XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Análise do Impacto de Estratégias Bioclimáticas no Desempenho e Conforto Térmico em Habitações Sociais em Clima Quente e Úmido

Análisis del Impacto de Estrategias Bioclimáticas en el Desempeño y Confort Térmico en Viviendas Sociales en Climas Cálidos y Húmedos

Analysis of the Impact of Bioclimatic Strategies on Thermal Performance and Comfort in Social Housing in Hot and Humid Climates

Conforto Térmico */ Confort Térmico / Thermal Comfort*

De Medeiros Machado, Rebecca
Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil

Santos Arruda, Euler
Doutor em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil,
eulerarruda@ufpa.br

Santos Barata, Márcio
Doutor em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil,
marciobarata@ufpa.br

Ramos Zemero, Bruno
Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil,
brunorz@ufpa.br

Resumo

O conforto térmico em Habitações de Interesse Social (HIS) em climas quentes e úmidos é um desafio. Este artigo objetiva analisar o impacto de estratégias bioclimáticas no desempenho e conforto térmico de HIS em Belém-Pará, conforme NBR 15575. Utilizou-se simulações computacionais para comparar um modelo base com modelos incorporando ventilação natural, sombreamento, cores da envoltória, isolamento da cobertura e componentes de baixa capacidade térmica, avaliando PHFT e Tomáx (NBR 15575/16401-2). Os resultados indicaram melhoria substancial, como o aumento de 37% no PHFT da UH da cobertura. Conclui-se que estratégias bioclimáticas bem planejadas são cruciais para otimizar o conforto em HIS. O estudo contribui ao quantificar benefícios, subsidiando projetos mais sustentáveis e reforçando a aplicação integrada de normativas.

Palavras-chave: Conforto térmico. Eficiência Energética. Metamodelo.

Resumen

El confort térmico en Viviendas de Interés Social (VIS) ubicadas en climas cálidos y húmedos representa un desafío importante. Este artículo tiene como objetivo analizar el impacto de estrategias bioclimáticas en el desempeño y confort térmico de VIS en Belém, Pará, conforme a la norma NBR 15575. Se realizaron simulaciones computacionales para comparar un modelo base con otros que incorporan ventilación natural, sombreamiento, colores de la envolvente, aislamiento de la cubierta y componentes de baja capacidad térmica, evaluando PHFT y Tomáx (NBR 15575/16401-2). Los resultados indicaron mejoras significativas, como un aumento del 37% en el PHFT de la unidad habitacional ubicada en la cubierta. Se concluye que las estrategias bioclimáticas bien planificadas son fundamentales para optimizar el confort en las VIS. El estudio contribuye al cuantificar beneficios, apoyando proyectos más sostenibles y reforzando la aplicación integrada de las normativas.

Palabras clave: Confort Térmico. Eficiencia Energética. Metamodelo.

Abstract

Thermal comfort in Social Housing (SH) located in hot and humid climates presents a significant challenge. This article aims to analyze the impact of bioclimatic strategies on the thermal performance and comfort of SH in Belém, Pará, according to the NBR 15575 standard. Computational simulations were used to compare a base model with others incorporating natural ventilation, shading, envelope colors, roof insulation, and components with low thermal capacity, evaluating PHFT and Tomáx (NBR 15575/16401-2). The results indicated substantial improvements, such as a 37% increase in PHFT for the top-floor unit. It is concluded that well-planned bioclimatic strategies are crucial to optimizing comfort in SH. The study contributes by quantifying the benefits, supporting more sustainable designs, and reinforcing the integrated application of standards.

Keywords: Thermal Comfort. Energy Efficiency. Metamodel.

Introdução

As mudanças climáticas e o crescimento urbano impõem desafios ao setor habitacional, especialmente em regiões de clima quente e úmido, como Belém do Pará, na Zona Bioclimática 6A (NBR 15220, 2023). Com temperaturas médias anuais de 27°C e alta umidade, as habitações de interesse social (HIS) enfrentam deficiências no desempenho térmico passivo, resultando em elevado consumo energético ou desconforto térmico para populações de baixa renda (KRELLING et al., 2023). Estratégias bioclimáticas, como ventilação cruzada, sombreamento eficiente e materiais de baixa condutividade térmica, são soluções viáveis para melhorar o desempenho térmico (GIVONI, 1998; ROAF; FUENTES; THOMAS, 2003). Apesar das melhorias nas normativas (ABNT NBR 15575, 2021; BRASIL, 2022), há uma lacuna na literatura quanto à avaliação quantitativa dessas estratégias em HIS em climas úmidos, especialmente em relação à sua relação custo-benefício e conformidade com as normas (DE VECCHI; CANDIDO; LAMBERTS, 2022).

Este estudo visa analisar o impacto das estratégias bioclimáticas no desempenho térmico e no conforto ambiental das HIS em Belém-PA, comparando um modelo convencional com um modelo otimizado. A análise será feita utilizando indicadores como o Percentual de Horas na Faixa de Temperatura Operativa (PHFT) e a Temperatura Operativa Máxima Anual (Tomáx), com ferramentas como o CBE Thermal Comfort Tool. O estudo também correlacionará esses resultados com os critérios da ABNT NBR 16401-2 (2021) e INI-R (BRASIL, 2022) para eficiência energética, buscando identificar sinergias e contradições entre conforto térmico e desempenho energético. A metodologia inclui simulações computacionais com o Metamodelo PBE Edifica e análise de dados climáticos reais, aplicados a um estudo de caso de HIS em Belém. Os resultados indicam que a combinação de isolamento térmico, ventilação natural e baixa absortância solar pode reduzir em até 59% as horas de desconforto térmico (PHFT > 98%), mesmo com temperaturas externas extremas de até 33,76°C.

Métodologia

Este estudo adota uma abordagem metodológica integrada, composta por modelagem digital, simulação computacional e análise normativa, com o objetivo de avaliar o impacto de estratégias bioclimáticas no desempenho térmico de habitações de interesse social (HIS) no contexto amazônico.

A etapa inicial consistiu na definição dos parâmetros de projeto com base nas diretrizes da NBR 15575 (ABNT, 2021) (desempenho térmico de edificações habitacionais) e da NBR 16401 (ABNT, 2021) (parâmetros de conforto térmico para ventilação natural), além dos critérios estabelecidos pelo INI-R (Instrumento Normativo de Etiquetagem Residencial). Com isso, foram desenvolvidos dois modelos representativos: um modelo de referência, baseado em configurações construtivas convencionais, e um modelo alternativo, incorporando estratégias bioclimáticas como sombreamento passivo, ventilação cruzada, uso de materiais com alta massa térmica e melhorias em elementos de envoltória.

Para a avaliação do desempenho térmico, utilizou-se o metamodelo do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica)**,** o qual permite estimar a porcentagem de horas em conforto térmico (PHFT), bem como identificar as temperaturas operativas elevadas (Tomáx/mín), segundo condições de ventilação natural. Os dados foram, então, analisados com suporte da ferramenta CBE Thermal Comfort Tool, permitindo validar o desempenho das unidades sob diferentes limites de conforto. Essa abordagem busca contribuir para a consolidação de métodos acessíveis e normativamente alinhados para o projeto de edificações residenciais em regiões tropicais úmidas.

Caracterização Climática de Belém do Pará

Belém do Pará está situada na Zona Bioclimática 6A, conforme estabelecido pela NBR 15220-3 (ABNT, 2024), caracterizando-se por um clima extremamente quente e úmido durante todo o ano. A temperatura média anual de bulbo seco (TBSm) atinge ou ultrapassa 27,0°C, enquanto a umidade relativa do ar mantém-se persistentemente elevada, com média anual superior a 66,8%, admitindo o enquadramento no intervalo 3 (tabela 1) de temperatura operativa da NBR 15575 (ABNT, 2021).

Tabela 1 - Faixas de temperaturas operativas para determinação do PHFT e CgTR

Intervalo	Média anual de temperatura de bulbo seco do arquivo climático - TBS (°C)	Faixa de temperatura operativa de interesse (°C)	
		$PHFT_{APP}$	$CgTR_{APP}$
1	TBSm < 25,0 °C	18,0 °C To_{APP} <26,0 °C	To_{APP} ≥ 26,0 °C

Fonte: Adaptada NBR 15575 (2021).

Essas condições climáticas impõem desafios significativos ao conforto térmico nas edificações, especialmente em habitações de interesse social, onde a capacidade de adaptação passiva ao clima é frequentemente limitada.

Tabela 2 - Estratégias Bioclimáticas Recomendadas pela NBR 15220-3:2024

Estratégias	Recomendações
Ventilação Natural	Priorizar ventilação cruzada (aberturas opostas); maior área de ventilação + sombreamento em Ambientes de Permanência Prolongada; usar diferença de alturas entre aberturas (peitoril ventilado + exaustão superior).
Sombreamento	Sombreamento de todas as aberturas ao longo do dia
Cores da Envoltória	Adoção de cores claras na envoltória para reduzir a absorção de calor
Isolamento Térmico	Recomendado na cobertura, combinado com baixa absortância solar (cores claras)
Componentes Construtivos	Preferência por componentes de baixa capacidade térmica quando adotado isolamento térmico nas paredes externas

Fonte: Adaptada NBR 15220-3 (ABNT, 2024)

Estudo de Caso

As unidades habitacionais (UHs) analisadas apresentam pé-direito de 2,80 e 2,40 (modelo de referência) m e área útil total de 47,70 m², composta por dois dormitórios (9,65 m² cada), um banheiro (3,39 m²), uma sala de estar (15,10 m²) e uma cozinha integrada à área de serviço (8,85 m²), conforme planta ilustrada na Figura 1 e Tabela 3. Para fins de simulação, foram selecionadas três UHs localizadas em diferentes pavimentos, representando distintas exposições térmicas: UH1 (pavimento térreo), UH5 (pavimento intermediário) e UH9 (último pavimento/cobertura), todas com orientação nordeste. O acesso às unidades habitacionais (UHs) se dá por meio de corredores localizados na fachada principal e por uma escada posicionada na lateral esquerda da edificação (Figura 1). Para a envoltória, foram adotadas soluções construtivas com baixa inércia térmica em paredes e coberturas, alinhadas às recomendações da NBR 15220 (ABNT, 2023) para a Zona Bioclimática 6A. Essa estratégia visa reduzir a absorção de calor e retardar sua transferência para o ambiente interno, favorecendo o conforto térmico passivo. Além disso, foram incorporados dispositivos de sombreamento nas aberturas e priorizada a ventilação cruzada.

Figura 1 - Estudo de caso



Fonte: Autor.

Diretrizes construtivas

As diretrizes construtivas adotadas seguiram o método simplificado da INI-R e NBR 15575 (ABNT, 2021). Além disso, foram consideradas as recomendações de eficiência e custo-benefício do relatório EEDUS (2021).

Tabela 3 - Componentes construtivos modelo real

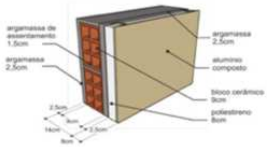
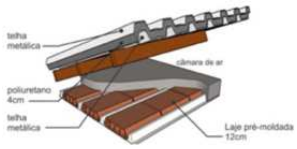
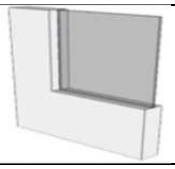
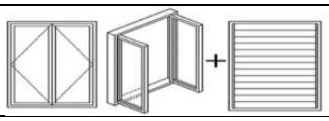
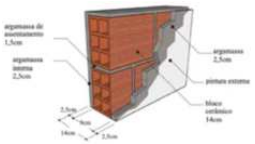
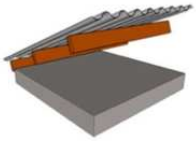
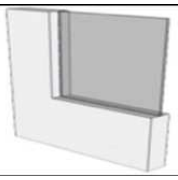
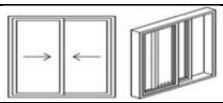
PAREDES	SISTEMA DE COBERTURA	VIDROS
		
Argamassa interna (2,5cm); Bloco cerâmico (9,0x14,0x24,0cm); Argamassa externa (2,5cm); Poliestireno (8cm); Placa de alumínio composto; Pintura externa acrílica fosca cor – Branco	Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha metálica – 0,1 cm; Poliuretano 4,0 cm; Telha metálica 0,1cm	Vidro simples incolor (6 mm)
U (W/ m²K): 0,31, CT [kJ/ m²K]: 134, α: 0,158	U (W/ m²K): 0,53, CT [kJ/ m²K]: 176, α: 0,158	U (W/ m²K): 5.700, Fator Solar: 0,87
LAJE	**SISTEMA DE COBERTURA**	
		
Laje nervurada com preenchimento de poliestireno expandido (22,5 cm); Contrapiso (2 cm) – Piso cerâmico	Janela de abrir com veneziana – 1,40 x 1,60 / 1,10 (quartos) – 1,20 x 1,50 / 1,30 (cozinha) – 1,40 x 2,5 / 1,10 (sala) – sombreamento por brise/sacada	
U (W/ m²K): 3,74, CT [kJ/ m²K]: 220	Fator de Ventilação (FV): 90 Percentual de elementos transparentes: 23%	

Tabela 4 - Componentes construtivos modelo de referência

PAREDES	SISTEMA DE COBERTURA	VIDROS
		
Parede com argamassa interna (2,5cm); Bloco cerâmico (9,0x14,0 x24,0cm); Argamassa externa (2,5cm); Pintura externa tinta acrílica fosca cor: Camurça	Cobertura com forro madeira (1,0cm); Câmara de ar (> 5,0 cm); Telha cerâmica; Pintura tinta Látex PVA cor: areia	Vidro simples incolor (6 mm)
U (W/ m²K): 2,46; CT [kJ/ m²K]: 150; α: 55,8	U (W/ m²K): 2,06; CT [kJ/ m²K]: 233; α: 39	U (W/ m²K): 5.700; Fator Solar: 0,87
LAJE	**SISTEMA DE COBERTURA**	

	
Laje maciça 10 cm	Janela simples de correr – sombreamento por brise/sacada – 1,20 x 1,40 / 1,10 (quartos) – 1,00 x 1,50 / 1,30 (cozinha) – 1,20 x 2,10 / 1,10 (sala)
U (W/ m²K): 3,74; CT [kJ/ m²K]: 220	Fator de Ventilação (FV): 45, Percentual de elementos transparentes: 17%

Projeteee (s.d)

Resultados

O Metamodelo foi configurado considerando os limites estabelecidos para o Modelo de Referência (Tabela 2) e os componentes construtivos adotados no Modelo Real (Tabela 4). A partir dessa configuração, os dados de saída foram extraídos conforme apresentado nas Tabelas 6, 7, 8 e 9. Esses resultados compõem a base para o cálculo dos parâmetros de conforto térmico, em conformidade com os critérios definidos na NBR 15575 (ABNT, 2021).

Tabela 5 - Dados de saída para UH3 e UH6 (modelo de referência)

APPs H6 e H3	Carga Térmica Aquecimento	Carga Térmica Resfriamento	PHiFT	PHsFT	Tomáx	Tomín
Dormitório 1	0,33	942	0,01	4,99	31,70	26,25
Dormitório 2	0,29	618,56	0,01	7,98	31,58	26,20
Sala	0,62	2822,82	0,01	62,49	32,59	27,60

Tabela 6 - Dados de saída UH3 e UH6 (modelo real)

APPs H6 e H3	Carga Térmica Aquecimento	Carga Térmica Resfriamento	PHiFT	PHsFT	Tomáx	Tomín
Dormitório 1	0,89	0,39	0,01	0	29,19	25,48
Dormitório 2	0,88	-1,94	0,01	0,02	29,37	25,47
Sala	0,56	243,57	0,01	4,68	30,80	26,35

Tabela 7 - Dados de saída UH9 (Modelo de referência)

APPs H6 e H3	Carga Térmica Aquecimento	Carga Térmica Resfriamento	PHiFT	PHsFT	Tomáx	Tomín
Dormitório 1	0,28	874,92	0,01	14,46	32,01	25,90
Dormitório 2	0,15	640,62	0,01	23,52	31,97	25,68
Sala	0,63	2708,03	0,01	75,88	33,76	27,48

Tabela 8 - Dados de saída UH9 (modelo real)

APPs H6 e H3	Carga Térmica Aquecimento	Carga Térmica Resfriamento	PHiFT	PHsFT	Tomáx	Tomín
Dormitório 1	0,68	0,15	0,01	0	29,56	25,07
Dormitório 2	0,52	-0,83	0,01	0	29,73	25,03
Sala	0,67	245,96	0,01	4,12	31,20	26,18

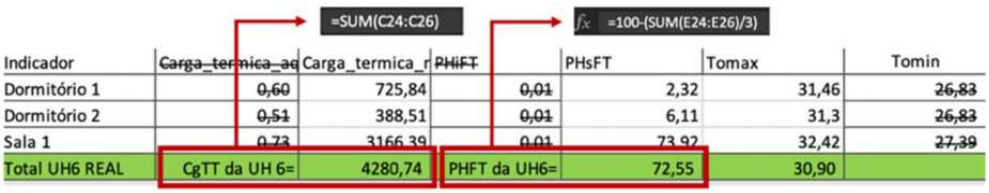
Fonte: Autor.

Com base nesses dados, procedeu-se à análise do desempenho térmico da edificação, por meio dos indicadores normativos: Temperaturas Operativas Máxima e Mínima (Tomáx e Tomín), Percentual de Horas na Faixa de Temperatura Operativa (PHFT), bem como as Cargas Térmicas Anuais de Refrigeração (CgTR) e Aquecimento (CgTA), cuja soma resulta na Carga Térmica Total Anual (CgTT), utilizada na classificação do nível de desempenho. Os valores obtidos foram organizados em uma planilha de cálculo, desenvolvida para permitir uma avaliação automatizada, clara e alinhada às exigências da norma.

Percentual de Horas em Faixa de Temperatura Operativa

Para efetivar o cálculo de percentual de horas ocupadas dentro de uma faixa de temperatura operativa, é necessário o cálculo de PHFT para cada ambiente de permanência prolongada (APP), a partir da média aritmética de todos os percentuais, é possível definir a porcentagem da unidade habitacional (UH), como demonstra a figura 2:

Figura 2 - Procedimento para o cálculo do PHFT e CgTT em planilha excel



Fonte: Autor.

Tabela 9 - Indicadores de desempenho térmico UH3 e UH6

Indicadores	Modelo de Referência	Modelo Real
PHFT (%)	62,05%	98,63%
CgTR (KWh)	4223,57	670,22
Tomáx	33,76 °C	31,2 °C
Tomín	25,68 °C	25,03 °C

Fonte: Autor.

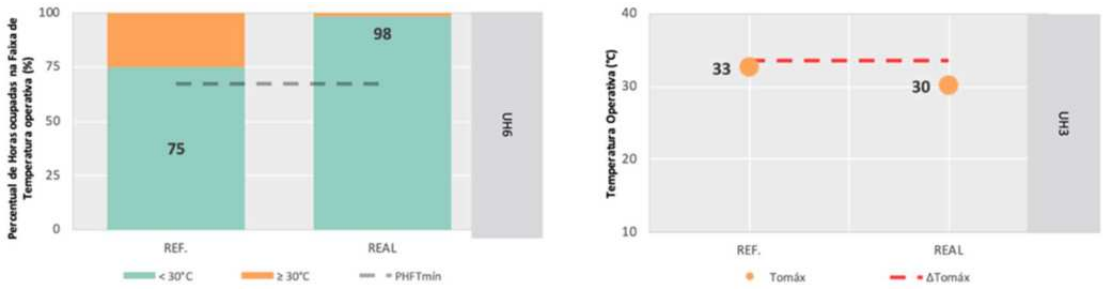
Tabela 10 - Indicadores de desempenho térmico UH9 (cobertura)

Indicadores	Modelo de Referência	Modelo Real
PHFT (%)	62,05%	98,63%
CgTR (KWh)	4223,57	670,22
Tomáx	33,76 °C	31,2 °C
Tomín	25,68 °C	25,03 °C

Fonte: Autor.

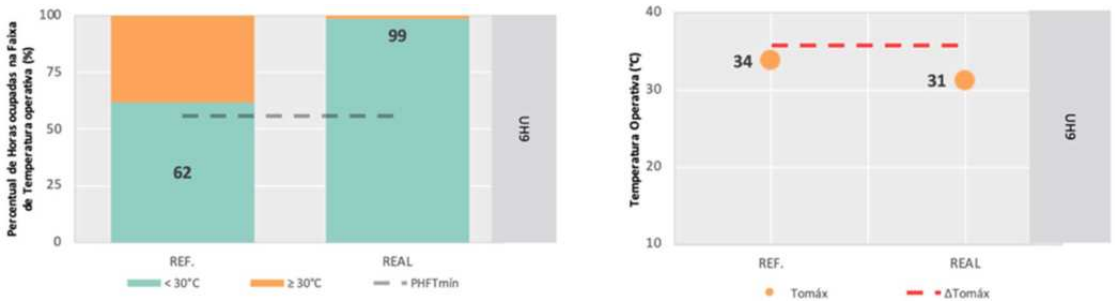
Os resultados evidenciam o potencial das estratégias bioclimáticas na mitigação do desconforto térmico em habitações sociais expostas a climas severos. A redução de até 59% nas horas de desconforto — com Percentual de Horas na Faixa de Temperatura Operativa (PHFT) superior a 98% — demonstra que a sinergia entre isolamento térmico eficiente, ventilação natural e superfícies com baixa absortância solar é capaz de compensar, em grande medida, os efeitos das temperaturas externas elevadas, que na região chegam a picos de 33,76°C. Essa performance sugere que, mesmo sem o uso de sistemas mecânicos de climatização, é possível alcançar níveis elevados de conforto térmico, reforçando a viabilidade de soluções passivas no contexto da habitação de interesse social em zonas quentes e úmidas.

Figura 3 - Comparativo PHFT e Tomáx UH3 (térreo sob pilotis) modelo real e de referência



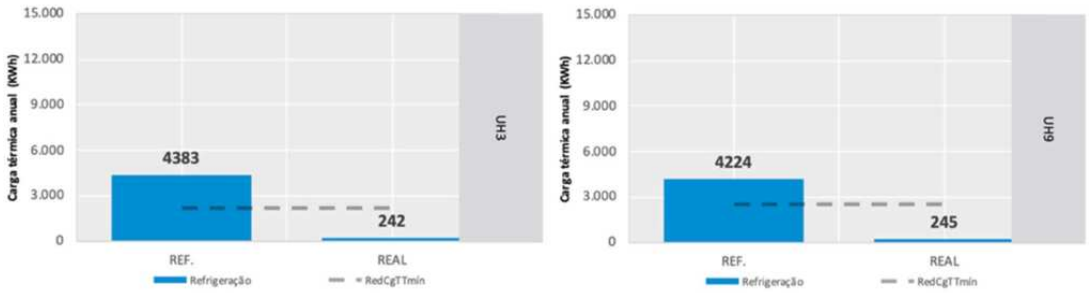
Fonte: Autor.

Figura 4 - Comparativo PHFT e Tomáx UH9 (cobertura) modelo real e de referência



Fonte: Autor.

Figura 5 - Comparativo entre indicadores Carga Térmica Anual UH3 (térreo) e UH9 (cobertura) modelo real e de referência

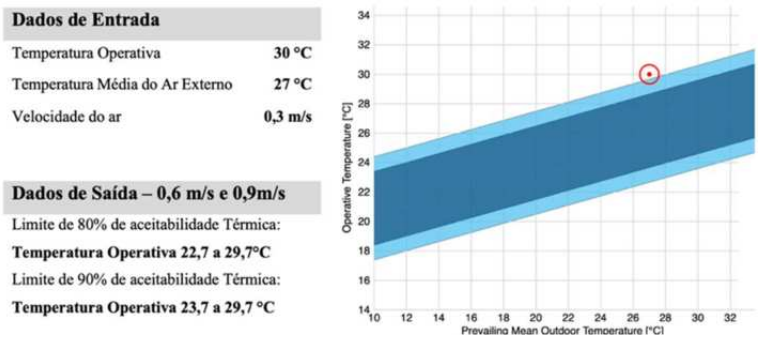


Fonte: Autor.

Análise conforto térmico

A primeira observação a ser considerada será o limite de temperatura operativa de interesse em < 30 °C, em função da média anual temperatura da cidade de Belém de 27,0 °C. O objetivo é verificar se os resultados de PHFT atendem aos critérios de conforto térmico. Além disso, inicialmente será adotado o menor valor para velocidade do ar (0,3 m/s). Os dados de saída e seu correspondente gráfico obtidos observados:

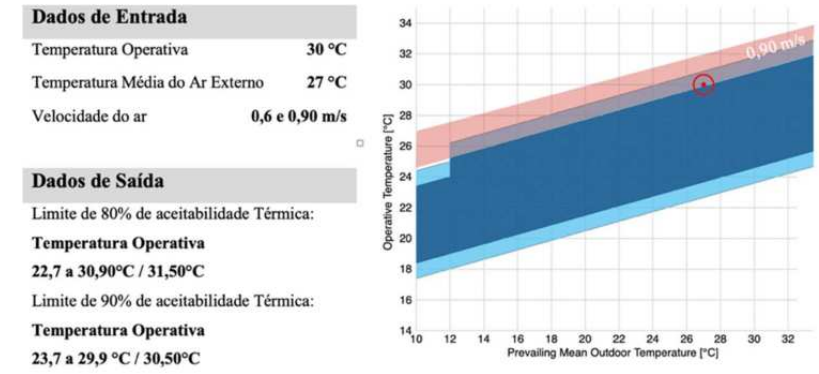
Figura 6 - Zona gráfica de conforto temperatura de interesse



Fonte: Autor.

A ferramenta definiu um limite de 80% de aceitabilidade térmica, com faixa de temperatura operativa entre 22,7°C e 29,7°C na zona de conforto. Observa-se que a estimativa de horas dentro dessa faixa está alinhada com os votos de conforto térmico, considerando a pequena diferença entre as normativas: TO < 30°C (norma de desempenho) e 29,7°C (norma de conforto). A NBR 16401:2021 permite expandir o limite superior da temperatura operativa para espaços acima de 25,5°C, considerando o aumento da velocidade do ar (até 0,8 m/s).

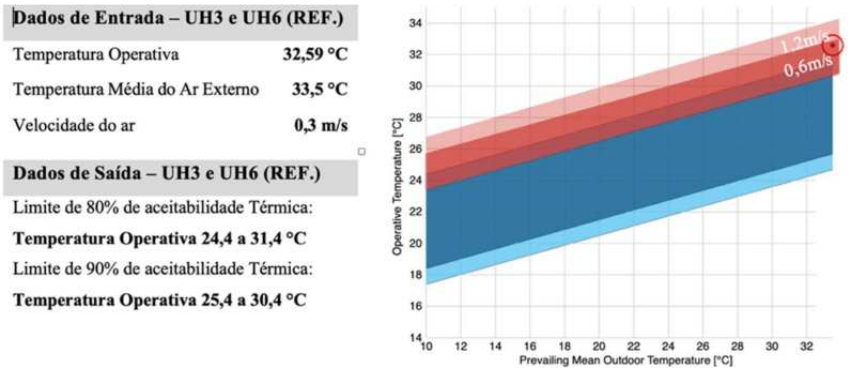
Figura 7 - Zona gráfica de conforto em função da velocidade do ar em 0,6 m/s



Fonte: Autor.

O aumento da velocidade do ar para 0,90 m/s elevou a aceitabilidade térmica para 90%, com temperaturas operativas entre 23,7 °C e 30,5 °C, evidenciando o papel estratégico da ventilação cruzada em climas adversos. No cenário menos eficiente (PHFT de 74,85%), o metamodelo estimou uma temperatura operativa máxima de 32,59 °C, próxima à média externa de 34,4 °C registrada no arquivo climático. No entanto, a ASHRAE 55 (ANSI, 2020) impõe um limite de 33,5 °C para a temperatura média externa, restringindo a aplicabilidade da análise em condições mais extremas.

Figura 8 - Zona gráfica de conforto UH6 modelo de referência

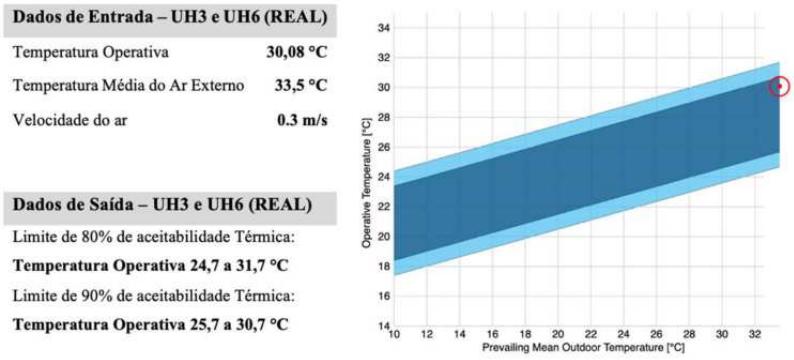


Fonte: Autor.

Observa-se que, sem estratégias passivas, o ambiente ultrapassa os limites de aceitabilidade térmica, especialmente quando a temperatura média externa excede 31,4°C. No entanto, com velocidade do ar de 0,6 m/s, a admissibilidade térmica atinge 80%, destacando a relevância da ventilação cruzada. A análise da UH real, com materiais de maior desempenho térmico,

confirmou essa tendência: PHFT de 98,43% e Tomáx de 30,08°C mantiveram a edificação dentro da faixa de 90% de aceitabilidade, mesmo sob condições severas.

Figura 9 - Zona gráfica de conforto Tomáx UH6 Real



Fonte: Autor.

Em regiões de altas temperaturas externas, observou-se desconforto por frio mesmo com temperaturas operativas elevadas — 25,7°C para 90% e 24,7°C para 80% de aceitabilidade. Valores considerados confortáveis em outros climas brasileiros. Esse comportamento confirma a adaptação climática discutida por De Vecchi et al. (2014; 2021), que propõem ampliar os limites inferiores de conforto considerando a influência da vestimenta (clo). No caso das unidades UH9 (cobertura), com temperatura externa de 33,5°C, o modelo de referência apresentou PHFT de 62,05% e Tomáx de 33,76°C, enquanto o modelo real atingiu PHFT de 98,63% e Tomáx de 31,2°C, reforçando a eficácia das estratégias passivas aplicadas.

Conclusão

Este estudo se propôs a analisar o impacto de estratégias bioclimáticas no desempenho térmico e conforto em Habitações de Interesse Social (HIS) em Belém-Pará, referenciando-se na NBR 15575. As simulações computacionais demonstraram que a aplicação de estratégias como ventilação natural otimizada, sombreamento adequado, uso de cores claras na envoltória, isolamento térmico na cobertura e componentes construtivos de baixa capacidade térmica pode resultar em melhorias significativas. Especificamente, observou-se um aumento de até 37% no Percentual de Horas com Temperatura Operativa dentro da Zona de Conforto (PHFT) para a unidade habitacional da cobertura, além da redução das temperaturas operativas máximas. Conclui-se que a adoção consciente e planejada de estratégias bioclimáticas é fundamental para otimizar o conforto térmico e a eficiência energética em HIS localizadas em climas quentes e úmidos. Este trabalho contribui ao fornecer evidências

quantitativas do impacto positivo dessas estratégias, oferecendo subsídios para projetos arquitetônicos mais sustentáveis e para a formulação de políticas públicas que visem a melhoria da qualidade de vida em habitações sociais, alinhando-se às diretrizes normativas e promovendo um ambiente construído mais resiliente às condições climáticas adversas.

Referências

ABNT NBR 15220. Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2023.

ABNT NBR 15575. Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT NBR 16401-2. Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico. Rio de Janeiro, 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Portaria nº 309, de 27 de junho de 2022. Instrução Normativa de Eficiência Energética para Edificações Residenciais (INI-R). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 jun. 2022.

DE VECCHI, R.; CANDIDO, C.; LAMBERTS, R. Adaptive thermal comfort in social housing: A case study in Brazil. Building and Environment, v. 207, p. 108-120, 2022.

KRELLING, A. F. et al. A thermal performance standard for residential buildings in warm climates: Lessons learned in Brazil. Energy and Buildings, v. 281, p. 112770, 2023.

PBE EDIFICA. Metamodelo da INI-R. 2022. Disponível em: https://cb3e.sites.ufsc.br. Acesso em: 8 mar. 2023.

RODRIGUES, M. P.; FROTA, A. B.; GONZÁLEZ, S. M. Thermal comfort in social housing: Challenges for tropical climates. Habitat International, v. 108, p. 102-115, 2021.

TARTARINI, F. et al. CBE Thermal Comfort Tool: Online tool for thermal comfort calculations and visualizations. SoftwareX, v. 12, 2020.

UN-HABITAT. The Right to Adequate Housing. Nairobi: United Nations, 2020.