ENTAC 2026
XXI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Goiânia, Brasil de 14 a 16 de outubro de 2026

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8245

Estratégias passivas para a otimização térmica de habitações em contêineres em climas quentes brasileiros

Passive strategies for the thermal optimization of container housing in Brazilian hot climates

Joana Anny Mafalda de Oliveira
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | joana.anny@posgrad.ufsc.br
Enedir Ghisi
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | enedir.ghisi@ufsc.br
Deivis Luis Marinoski
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | deivis.marinoski@ufsc.br

Resumo

Habitações em contêineres apresentam vulnerabilidade ao estresse térmico em climas tropicais, demandando estratégias passivas. Este estudo avaliou o desempenho térmico de uma habitação em contêiner nos climas de Fortaleza e Paulo Afonso com simulações computacionais. Foram analisados os efeitos da redução da absortância da envoltória e da instalação de venezianas, considerando ventilação natural conforme a NBR 15575. Os resultados mostraram redução da carga em até 40% com a diminuição da absortância e de até 42% com a adoção de venezianas. A combinação das estratégias reduziu a temperatura operativa em até 4,1 °C e possibilitou desempenho intermediário no clima quente e seco. No clima quente e úmido, o desempenho permaneceu mínimo, evidenciando as limitações do resfriamento passivo sob alta umidade. Os resultados fornecem subsídios para o projeto de construções modulares em climas quentes.

Palavras-chave: Contêiner. Desempenho térmico. Estratégias passivas. Simulação.

Abstract

Container housing is vulnerable to thermal stress in tropical climates, requiring passive strategies. This study evaluated the thermal performance of a container dwelling in the climates of Fortaleza and Paulo Afonso using computer simulations. The effects of reducing envelope solar absorptance and installing louvers were analysed under natural ventilation conditions in accordance with NBR 15575. The results showed load reductions of up to 40% by reducing solar absorptance and up to 42% with the use of louvers. The combined strategies reduced operative temperature by up to 4.1 °C and achieved intermediate performance in the hot-dry climate. In the hot-humid climate, performance remained at the minimum level, highlighting the limitations of passive cooling under high humidity. The findings provide guidance for the design of modular buildings in tropical climates.

Keywords: Container. Thermal performance. Passive strategies. Simulation.

OLIVEIRA, J. A. M.; GHISI, E.; MARINOSKI, D. L. Estratégias passivas para a otimização térmica de habitações em contêineres em climas quentes brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8245

INTRODUÇÃO

A construção modular com o uso de contêineres marítimos tem ganhado destaque como alternativa para habitações, em razão da velocidade de execução, da viabilidade econômica e da ampla disponibilidade de diferentes tipologias de contêineres [1]. Entretanto, as propriedades térmicas do aço — caracterizadas pela alta condutividade e baixa inércia térmica — representam um desafio significativo, especialmente em climas quentes [2, 3]. Estudos indicam que o uso de contêineres sem o devido tratamento da envoltória resulta em temperaturas internas excessivas, elevando o consumo energético para resfriamento [4, 5].

Embora o isolamento térmico interno melhore o desempenho dessas edificações, ele não é suficiente para atingir níveis superiores de desempenho térmico em cidades de clima quente e úmido ou semiárido [6]. Pesquisas anteriores demonstraram que, mesmo com isolamento, os ambientes de permanência prolongada enfrentam dificuldades para atender aos requisitos normativos brasileiros devido à baixa resistência térmica residual da envoltória metálica [7].

Nesse contexto, a aplicação de estratégias passivas de otimização torna-se fundamental. Este artigo tem como objetivo apresentar e discutir os resultados de otimizações de desempenho térmico em uma residência de contêiner em dois climas quentes brasileiros. As melhorias focam na redução da absortância solar das superfícies e na inclusão de venezianas, baseando-se nas recomendações da Cartilha de Casos Otimizados [8].

Além das estratégias relacionadas à envoltória, a ventilação natural constitui um dos principais mecanismos passivos para a promoção do conforto térmico em climas quentes. Entretanto, o presente estudo concentra-se especificamente na avaliação dos efeitos da redução da absortância solar e do sombreamento das aberturas sobre o desempenho térmico da edificação, mantendo as condições de ventilação compatíveis com os requisitos normativos estabelecidos pela NBR 15575-1 [9].

MÉTODO

A avaliação do desempenho térmico foi realizada por meio de simulação computacional no software EnergyPlus (versão 23.2.0), com modelagem geométrica no SketchUp com extensão Euclid (versão 0.9.4.4). O procedimento metodológico seguiu os requisitos e critérios de desempenho térmico da NBR 15575-1 [9].

DADOS CLIMÁTICOS

As cidades selecionadas foram escolhidas com base na representatividade de climas quente e úmido e semiárido. Nesse contexto, Fortaleza e Paulo Afonso foram definidas como cidades de estudo. Os arquivos climáticos utilizados são provenientes da base-padrão da NBR 15575-1 [9]. A Tabela 1 apresenta as classificações climáticas das cidades, enquanto a Figura 1 ilustra a temperatura de bulbo seco e a umidade relativa do ar. Ambas as cidades apresentam temperatura média de bulbo seco (TBSm) enquadrada no intervalo 2 (25 °C ≤ TBSm < 27 °C), conforme os critérios para a

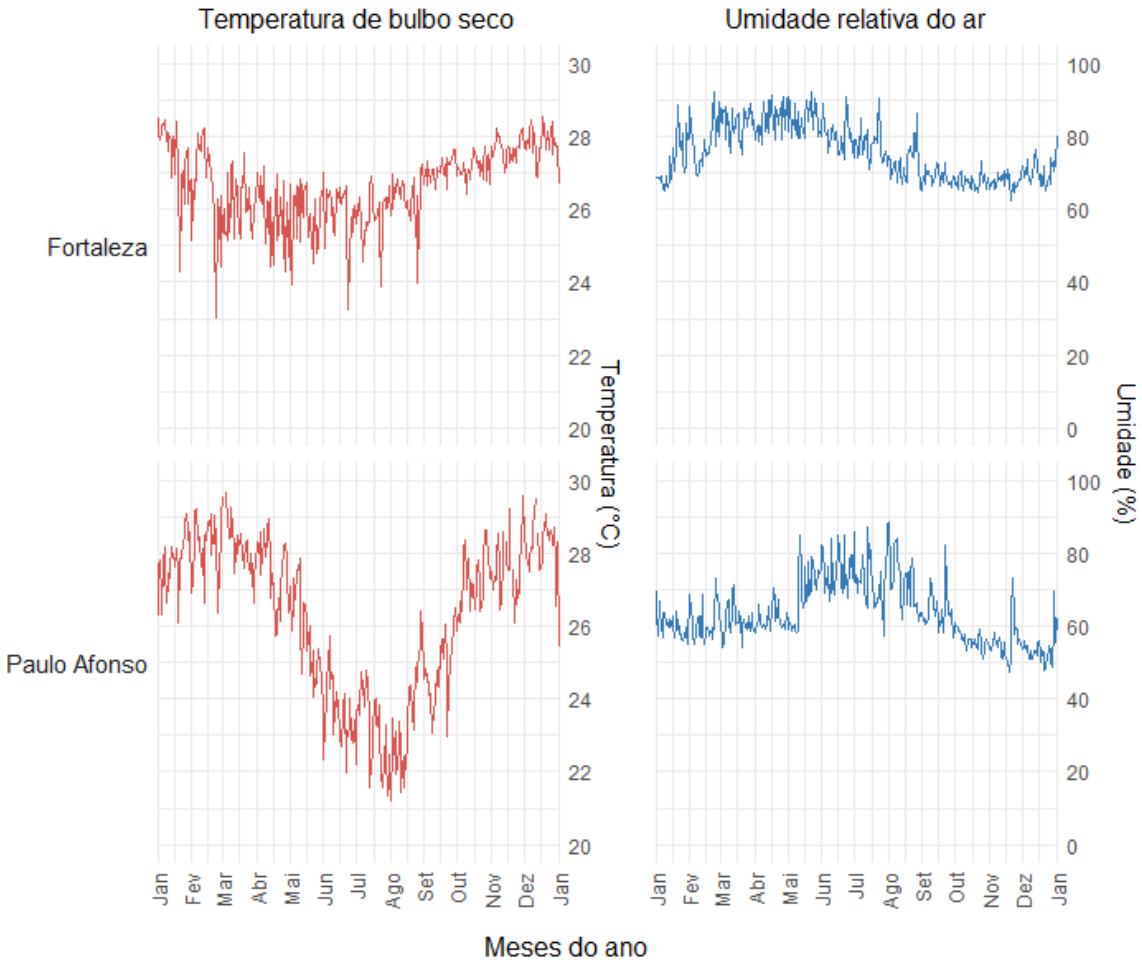
determinação da faixa de temperatura operativa e do percentual de horas dentro dessa faixa.

Tabela 1: Caracterização climática das cidades selecionadas

Cidades	Clima Köppen [10]	Zona climática [11]	Classificação ASHRAE 169 [12]
Fortaleza	As	6A	0A
Paulo Afonso	Bsh	5B	0B

Fonte: os autores.

Figura 1: Temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar anual da base-INMET para Fortaleza e Paulo Afonso

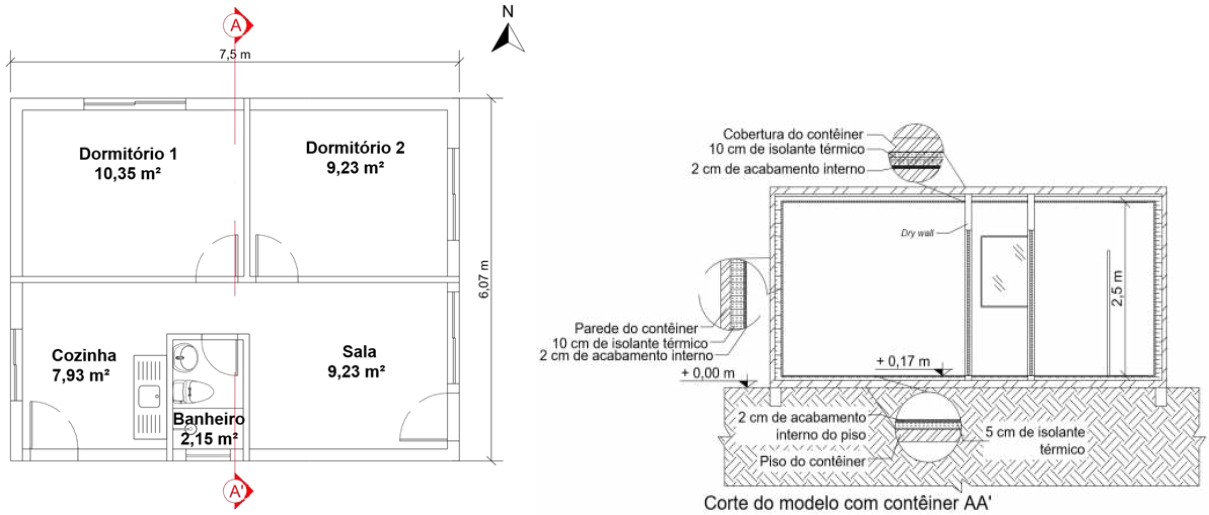


Fonte: [13].

EDIFICAÇÃO MODELO

A edificação modelo analisada consiste em uma residência unifamiliar térrea, com área construída de 43 m², adaptada de um projeto padrão de Habitação de Interesse Social [14]. A unidade foi concebida a partir da combinação de três contêineres *dry cargo High Cube* de 20 pés, configuração escolhida em função da maior altura interna e da viabilidade de modulação, sem a necessidade de cortes excessivos na estrutura. A Figura 2 apresenta a planta baixa e o corte esquemático da edificação modelo.

Figura 2: Planta baixa e corte esquemático da unidade habitacional com contêiner sem escala



Fonte: os autores.

As aberturas foram redimensionadas de modo a atender aos requisitos normativos de ventilação e iluminação natural estabelecidos pela NBR 15575-1 [9], bem como ao padrão de uso e ocupação da edificação. A orientação solar foi definida de forma que o maior eixo longitudinal da edificação se encontrasse no sentido Norte–Sul, posicionando-se as janelas dos dormitórios e da sala nas fachadas Norte e Sul, respectivamente.

A distribuição das aberturas nas fachadas opostas também possibilita a ocorrência de ventilação cruzada nos ambientes de permanência prolongada, contribuindo para a renovação do ar e para a dissipação do calor interno. Como a modulação espacial e a distribuição das esquadrias seguiram rigorosamente o projeto padrão de Habitação de Interesse Social da Caixa Econômica Federal [14], a circulação do fluxo de ar entre os dormitórios e a área social ocorre de forma passiva através das folgas das aberturas das portas internas previstas pela NBR 15575-1 [9]. Esse circuito integrado garante o escoamento contínuo do ar em direção à fachada oposta, mitigando riscos de estagnação térmica ou insalubridade. Embora o efeito específico da ventilação natural não tenha sido analisado de forma isolada neste estudo, as condições de abertura adotadas buscam representar uma situação compatível com os requisitos normativos vigentes [9].

A seleção dos materiais isolantes teve como objetivo mitigar a elevada condutividade térmica do aço dos contêineres, especialmente sob condições de alta radiação solar. Para Fortaleza, caracterizada por clima quente e úmido, com baixa amplitude térmica, adotou-se o poliuretano (PU), devido a sua baixa condutividade térmica, visando à redução do ganho de calor por condução. Para Paulo Afonso, inserida em clima quente e seco, com maior amplitude térmica, utilizou-se o poliestireno extrudado (XPS), priorizando a proteção contra o fluxo de calor diurno e o melhor desempenho térmico em condições climáticas mais severas.

A principal variável entre os cenários analisados refere-se à composição dos elementos da envoltória. O modelo de referência seguiu as especificações estabelecidas pela NBR 15575-1 [9], enquanto o modelo proposto considerou a estrutura metálica do

contêiner associada a sistemas de isolamento térmico e acabamento interno. A Tabela 2 apresenta as propriedades térmicas dos componentes construtivos analisados, enquanto as propriedades ópticas adotadas nas simulações são descritas na Tabela 3.

Tabela 2: Propriedades térmicas dos componentes construtivos

Componente construtivo	Composição do componente	Transmitância (W/m².K)	Capacidade térmica (kJ/m².K)
Cobertura	Referência [9]	0,86	1,80
	Contêiner + XPS + gesso acartonado	0,32	3,55
	Contêiner + PU + gesso acartonado	0,28	4,23
Paredes externas	Referência [9]	4,40	220,00
	Contêiner + XPS + gesso acartonado	0,32	3,53
	Contêiner + PU + gesso acartonado	0,28	4,21
Paredes internas	Referência [9]	4,40	220,00
	Drywall	0,90	29,00
Piso	Referência [9]	4,40	220,00
	Contêiner + XPS + madeira laminada	0,54	2,13
	Contêiner + PU + madeira laminada	0,48	2,64

Fonte: os autores.

Tabela 3: Propriedades ópticas dos componentes construtivos

Propriedades térmicas	Valores usados em simulação
Absortância das paredes externas do modelo de referência [9]	0,58
Absortância das paredes internas [9]	0,50
Emissividade de ondas longas [9]	0,90
Absortância da cobertura do modelo de referência [9]	0,65
Fator solar do vidro [9]	0,87
Transmitância térmica do vidro (W/m².K)	5,70

Fonte: os autores.

CENÁRIOS DE OTIMIZAÇÕES

As estratégias de otimização foram fundamentadas na Cartilha de Casos Otimizados [8], com foco nos elementos da envoltória. As intervenções concentraram-se na variação da absortância solar (α) e na implementação de sombreamento nas aberturas. Para paredes e cobertura, foram avaliados valores de absortância entre 0,10 e 0,40, com incrementos de 0,05, visando à redução do ganho de calor por radiação, considerando que o modelo de referência normativo adota absortância igual a 0,58 [9].

Adicionalmente, foi implementado o sombreamento das aberturas para áreas de permanência prolongada (APPs) por meio de venezianas de PVC com palhetas horizontais, em conformidade com o controle de operação estabelecido pela NBR 15575-1 [9]. O impacto dessas estratégias foi avaliado de forma isolada e combinada. A Tabela 4 apresenta as informações sobre o modelo de veneziana adotado.

Tabela 4: Modelo de veneziana

Orientação das palhetas	Largura das palhetas (m)	Espaçamento entre as palhetas (m)	Espessura das palhetas (m)	Ângulo das palhetas (graus)	Condutividade (W/m.K)
Horizontal	0,05	0,03	0,0042	45	0,29

Fonte: os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

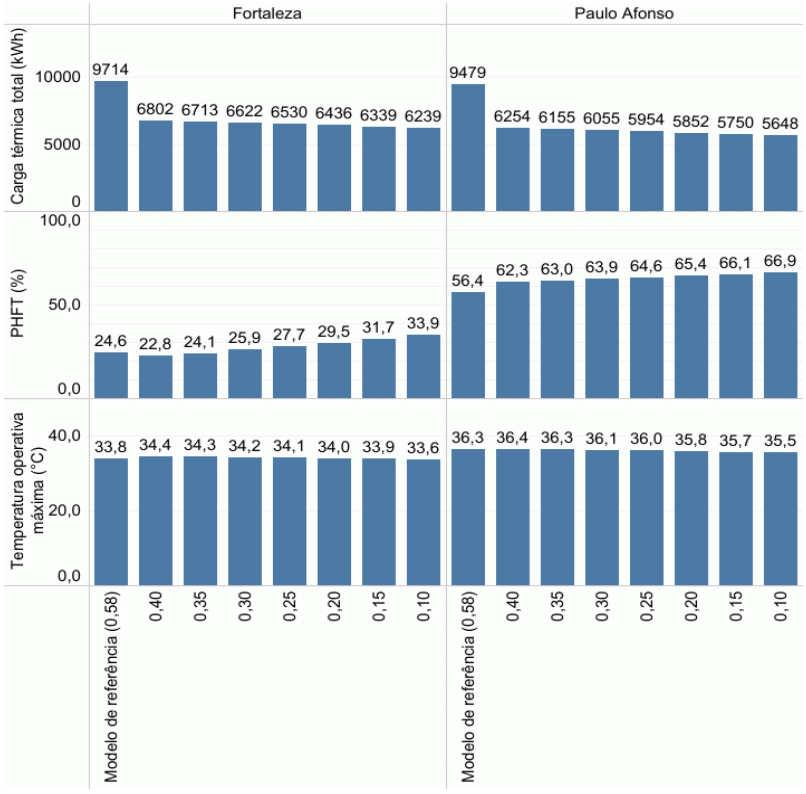
As Figuras 3 a 5 apresentam os resultados das simulações para os diferentes cenários de otimização da envoltória da edificação em contêiner, considerando a variação da absortância solar das superfícies externas e a aplicação de venezianas, para os climas de Fortaleza e Paulo Afonso. A análise conjunta da carga térmica total anual, do percentual de horas dentro da faixa de temperatura operativa (PHFT) e da temperatura operativa máxima permite compreender de forma integrada os impactos das estratégias passivas adotadas.

ANÁLISE DA ABSORTÂNCIA SOLAR

A Figura 3 apresenta os resultados das simulações referentes à redução da absortância solar, comparando o modelo de referência com os cenários otimizados. Em ambos os climas, a redução da absortância resultou em diminuição progressiva da carga térmica total anual. Em Fortaleza, a carga térmica reduziu cerca de 36% entre o modelo de referência e o cenário com absortância igual a 0,10. Em Paulo Afonso, observou-se comportamento semelhante, com redução de aproximadamente 40%.

O PHFT apresentou aumento gradual à medida que a absortância foi reduzida. Em Fortaleza, o PHFT passou de 24,6% no modelo de referência para 33,9% no cenário mais otimizado. Em Paulo Afonso, os valores aumentaram de 56,4% para 66,9%, indicando maior sensibilidade do clima semiárido à redução do ganho de calor por radiação solar. Tabela 5 apresenta a classificação normativa com a alteração das absortâncias.

Figura 3: Indicadores de desempenho térmico com otimizações da absortância



Fonte: os autores.

Tabela 5: Classificação de desempenho térmico com otimização da absortância

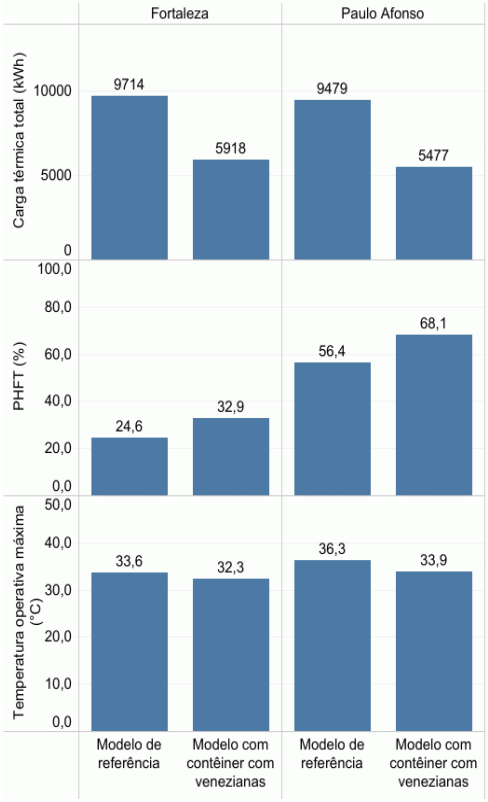
Cidade	Absortância dos modelos com contêiner	Classificação pela NBR 15575-1 [9]
Fortaleza	0,10	Mínimo
	0,15	Mínimo
	0,20	Mínimo
	0,25	Mínimo
	0,30	Mínimo
	0,35	Mínimo
	0,40	Mínimo
Paulo Afonso	0,10	Mínimo
	0,15	Mínimo
	0,20	Mínimo
	0,25	Mínimo
	0,30	Mínimo
	0,35	Mínimo
	0,40	Mínimo

Fonte: os autores.

EFEITO DO SOMBREAMENTO COM VENEZIANAS

A Figura 4 apresenta os resultados das simulações referentes à inserção de venezianas nas aberturas das APPs, comparando o modelo de referência com o modelo de contêiner com venezianas. Destaca-se que, nesta análise, a absortância das paredes externas e da cobertura foi mantida em 0,58 no modelo de contêiner. Em ambos os climas analisados, a adoção das venezianas resultou em redução da carga térmica total anual, com diminuição de cerca de 39% em Fortaleza e de aproximadamente 42% em Paulo Afonso.

Figura 4: Indicadores de desempenho térmico para otimização com veneziana



Fonte: os autores.

Além da redução da carga térmica, observou-se melhoria nos indicadores de desempenho térmico. O PHFT apresentou aumento após a inserção das venezianas, com acréscimo de aproximadamente 8,3% em Fortaleza e 11,7% em Paulo Afonso. A temperatura operativa máxima apresentou redução em ambos os climas, com diminuição da ordem de 1,3 °C em Fortaleza e 2,4 °C em Paulo Afonso, evidenciando impacto mais pronunciado do sombreamento das aberturas no clima quente e seco. O Quadro 6 informa as classificações obtidas a partir da implementação das venezianas nos modelos com contêiner.

Quadro 6: Classificação de desempenho térmico da otimização com venezianas

Cidade	**Classificação NBR 15575-1** [9]
Fortaleza	Mínimo
Paulo Afonso	Mínimo

Fonte: os autores.

OTIMIZAÇÃO FINAL

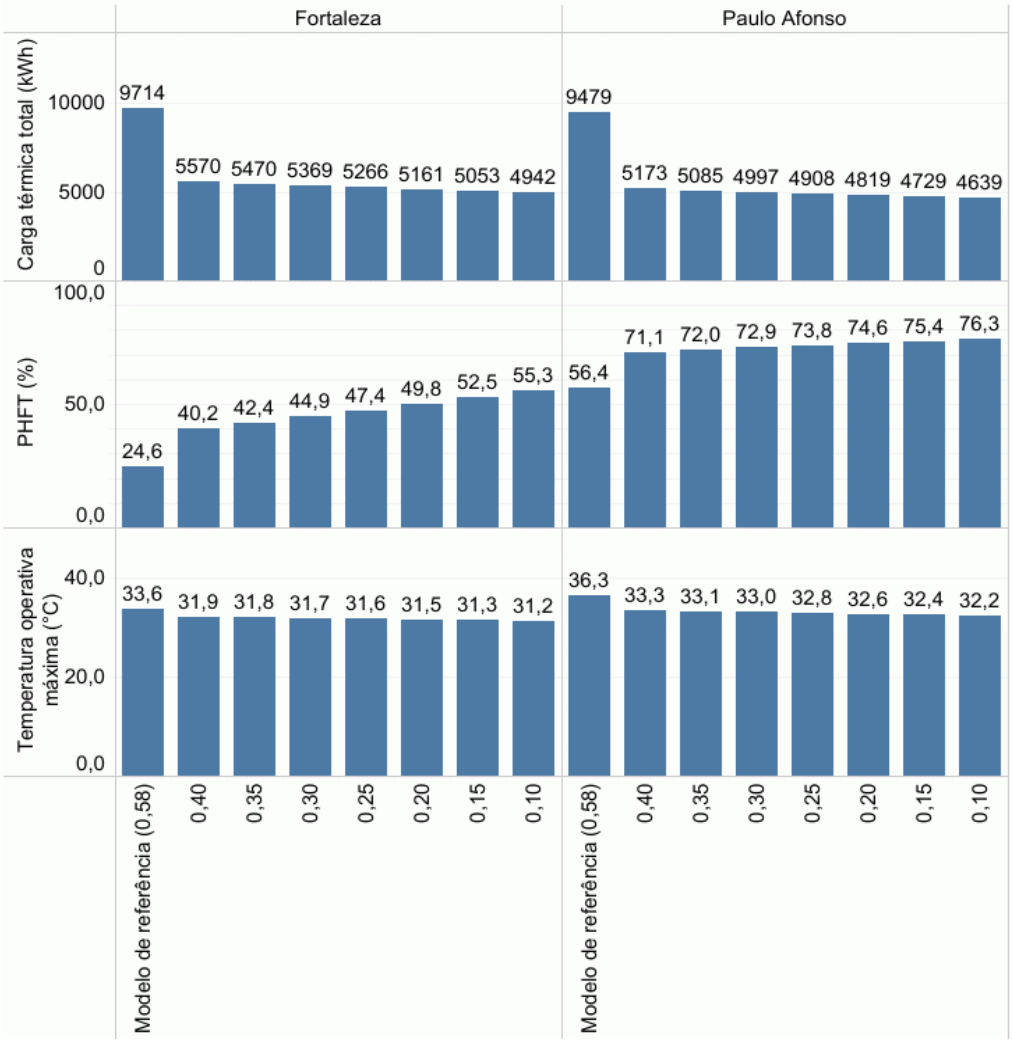
A Figura 5 apresenta os resultados das simulações referentes à aplicação conjunta das estratégias de redução da absortância da envoltória e inserção de venezianas nas APPs. Em ambos os climas, a combinação das estratégias resultou em indicadores de desempenho térmico melhores em relação às análises isoladas, com redução expressiva da carga térmica total anual à medida que a absortância diminui.

Em Fortaleza, a carga térmica apresentou redução de cerca de 50% em relação ao modelo de referência, enquanto em Paulo Afonso a diminuição atingiu aproximadamente 51%, evidenciando o efeito cumulativo das estratégias passivas. O PHFT aumentou de forma consistente com a redução da absortância, alcançando valores superiores a 55% em Fortaleza e 75% em Paulo Afonso nos cenários mais otimizados.

A temperatura operativa máxima apresentou redução contínua com a aplicação conjunta das estratégias, com diminuições da ordem de 2,4 °C em Fortaleza e 4,1 °C em Paulo Afonso em relação ao modelo de referência, indicando impacto mais pronunciado no clima quente e seco. Os resultados demonstram que a combinação do controle da radiação solar incidente na envoltória opaca e nas aberturas potencializa significativamente o desempenho térmico da edificação em contêiner nos dois climas analisados.

O Quadro 7 apresenta a classificação final resultante da aplicação conjunta das otimizações. Em Fortaleza, todos os cenários com venezianas apresentaram classificação mínima de desempenho térmico, independentemente do valor de absortância adotado. Em Paulo Afonso, a aplicação das mesmas estratégias resultou em classificação intermediária para todos os valores de absortância avaliados. Esses resultados indicam que, embora a redução da absortância contribua para a melhoria do desempenho térmico, a classificação normativa final é fortemente influenciada pelas condições climáticas locais, sendo as estratégias passivas analisadas suficientes para atingir desempenho intermediário em clima quente e seco, mas limitadas em clima quente e úmido.

Figura 5: Indicadores de desempenho térmico para a combinação das estratégias de redução da absortância e aplicação de venezianas



Fonte: os autores.

Tabela 7: Classificação de desempenho térmico final com otimizações de absortância e com veneziana

Cidade	Absortância dos modelos com veneziana	Classificação final pela NBR 15575-1[9]
Fortaleza	0,10	Mínimo
	0,15	Mínimo
	0,20	Mínimo
	0,25	Mínimo
	0,30	Mínimo
	0,35	Mínimo
	0,40	Mínimo
Paulo Afonso	0,10	Intermediário
	0,15	Intermediário
	0,20	Intermediário
	0,25	Intermediário
	0,30	Intermediário
	0,35	Intermediário
	0,40	Intermediário

Fonte: os autores.

Observa-se que as diferenças de desempenho entre Fortaleza e Paulo Afonso estão diretamente relacionadas às características climáticas locais. Em climas quentes e úmidos, como o de Fortaleza, a elevada umidade relativa do ar reduz o potencial de dissipação do calor corporal por evaporação e limita os ganhos percebidos de conforto térmico, mesmo quando ocorre redução das temperaturas internas. Dessa forma, embora as estratégias analisadas tenham promovido melhorias significativas nos indicadores avaliados, seus efeitos mostraram-se insuficientes para elevar a classificação normativa além do nível mínimo.

Nesse contexto, a adoção de estratégias complementares, como ventilação natural otimizada, aumento da inércia térmica da envoltória e soluções híbridas de resfriamento passivo, pode contribuir para ganhos adicionais de desempenho em regiões caracterizadas por altas temperaturas e elevada umidade do ar.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo confirmam que edificações em contêiner marítimo apresentam desempenho térmico limitado em climas quentes quando adotadas sem estratégias adequadas de otimização da envoltória, mesmo com a aplicação de isolamento térmico interno [5–7]. As características intrínsecas do aço, como alta condutividade térmica e baixa inércia, tornam essas edificações particularmente sensíveis ao ganho de calor por radiação solar.

A redução da absortância solar das superfícies externas mostrou-se uma estratégia passiva eficaz para a diminuição da carga térmica total anual e para a melhoria do percentual de horas dentro da faixa de temperatura operativa (PHFT) em ambos os climas analisados. Observou-se que climas quentes e secos, como o de Paulo Afonso, apresentam maior sensibilidade à redução da absortância, com ganhos mais expressivos nos indicadores de desempenho térmico quando comparados ao clima quente e úmido de Fortaleza.

A aplicação de venezianas nas aberturas das áreas de permanência prolongada também contribuiu significativamente para a redução da carga térmica e da temperatura operativa máxima, evidenciando a importância do controle da radiação solar incidente nas aberturas. Novamente, os efeitos foram mais pronunciados no clima semiárido, reforçando o papel do sombreamento como estratégia prioritária em regiões com maior amplitude térmica e radiação solar direta.

A combinação das estratégias de redução da absortância da envoltória opaca e do sombreamento das aberturas potencializou os resultados, resultando nas maiores reduções de carga térmica e nos maiores incrementos de PHFT em ambos os climas. Entretanto, apesar das melhorias significativas nos indicadores de desempenho térmico, a classificação normativa segundo a NBR 15575-1[9] permaneceu limitada no clima quente e úmido, atingindo apenas o nível mínimo em Fortaleza, enquanto em Paulo Afonso foi possível alcançar desempenho intermediário.

Esses resultados indicam que estratégias passivas associadas ao controle da radiação solar são fundamentais para o aprimoramento do desempenho térmico de habitações

em contêiner, mas sua efetividade é fortemente dependente das características climáticas locais. Em climas quentes e úmidos, as estratégias analisadas, embora relevantes, não são suficientes para elevar substancialmente a classificação normativa, sugerindo a necessidade de soluções complementares, como maior inércia térmica, ventilação natural otimizada ou estratégias híbridas. Ademais, ressalta-se que o correto delineamento dos caminhos de escoamento interno para a ventilação constitui um requisito básico de projeto. Sem esses mecanismos de transferência de ar entre os cômodos, o potencial do resfriamento passivo é severamente comprometido, reforçando que o desempenho térmico e a salubridade dependem do funcionamento conjunto da envoltória e do fluxo de ar.

Por fim, o estudo reforça a importância de abordagens climáticas específicas no projeto de edificações modulares em contêiner e contribui para a discussão sobre os limites e potencialidades desse sistema construtivo no contexto da habitação de interesse social em climas quentes brasileiros.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), por meio da concessão de bolsa de estudos e fomento à pesquisa.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o Gemini 3.5 Flash para revisão e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] SLAWIK, Han. **Container Atlas: a practical guide to container architecture**. 5. ed. Berlin: Die Gestalten Verl, 2015.

[2] ISMAIL, M.; AL-OBAIDI, K. M. CONTAINER ARCHITECTURE IN THE HOT-HUMID TROPICS: POTENTIAL AND CONSTRAINTS. **Proceedings [...]** Penang, Malaysia, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1528.4322

[3] ZAFRA, R. G.; MAYO, J. R. M.; VILLAREAL, P. J. M.; PADUA, V. M. N.; CASTILLO, M. H. T.; SUNDO, M. B.; MADLANGBAYAN, M. S. Structural and Thermal Performance Assessment of Shipping Container as Post-Disaster Housing in Tropical Climates. **Civil Engineering Journal**, v. 7, n. 8, p. 1437–1458, ago. 2021. DOI: https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091735

[4] CALDAS, L. R.; ABREU-HARBICH, L. V.; HORA, K. E. R. Avaliação ambiental de alternativas construtivas de um edifício contêiner. **PARC Pesquisa em**

Arquitetura e Construção, v. 11, p. e020008, jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v11i0.8654887

[5] ELRAYIES, G. M. Thermal Performance Assessment of Shipping Container Architecture in Hot and Humid Climates. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 7, n. 4, p. 1114, ago. 2017. DOI: https://doi.org/10.18517/ijaseit.7.4.2235

[6] OLIVEIRA, J.; GHISI, E. Desempenho térmico de residências container em climas quentes. **Proceedings [...]** São Paulo, Brasil, 2023. p.1-9. DOI: https://doi.org/10.46421/encac.v17i1.4042

[7] OLIVEIRA, J. A. M.; VIANA, M. R.; ABREU, A. L. P.; GHISI, E. Desempenho térmico de residências construídas com contêineres. **Proceedings [...]** Maceió, Brasil, 2024. p. 1-12. DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v20i1.5839

[8] LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES; SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO; MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Cartilha de casos otimizados**. 2022. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/Cartilha_CasosOtimizados_Janeiro2022.pdf. Acesso em: 19 junho 2024.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**.** 2025.

[10] KOPPEN BRASIL. **Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros**. 2024. Disponível em: https://koppenbrasil.github.io/. Acesso em: 3 fevereiro 2024.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **TR 15220-3-1**: Desempenho térmico de edificações Parte 3-1: Zoneamento bioclimático por desempenho — Lista de cidades brasileiras. 2024.

[12] THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING. **ANSI/ASHRAE Standard 169-2020 Climatic data for building design standards**. 2021.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **TR 15575-1-1:2021 Versão Corrigida:2021**: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 1-1: Base-padrão de arquivos climáticos para a avaliação do desempenho térmico por meio do procedimento de simulação computacional. 2021.

[14] CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Projeto padrão: casas populares - 42 m²**. 2007. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/banco-projetos-projetos-HIS/casa_42m2.pdf. Acesso em: 4 abril 2024.