XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8777

Análise Comparativa entre Modelos Adiabáticos e de Zonas Integradas na Simulação Termoenergética de Edificações

Comparative Analysis Between Adiabatic and Integrated Zone Models in Building Thermal-Energy Simulation

Lucas Adler Rodrigues Procheira
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | procheira.lucas@gmail.com
Fernando Simon Westphal
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | Fernando.sw@ufsc.br

Resumo

Este trabalho avalia o impacto das trocas térmicas pelas superfícies de uma sala comercial no consumo de energia em ar-condicionado, comparando o desempenho de uma configuração com paredes adiabáticas frente a outra com trocas térmicas reais com ambientes vizinhos. A metodologia envolveu a simulação termoenergética anual no software EnergyPlus para o clima de Florianópolis/SC. Foram analisados dois cenários principais: adiabático e não adiabático, com trocas térmicas com as salas adjacentes. Os resultados indicam que o modelo adiabático superestima a carga de resfriamento e anula a demanda de aquecimento. O estudo contribui ao evidenciar que as trocas térmicas entre as paredes internas de uma edificação podem ter influência importante no dimensionamento de sistemas de climatização em climas subtropicais. Conclui-se que, embora a precisão física seja ideal, a simplificação do modelo ao considerar a abordagem adiabática permanece viável para estudos paramétricos simplificados de envelope, onde a diferença nos resultados de consumo total não apresenta relevância significativa.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Simulação Computacional. Modelo Adiabático. Trocas Térmicas.

Abstract

This study evaluates the impact of thermal exchanges through the surfaces of a commercial room on air-conditioning energy consumption, comparing the performance of a configuration with adiabatic walls against another with real thermal exchanges with neighboring environments. The methodology involved annual thermo-energy simulation using EnergyPlus software for the climate of Florianópolis/SC. Two main scenarios were analyzed: adiabatic and non-adiabatic, with thermal exchanges with adjacent rooms. The results indicate that the adiabatic model overestimates the cooling load and nullifies the heating demand. The study contributes by showing that thermal exchanges between a building's internal walls can have an important influence on the sizing of air-conditioning systems in subtropical climates. It is concluded that, although physical accuracy is ideal, simplifying the model by adopting the adiabatic approach remains viable for simplified parametric envelope studies, where the difference in total consumption results does not present significant relevance.

Keywords: Energy Efficiency. Computer Simulation. Adiabatic Model. Thermal Exchanges.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8777

INTRODUÇÃO

A simulação do desempenho térmico de edificações consolidou-se como uma estratégia indispensável para a otimização da eficiência energética e a garantia do conforto ambiental dos ocupantes. À medida que as exigências por precisão nos modelos preditivos aumentam, a representação fiel das condições de contorno torna-se um dos maiores desafios para pesquisadores e projetistas. [1] Erros na definição dessas fronteiras podem resultar em discrepâncias significativas entre o desempenho projetado e o comportamento real da edificação, levando à sub ou superestimação das cargas térmicas e do consumo final de energia. [2][3]

Nesse cenário, a escolha entre modelos que utilizam superfícies adiabáticas, sendo estas superfícies que pressupõem a ausência de trocas térmicas entre zonas adjacentes, e modelos com trocas térmicas reais é um ponto crítico de decisão. Embora a simplificação adiabática seja frequentemente utilizada para reduzir a complexidade computacional e o tempo de modelagem em análises paramétricas de envelope [4], estudos recentes indicam que essa abordagem pode comprometer a acurácia em cenários onde a dinâmica das trocas entre zonas térmicas é relevante. A literatura demonstra que modelos simplificados de zona única podem falhar em capturar fenômenos como a estratificação de temperatura e a resposta transiente das superfícies internas, elementos fundamentais para o dimensionamento correto de sistemas de climatização. [5]

De fato, pesquisas recentes enfatizam a existência de um *trade-off* necessário entre a complexidade do modelo e a utilidade dos resultados obtidos. Enquanto Magni e Ochs [6] destacam que o zoneamento detalhado é crucial para avaliar a qualidade do ar e o conforto em apartamentos com diferentes sistemas de ventilação, Elhadad e Radha [7] ressaltam que a simplificação excessiva em climas quentes pode mascarar picos de carga térmica que o modelo adiabático não consegue prever. No contexto brasileiro, a investigação de Pinto e Westphal [8] reforça essa preocupação, demonstrando que a integração térmica entre pavimentos pode ser determinante para a fidelidade dos resultados em estudos de desempenho térmico de longo prazo.

Este estudo propõe-se a analisar a influência dessas duas abordagens de modelagem no balanço térmico de uma edificação. A comparação entre o modelo adiabático e o modelo com trocas térmicas entre zonas adjacentes visa quantificar o impacto das superfícies envolventes no comportamento das cargas internas e no consumo do sistema de climatização. Ao identificar as diferenças críticas entre as duas metodologias, este trabalho busca fornecer suporte técnico que auxilie pesquisadores e profissionais na escolha de estratégias de modelagem que equilibrem agilidade computacional e precisão física, garantindo decisões de projeto mais seguras e sustentáveis.

OBJETIVO

Avaliar o impacto das trocas térmicas pelas superfícies de uma sala comercial no consumo de energia em climatização, avaliando o desempenho de uma configuração com paredes adiabáticas e outra com trocas térmicas entre ambientes adjacentes.

MÉTODO

O trabalho iniciou com definição do modelo e das condições de entorno, estabelecendo o objeto de estudo e seu contexto de inserção. Em seguida, realizou-se a configuração do sistema de climatização, elemento crítico por representar um dos maiores impactos no consumo energético da edificação. [9] A terceira etapa compreendeu as simulações, fase crucial para a geração dos dados de análise. Por fim, procedeu-se à análise dos resultados obtidos. O software de simulação utilizado foi o EnergyPlus, na versão 25.1 [10] e o arquivo climático da cidade de Florianópolis (BRA_SC_Florianopolis.838970_TMYx.epw)

Para que a comparação fosse feita de maneira adequada utilizou-se um modelo padrão de sala comercial (figura 1) como base de simulações. o modelo foi localizado com fachada norte, sendo uma sala de 4 m por 6 m com pé direito de 3 m de altura. As paredes consistem em alvenaria com blocos de concreto rebocados em ambas as faces e o piso e teto foram modelados como lajes de concreto (Quadro 1).

figura 01: Representação da sala simulada:



fonte: EficientEdu, 2023 [11]

Quadro 01: configurações do modelo.

Superíficie	Descrição	Camadas
Teto e piso	Laje de concreto	Reboco (2.5 cm)
		Laje de concreto (20 cm)
		Reboco (2.5 cm)
Parede externa	Paredes do Modelo	Reboco (2.5 cm)
		Bloco de concreto (19 cm) (camada equivalente)
		Camada de Ar e >5 alta emissão
		Bloco de concreto (19 cm) (camada equivalente)
		Reboco (2.5 cm)
Vidro	Laminado incolor 6 mm	Vidro incolor (6 mm)

fonte: elaborado pelos autores

As definições das propriedades dos materiais utilizados foram estabelecidas conforme a NBR 15220-2 [12]. No quadro 02 é possível identificar os dados dos materiais utilizados na modelagem de ambos os modelos.

Quadro 02: Propriedades dos materiais

Material	Dados
Reboco (2.5 cm)	Condutividade térmica: 1,15W/(m·K) Densidade: 2000kg/m3 Calor específico: 1000J/(kg·K) Absortância térmica: 0,9 Absortância solar/visível: 0,5.
Laje de concreto (20 cm)	Condutividade térmica: 1,75W/(m·K) Densidade: 2200kg/m3 Calor específico: 1000J/(kg·K) Absortância solar/visível: 0,4.
Bloco de concreto (19 cm) (camada equivalente)	Condutividade térmica: 1,75W/(m·K) Densidade: 2300kg/m3 Calor específico: 1000J/(kg·K) Absortância térmica: 0,9 Absortância solar/visível: 0,5.
Vidro incolor (6 mm)	Fator Solar 0,82

Fonte: elaborado pelos autores

Complementando as propriedades construtivas, o Quadro 03 apresenta as definições do sistema de ar-condicionado e as cargas internas utilizadas na simulação. Incluiu-se o tipo do equipamento de ar-condicionado, rotinas de ocupação, cargas de iluminação e equipamentos, a densidade da ocupação, atividade metabólica e a taxa de infiltração considerada no modelo. Os valores adotados foram definidos com base em referências normativas e técnicas consolidadas para ambientes de uso comercial típico, buscando representar condições reais de operação de uma sala de escritório. A escolha do sistema PTHP (*Packaged Terminal Heat Pump*) justifica-se por sua ampla utilização em edificações comerciais de médio porte no contexto brasileiro, além de sua capacidade de operar tanto em modo de resfriamento quanto de aquecimento, o que é relevante para a análise comparativa entre os modelos simulados. Os setpoints de temperatura foram definidos conforme os limites de conforto térmico recomendados pela ASHRAE

55 e adotados como referência em estudos similares na literatura, garantindo comparabilidade dos resultados obtidos.

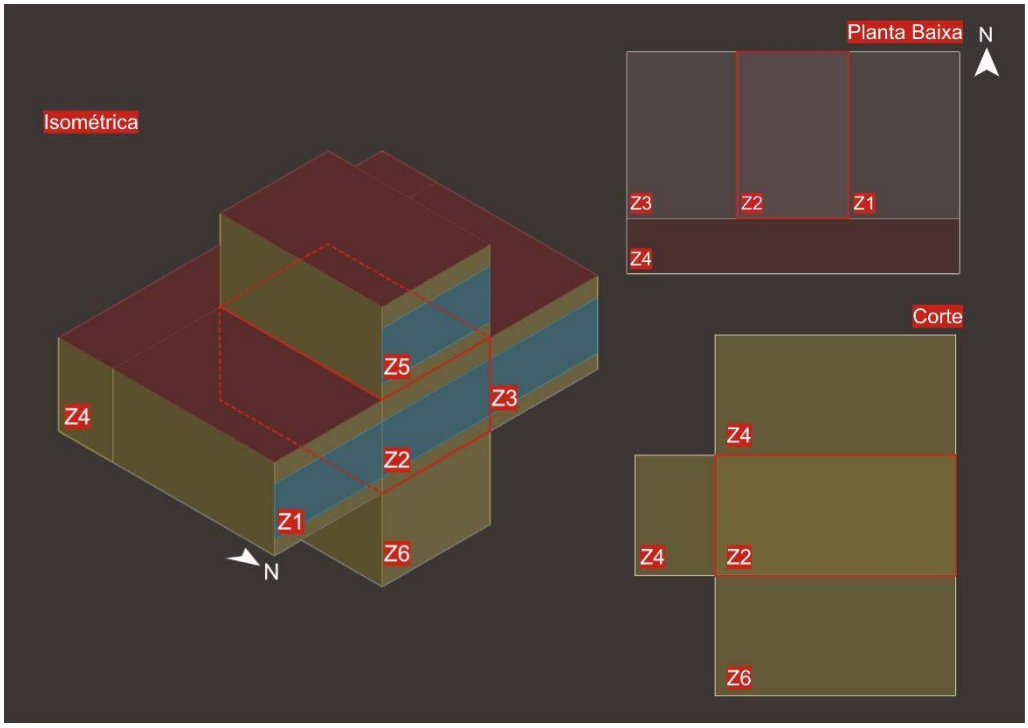
Quadro 03: configurações do sistema de climatização e cargas internas.

Sistema/Cargas Internas	Dados
Sistema de ar-condicionado	PTHP (Packaged Terminal Heat Pump), representando um split com COP 3,2 A capacidade foi definida automaticamente pelo programa de simulação de acordo com a carga máxima anual registrada. Renovação de ar externo: 27m³/h/pessoa Setpoint de resfriamento: 23 °C Setpoint de aquecimento: 20 °C
Rotina de ocupação	Das 8h às 18h
Carga de iluminação	12 W/m²
Carga de equipamentos	16 W/m²
Densidade de ocupação	1 pessoa a cada 8 m²
Atividade metabólica	126 W por pessoa (atividade sedentária típica de escritório)
Infiltração de ar	0,6 trocas por hora no período em que o ar-condicionado (AC) está desligado. Durante a operação do sistema AC existe a renovação de ar induzida.

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a importância de uma análise mais precisa, a sala não foi simulada de forma isolada, tendo sido desenvolvido seis zonas térmicas no modelo. As zonas utilizadas foram: a sala principal, duas salas vizinhas à leste e oeste, e outro sala acima. A sala foi considerada no térreo com uma garagem no subsolo e por fim um corredor ao fundo (figura 04).

Figura 04: Zonas térmicas do modelo



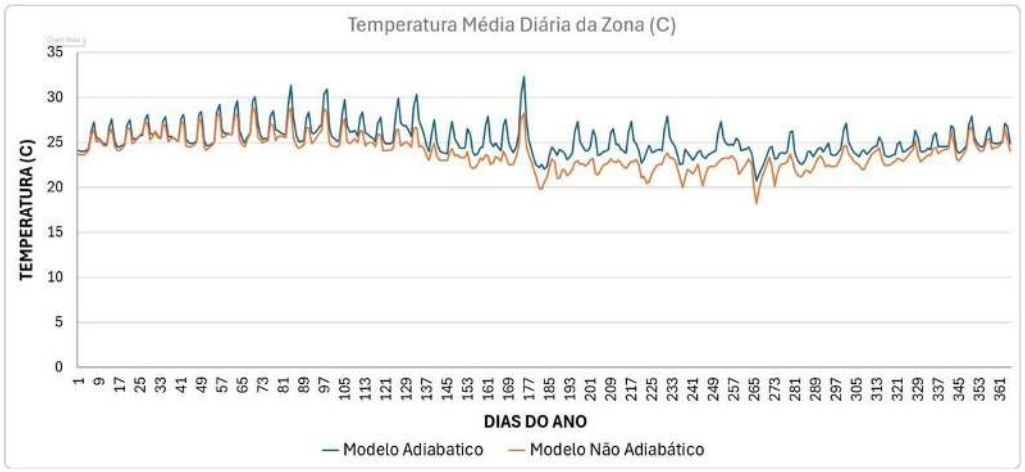
fonte: elaborado pelos autores.

Independente da simulação adiabática ou contato com as adjacências, as seis zonas foram mantidas no modelo, configurando-se apenas a fachada frontal exposta ao ambiente externo, submetida também à radiação solar e incidência de vento. Desta forma as superfícies da edificação foram categorizadas e configuradas conforme sua localização e exposição ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros resultados obtidos buscaram compreender um consumo anual do sistema, analisando seu comportamento ao longo do ano.
A Figura 5 apresenta as temperaturas médias diárias da zona térmica de interesse, comparando o modelo adiabático com o modelo em contato com zonas adjacentes. Em geral, o modelo adiabático alcança médias diárias 2 °C mais altas, especialmente nos dias em que a sala está desocupada e com o ar-condicionado desligado, representados pelos picos no gráfico. Observa-se também que apesar de alguns pontos ocorram diferenças relativamente pequenas, chegam a atingir 1°C em dias mais críticos.

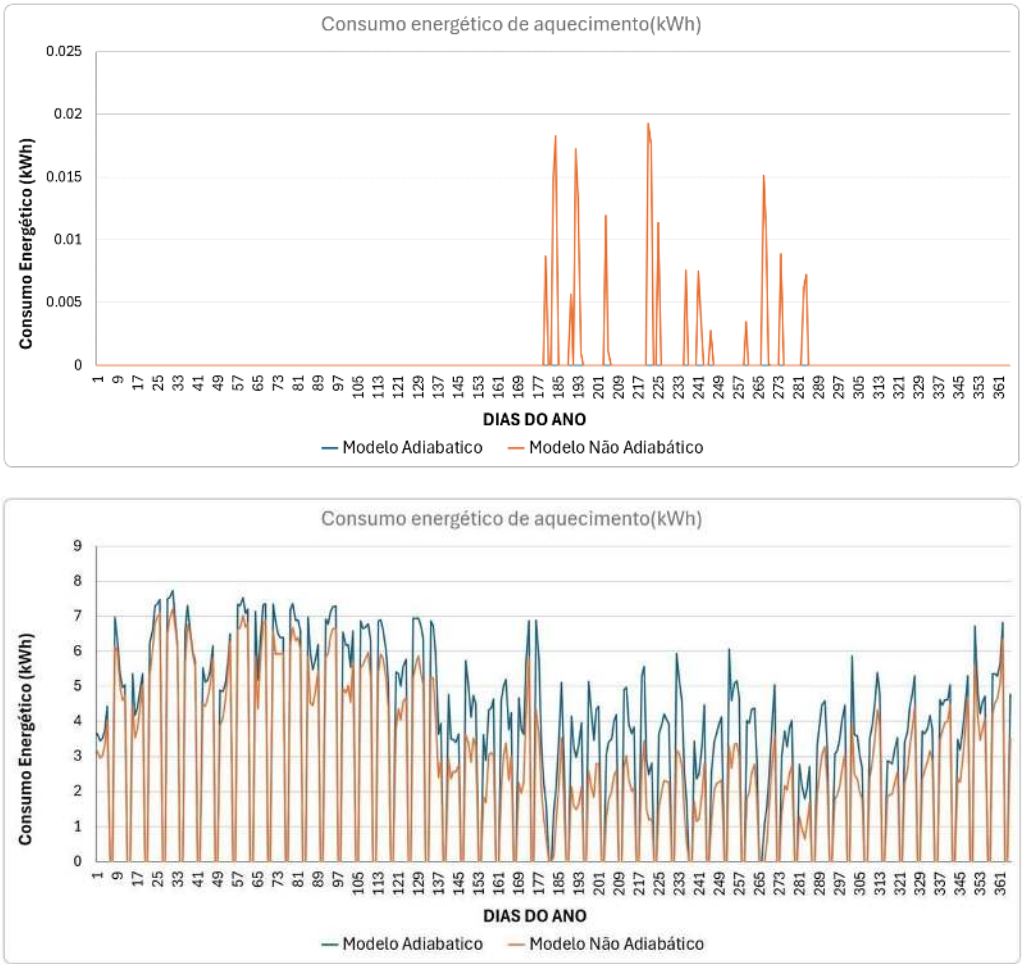
Figura 05: Temperatura média da zona



Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 6 apresenta o consumo diário de energia para climatização na função aquecimento (acima) e resfriamento (abaixo) para ambos os modelos: zona adiabática (linha azul), zona em contato com salas vizinhas (linha laranja). Verifica-se que o modelo adiabático não resulta em consumo energético para aquecimento, enquanto o modelo com trocas térmicas registra consumo em 14 dias, com o maior deles atingindo cerca de 0,02 kWh o que o torna desprezível, demonstrando que ambos os modelos são equivalentes. No resfriamento, observa-se o comportamento oposto, o modelo adiabático apresenta maior consumo energético com diferença de 1,8 kWh no seu ponto mais crítico (figura 06).

Figura 06: Consumo energético de aquecimento e resfriamento

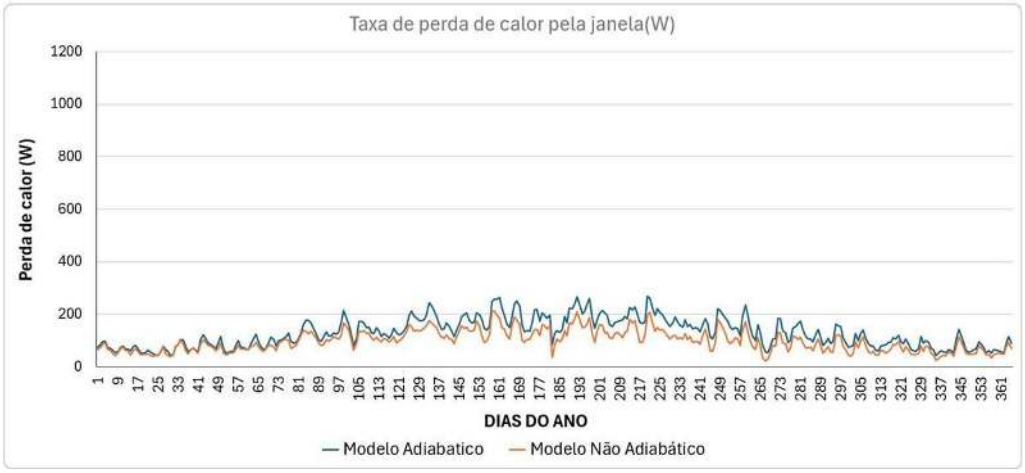


fonte: elaborado pelos autores

Os gráficos da Figura 07 apresentam os ganhos e perdas de calor pelo vidro. Percebe-se que o ganho de calor (acima) é muito semelhante para os dois modelos. Mas quando se observa a perda de calor, o resultado é diferente, apresentando uma maior perda no modelo adiabático, possivelmente por ser a única face onde há de fato trocas térmicas simuladas e a perda se dá por diferença de temperatura, enquanto o ganho se dá majoritariamente por radiação solar.

Figura 07: Gráficos de ganha e perda de calor pelo vidro.

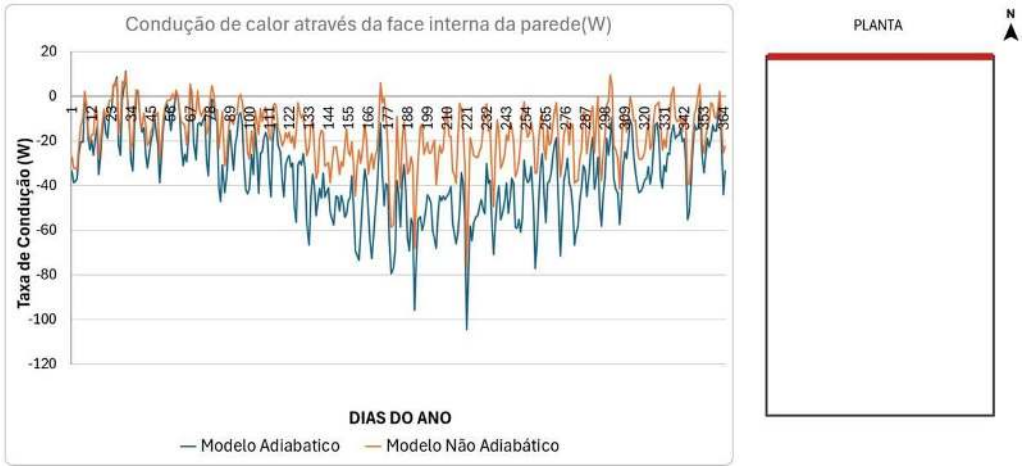




fonte: elaborado pelos autores.

Quando se analisa a troca de calor por condução através das paredes, é importante ressaltar que o modelo adiabático não apresenta uma condução nula em toda a espessura da parede, o que ocorre na simulação é que a troca é cessada na divisão entre as zonas. Dessa forma, a troca não ocorre de fato de uma face a outra da parede, mas há o armazenamento de calor caso no interior dela. Considerando isso, ao fazer uma análise das trocas de calor por condução nas paredes é possível identificar uma variação entre as diferentes orientações. Na fachada norte, única exposta ao ambiente externo, há uma diferença de 40 W na média diária de condução de calor entre os modelos nos dias mais críticos. O gráfico da Figura 08 ilustra esse comportamento, apresentando os dados de condução de calor na face interna da parede norte. Os valores negativos indicam que o calor está no sentido da face interna da parede para o seu interior.

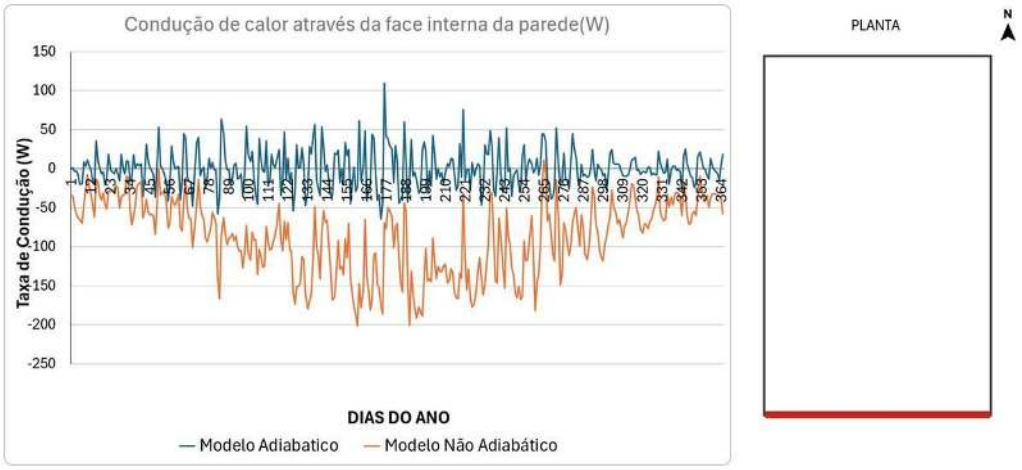
Figura 08: Condução de calor na face interna da parede norte nos dois modelos simulados.



fonte: elaborado pelos autores

A parede sul apresenta uma inversão com relação a parede norte, considerando que a parede sul é a mais distante da fachada com a janela e apresenta uma zona menor em sua adjacência o caso parece se justificar, apresentando em seus pontos mais críticos uma diferença de 160 W entre o modelo adiabático e o modelo com trocas térmicas. Tal resultado demonstra que o ambiente adiabático de fato representa um isolamento efetivo (figura 09).

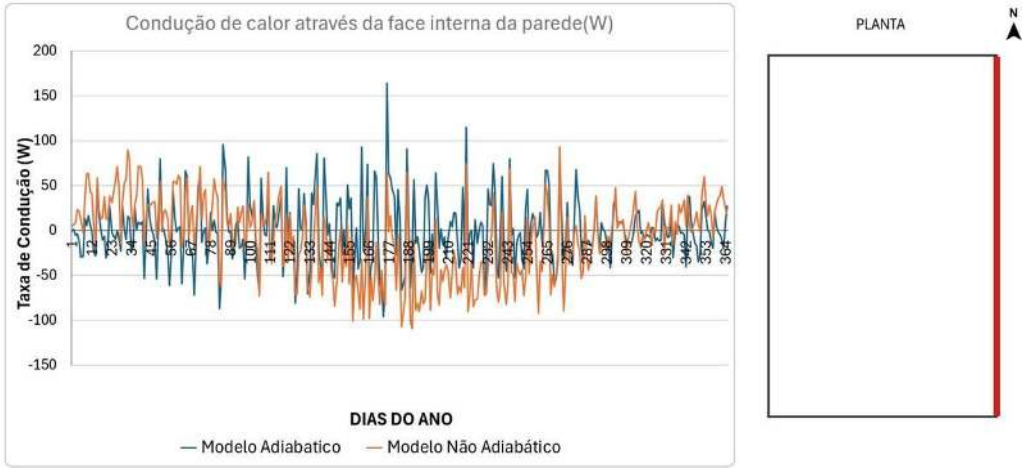
Figura 09: Condução de calor na face interna da parede sul nos dois modelos simulados.



fonte: elaborado pelos autores.

A parede leste apresenta uma homogeneidade entre as trocas, possivelmente pela relação de aquecimento solar, havendo trocas apenas com a sala adjacente que recebe insolação apenas no trecho da manhã e início da tarde. A diferença crítica entre a condução foi de 100 W (figura 10). Contudo, é possível identificar que o modelo adiabático, representado em azul, apresenta uma maior troca do que o modelo com trocas térmicas em pontos do inverno.

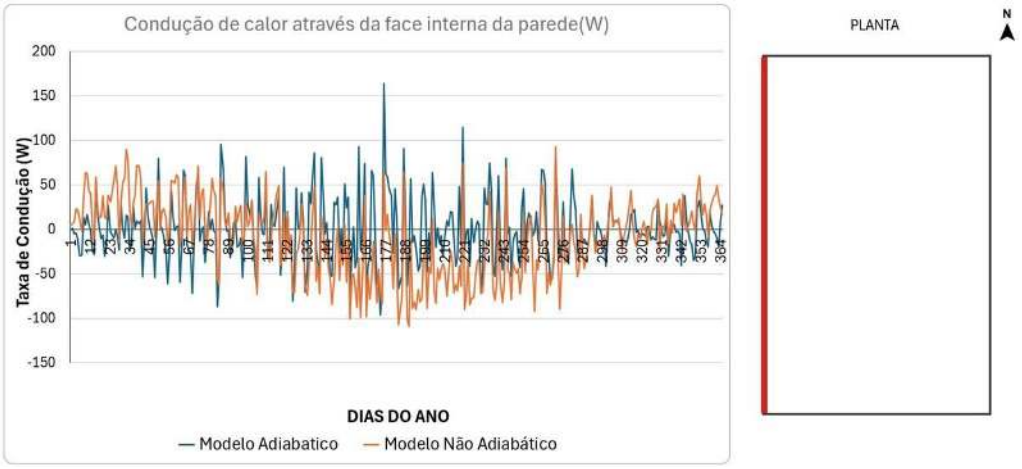
Figura 10: Condução de calor na face interna da parede leste nos dois modelos simulados.



fonte: elaborado pelos autores

A parede Oeste assim como a parede leste apresenta uma estabilidade entre os modelos, apresentando uma inversão onde a troca maior ocorre em sua totalidade no modelo com trocas térmicas, permitindo ver que o modelo tende a ter uma mais capacidade de dissipação de calor. Nesta parede as diferenças chegam a quase 200 W, sendo um dos valores mais expressivos da simulação (figura 11).

Figura 11: Condução de calor na face interna da parede oeste nos dois modelos simulados.



fonte: elaborado pelos autores

Desta forma observa-se que os valores obtidos correspondem à médias diárias, assim, o valor de 200W em um momento de pico chega a representar, ao longo de 24 horas um impacto energético de 4,8 kWh, o que se torna expressivo e coerente com a variação de 2 °C entre os modelos na análise de temperatura das zonas (Figura 05). É possível identificar que o resultado se alinha com pesquisas prévias como a de Pinto e Westphal [8], onde também se verificou que a integração térmica entre os ambientes adjacentes pode ser determinantes para resultados fidedignos, reforçando que a parede oeste é uma das superfícies mais sensíveis a escolha do método de modelagem adotada.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a escolha da abordagem de modelagem térmica é um fator determinante para a qualidade das predições de consumo energético em edificações comerciais brasileiras. Os dados revelaram que o modelo adiabático mascara a dinâmica real das trocas térmicas internas, resultando em uma estimativa imprecisa da carga de resfriamento e na anulação completa da demanda de aquecimento em períodos de inverno, mesmo em climas com variações térmicas significativas como o de Florianópolis/SC, contudo os valores muito próximos entre os dois modelos demonstram que esta imprecisão não torna o modelo irrelevante.

Além disso, observou-se que as superfícies internas, frequentemente tratadas como isoladas, apresentam fluxos de condução ativos que influenciam diretamente o balanço térmico total da zona.

Assim, recomenda-se que a escolha entre os modelos simulados seja orientada pelo objetivo que se busca na simulação. Quando o propósito é uma avaliação do desempenho de sistemas construtivos específicos, como as vedações, esquadrias e envelope construtivo, a simulação adiabática deve ser evitada, principalmente quando existem salas vizinhas com condições de uso e climatização diversas, uma vez que a ausência de trocas térmicas pode mascarar fenômenos relevantes para a avaliação. Agora, quando se objetiva uma estimativa anual do comportamento energético da edificação, o modelo adiabático se torna coerente, uma vez que se considera como

apenas uma imprecisão diante de outras incertezas já presentes nos modelos de simulação termo energética, sem comprometer de forma decisiva a aplicabilidade dos resultados.

Em última análise, a escolha entre os diferentes métodos de simulação deve ser pautada pelo estágio de desenvolvimento do projeto e pelo nível de especificidade técnica requerido pelos resultados pretendidos. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de pesquisas complementares para consolidar uma definição ainda mais robusta sobre os limites de aplicação de cada abordagem.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o Claude para correção da tradução do resumo e ajuste de coesão do texto. Após a utilização da(s) ferramenta/serviço, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] STRUCK, C.; HENSEN, J. On supporting design decisions in conceptual design addressing specification uncertainties using performance simulation. In: INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION CONFERENCE, 10., 2007, Pequim. **Anais [...]**. [S. l.]: IBPSA, 2007. p. 1434-1439.

[2] CRAWLEY, D. B.; HAND, J. W.; KUMMERT, M.; GRIFFITH, B. T. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs. **Building and Environment**, v. 43, n. 4, p. 661-673, 2008.

[3] HENNINGER, R. H.; WITTE, M. J. **EnergyPlus testing with building thermal envelope and fabric load tests from ANSI/ASHRAE Standard 140-2011**. [S. l.]: U.S. Department of Energy, 2015.

[4] ATTIA, S.; BELTRÁN, L.; DE HERDE, A.; HENSEN, J. Architect friendly: a comparison of ten different building performance simulation tools. In: IBPSA CONFERENCE, 2012, Madison. **Anais [...]**. [S. l.]: IBPSA, 2012.

[5] CHEW, L. W. Buoyancy-driven natural ventilation: the role of thermal stratification and its impact on model accuracy. **E3S Web of Conferences**, 2023.

[6] MAGNI, M.; OCHS, F. Impact of zoning strategy on heating load, heating demand, comfort and air quality for a flat equipped with different ventilation systems. In: BUILDING SIMULATION CONFERENCE, 2024, Denver. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2024.

[7] ELHADAD, S.; RADHA, C. H. Model simplification on energy and comfort simulation analysis for residential building design in hot and arid climate. **Energies**, 2022.

[8] MARTINS PINTO, Mônica; SIMON WESTPHAL, Fernando. Condições de contorno externo de paredes internas: simular uma zona térmica adiabática ou integrada ao pavimento?. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–15. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2010. Acesso em: 20 jun. 2026.

[9] CUCE, P. M.; CUCE, E. Role of HVAC in building energy consumption: a critical review. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 151, p. 3059-3080, 2026.

[10] EFICIENTEDU. **Plataforma de apoio ao ensino de eficiência energética e simulação computacional**. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: https://eficientedu.vercel.app. Acesso em: 30 ago. 2025.

[11] ENERGYPLUS. **Input output reference: the encyclopedic reference to EnergyPlus input and output**. Version 25.1.0. [S. l.]: U.S. Department of Energy, 2024. Disponível em: https://energyplus.net/assets/nrel_custom/pdfs/pdfs_v25.1.0/InputOutputReference.pdf. Acesso em: 9 set. 2025.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: desempenho térmico de edificações — parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

[13] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 55**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2023.