa ($PHFT_{APP}$);
- temperatura operativa anual máxima ($Tomáx_{APP}$) de cada APP;
- temperatura operativa anual mínima ($Tomín_{APP}$) de cada APP, nos casos em que a edificação se localiza nas zonas bioclimáticas 1 a 4.

A partir dos valores de $PHFT_{APP}$, $Tomáx_{APP}$ e $Tomín_{APP}$ obtidos para cada APP, determinaram-se os parâmetros $PHFT_{UH}$, $Tomáx_{UH}$ e $Tomín_{UH}$ da unidade habitacional (UH), tanto para o modelo real quanto para o modelo de referência (ABNT, 2024).

O cálculo das horas em condições potenciais de conforto térmico foi realizado pelo método de conforto adaptativo da ASHRAE 55:2017, considerando 80% de aceitabilidade em relação à temperatura neutra, a partir da qual considera-se uma faixa de $\pm 3,5$ °C. Os modelos Real e de Referência foram simulados para as quatro orientações cardeais (norte, sul, leste e oeste), identificando a disposição mais desfavorável em relação à orientação solar.

3.3. Levantamento de estratégias e reavaliação do modelo

A partir de referências bibliográficas e normativas, foram identificados os principais parâmetros bioclimáticos exigidos e recomendados para garantir o desempenho térmico esperado da edificação em Curvelo-MG. Com base nesses parâmetros, foram propostas estratégias projetuais de melhoria, testadas por meio da reaplicação do método de simulação da NBR 15.575-1:2024, visando avaliar sua eficácia no comportamento térmico da edificação.

Por fim, foram indicadas as propostas que apresentaram, potencialmente, menores impactos construtivos ao projeto original, bem como melhorias nas condições conforto térmico oferecidas aos usuários, por meio da reaplicação do método de conforto adaptativo da norma americana ASHRAE 55-2017. O objetivo final foi propor intervenções capazes de otimizar o desempenho térmico e o conforto térmico oferecido aos habitantes de residências localizada na cidade de Curvelo-MG e que, posteriormente, possam ser aplicadas a outras cidades com características climáticas similares.

4. Resultados

O modelo com fachada frontal voltada para a orientação oeste atendeu aos índices mínimos de desempenho térmico (Tabela 2). Contudo, apresentou os menores percentuais de condições de conforto térmico em comparação às demais orientações, tornando-se o objeto central de estudo. O índice de Percentual de Horas de Ocupação da UH dentro de uma Faixa Operativa ($PHFT_{UH}$) foi mediano, apesar do atendimento aos parâmetros mínimos do modelo de referência. Ainda assim, os resultados potenciais de conforto térmico (Tabela 3) foram considerados satisfatórios, mesmo diante das discrepâncias observadas.

Tabela 2: Diagnóstico de desempenho térmico da UH, direção oeste.

Critério	Modelo		Atendimento do Nível Mínimo de desempenho térmico	
	Referência	Real		
PHFT _{UH} (%)	57,0	54,6	(x) Sim	() Não
Tomáx _{UH} (°C)	33,6	33,8	(x) Sim	() Não
Tomín _{UH} (°C)	18,8	18,8	(x) Sim	() Não

Fonte: Os autores (2026).

Tabela 3: Condições de conforto térmico do Modelo Real, direção oeste.

Item	Quarto 1	Quarto 2	Sala	Total
Horas ocupadas	3650	3650	2920	81,9%
Horas em conforto	3287	3298	1788	
Percentual de conforto	90,1%	90,4%	61,2%	

Fonte: Os autores (2026).

A análise das Tabelas 4 e 5 revelou a ocorrência de desconforto térmico tanto por frio quanto por calor, sendo este último mais preponderante. O espaço mais afetado foi a sala conjugada com a cozinha, que apresentou o maior percentual de desconforto térmico por calor, possivelmente influenciado por sua orientação. Assim, os esforços de melhoria foram concentrados nesse ambiente.

Tabela 4: Desconforto por frio do Modelo Real, direção oeste.

Item	Quarto 1	Quarto 2	Sala	Total
Horas ocupadas	3650	3650	2920	5,6%
Horas em desconforto	298	278	0	
Percentual de desconforto	8,2%	7,6%	0,0%	

Fonte: Os autores (2026).

Tabela 5: Desconforto por calor do Modelo Real, direção oeste.

Item	Quarto 1	Quarto 2	Sala	Total
Horas ocupadas	3650	3650	2920	12,3%
Horas em desconforto	64	73	1123	
Percentual de desconforto	1,8%	2,0%	38,5%	

Fonte: Os autores (2026).

Para mitigar o desconforto térmico na sala/cozinha, foram aplicadas quatro estratégias: (1) diminuição da absorvância solar (α) da fachada com pintura clara; (2) redução da transmitância térmica dos vidros; (3) sombreamento das aberturas voltadas a oeste com marquises,

conforme sugerido por Jesús, Dafni e Miguel (2022), Apiparn e Phanchalath (2022), Borisuit e Suriyothin (2022), Haddad *et al.* (2020) e Gamero-Salinas *et al.* (2021); e (4) combinação das três medidas anteriores. O impacto de cada alternativa, isolada e em conjunto, foi avaliado por meio de simulações (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6: Diagnóstico de desempenho térmico da UH à oeste - Estratégias 1 a 4.

Critério	Modelo Real	Estratégia			
		1	2	3	4
PHFT _{UH} (%)	54,6	64,0	57,8	56,5	69,7
Tomá _{UH} (°C)	33,8	32,6	32,9	33,4	31,5
Tomín _{UH} (°C)	18,8	18,7	18,8	18,7	18,7
Atendimento do Nível Mínimo de desempenho térmico	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Os autores (2026).

Tabela 7: Condições de conforto térmico na sala à oeste – Estratégias 1 a 4.

Critério	Modelo Real	Estratégia			
		1	2	3	4
Percentual de conforto	61,2%	73,0%	66,9%	64,1%	84,8%
Desconforto por frio	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%
Desconforto por calor	38,5%	26,5%	32,8%	35,6%	14,7%

Fonte: Os autores (2026).

A Estratégia 1 consistiu na redução da absorvância solar de 0,5 para 0,372 com aplicação de tinta Acrílica Fosca Branco Gelo. Essa medida diminuiu em 12% o desconforto por calor e reduziu em 1,2 °C a temperatura máxima, embora tenha elevado em 1% o desconforto por frio devido à maior refletância. Já a Estratégia 2 reduziu a transmitância térmica do vidro (de 5,7 W/m²K para 3,639 W/m²K) e o fator solar (de 0,87 para 0,428) pela substituição do vidro incolor pelo vidro reflexivo cinza COOL-LITE KNT 155 6mm. Aplicada apenas à porta de vidro da sala conjugada com a cozinha, resultou em redução de 0,9 °C na temperatura máxima e de 5,7% no desconforto por calor.

Na Estratégia 3, foi inserida uma marquise de 1 m ao longo da fachada frontal, conforme o Código de Obras do município de Curvelo/MG (Brasil, 2021). Embora viável por não impactar na área construída, essa solução teve efeito limitado, aumentando em apenas 2,9% o percentual de horas em conforto térmico, reduzindo a temperatura máxima em 0,4 °C e o desconforto por calor em 2,9%.

Após a análise individual, constatou-se que todas as estratégias contribuíram para melhorar o desempenho térmico e o conforto, embora de forma modesta. Assim, optou-se pela aplicação conjunta. A Estratégia 4, que combinou as três medidas, apresentou resultados significativamente superiores: incremento de 15,1% no PHFT_{UH}, redução de até 2,3 °C na temperatura máxima e diminuição de 23,8% no desconforto por calor. Entre as medidas,

destacou-se a redução da absorção solar das paredes como uma das mais eficazes. A Figura 3 evidencia a melhora no comportamento térmico da sala, com redução da amplitude térmica anual em relação ao modelo real.

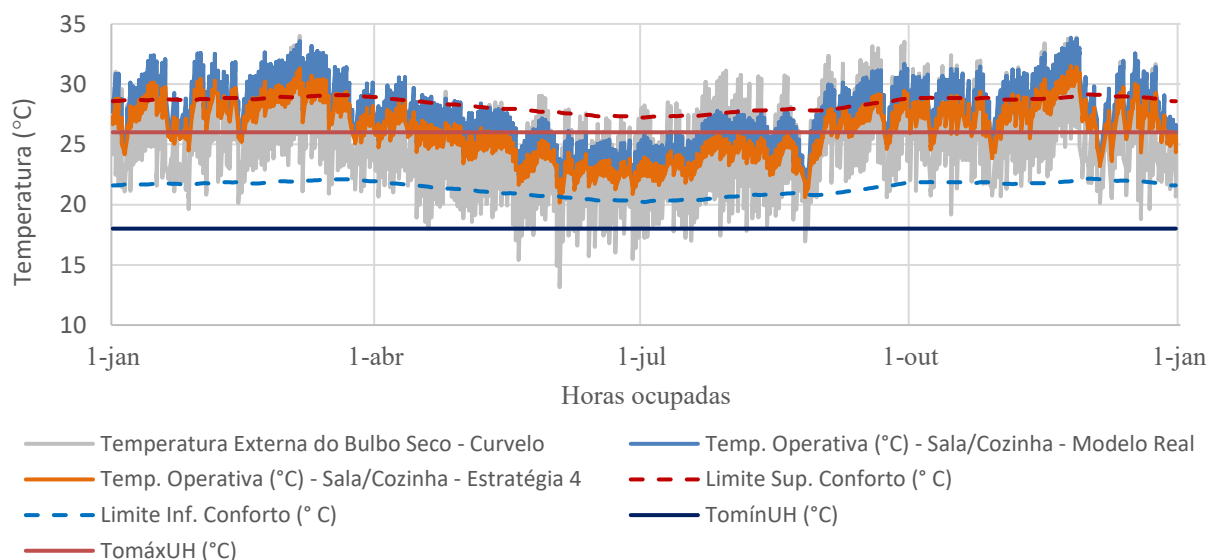


Figura 3: Comportamento térmico da sala, nas horas ocupadas, a oeste – Modelo real x Estratégia 4. Fonte: Os autores (2026).

5. Considerações Finais

A partir das simulações computacionais, utilizando a base de dados bioclimáticos de Curvelo, diagnosticou-se o desempenho térmico da edificação e os percentuais de horas em condições aceitáveis de conforto. Verificou-se que, embora a edificação atendesse aos requisitos mínimos de desempenho da NBR 15575-1:2024, apresentava baixos índices de conforto térmico, sobretudo na sala conjugada à cozinha, voltada para oeste, onde a oscilação térmica diária foi mais acentuada.

Para otimizar o desempenho sem grandes intervenções estruturais, foram propostas estratégias que reduziram significativamente a amplitude térmica e ampliaram as condições de conforto, tais como aplicação de tintas claras, instalação de vidros refletivos e inserção de elementos arquitetônicos de sombreamento, como marquises. Tais medidas demonstraram ganhos substanciais e reforçam que a consideração do desempenho térmico ainda na fase de projeto contribui para edificações mais eficientes e confortáveis para os ocupantes.

Conclui-se, portanto, que a análise do desempenho térmico na etapa executiva do projeto é fundamental para prevenir problemas futuros de conforto, além de possibilitar a adoção de soluções construtivas adequadas às condições climáticas regionais. Nesse sentido, a utilização de materiais apropriados e estratégias arquitetônicas adaptadas à realidade local podem reduzir o consumo energético associado à climatização e promover ambientes habitacionais mais saudáveis. Por fim, destaca-se o potencial de investigações futuras acerca de materiais alternativos e soluções financeiramente viáveis que ampliem o desempenho das edificações e o conforto dos ocupantes, sobretudo no contexto de Curvelo, Minas Gerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), especialmente ao Campus Curvelo, pelo apoio técnico ao desenvolvimento deste trabalho, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo suporte financeiro, e ao Núcleo de Orientação para Sustentabilidade (NOS), pela disponibilização dos projetos utilizados na pesquisa.

Referências

- ABRAHÃO, K. C. de F. J.; SOUZA, R. G. V. de. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. **Ambiente Construído**, v. 21, n. 2, p. 383-408, abr./jun. 2021.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ANSI/ASHRAE Standard 55**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: 2024.
- BANO, F.; TAHSEEN, M. Roofing systems and energy efficiency in low-rise buildings: A comparative study across India's diverse climates. **Green Technologies and Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 100065, 2024.
- BORISUIT, A.; SURIYOTHIN, P. Thermal Comfort Improvement with Passive Design Strategies in Child Development Centers in Thailand. **Sustainability** (Switzerland), v. 14, n. 24, 2022.
- GAMERO-SALINAS, J.; MONGE-BARRIO, A.; KISHNANI, N.; LÓPEZ-FIDALGO, J.; SÁNCHEZ-OSTIZ, A. Passive cooling design strategies as adaptation measures for lowering the indoor overheating risk in tropical climates. **Energy and Buildings**, v. 252, 2021.
- HADDAD, S.; BARKER, A.; YANG, J.; KUMAR, D. I. M.; GARSHASBI, S.; PAOLINI, R.; SANTAMOURIS, M. On the potential of building adaptation measures to counterbalance the impact of climatic change in the tropics. **Energy and Buildings**, v. 229, 2020.
- IMJAI, T.; KEFYALEW, F.; GARCIA, R.; KIM, B.; BRAS, A.; SUKONTASUKKUL, P. Performance of a novel structural insulated panel in tropical climates: Experimental and numerical studies. **Construction and Building Materials**, v. 421, 2024.
- KUMAR, S.; ARUN PRAKASH, S.; PANDIYARAJAN, V.; GEETHA, N. B.; ANTONY AROUL RAJ, V.; VELRAJ, R. Effect of phase change material integration in clay hollow brick composite in building envelope for thermal management of energy efficient buildings. **Journal of Building Physics**, v. 43, n. 4, p. 351–364, 2020.
- MARTINS, F. B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D. F. dos; REBOITA, M. S. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite para Minas Gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 10, n. 0, p. 129-156, 8 nov. 2018.

MELO, J. C. O fenômeno *El Niño* e as secas no Nordeste do Brasil. **Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas**, n. 20, p. 13-21, 1999.

MENDES, D. **Onda de calor atinge todos os municípios de MG e pode durar mais que 5 dias**. 2023. Disponível em: <https://www.em.com.br/gerais/2023/11/6654445-onda-de-calor-atinge-todos-os-municipios-de-mg-e-pode-durar-mais-que-5-dias.html>. Acesso em: 23 nov. 2023.

SARINGER, G. **Vendas de ventiladores aumenta 6 vezes por calor, diz executivo da Mondial**. 2023. Disponível em: <https://www.bol.uol.com.br/noticias/2023/11/16/venda-de-ventiladores-calor.htm>. Acesso em: 23 nov. 2023.

SIAS, E. **Calor na semana não terá precedentes para dezenas de milhões no Brasil**. Onda de calor ganha muita força e trará temperatura alta em diversos estados em semana que reescreverá o clima do Brasil. 2023. METSUL Metereologia. Disponível em: <https://metsul.com/calor-na-semana-nao-tera-precedentes-para-dezenas-de-milhoes-no-brasil/>. Acesso em: 23 nov. 2023.