XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Comparativo de predição de carga térmica por meio de simulação e metamodelo com base na INI-C

District cooling prediction comparison through simulation and metamodel based on INI-C

Larissa Pereira de Souza
LabEEE - UFSC | Florianópolis | Brasil | larissa.pereira@posgrad.ufsc.br
Ana Paula Melo
LabEEE - UFSC | Florianópolis | Brasil | a.p.melo@ufsc.br
Roberto Lamberts
LabEEE - UFSC | Florianópolis | Brasil | roberto.lamberts@ufsc.br

Resumo
O objetivo deste estudo é comparar os resultados de carga térmica de resfriamento obtidos pelo metamodelo e por simulação com base na INI-C. Foram consideradas seis edificações de escritório, quatro variações da envoltória, e oito cidades. No total, foram realizadas 120 simulações e 120 análises pelo metamodelo. Notou-se que o nível de exposição da envoltória da edificação, o clima, e o tipo de material utilizado na envoltória podem ter comportamentos distintos ao comparar os resultados de simulação e de metamodelo.

Palavras-chave: Fator de forma. Envoltória. Ladybug tools. Grasshopper. Simulação termo energética.

Abstract
The aim of this study is to compare the results of district cooling obtained by the metamodel and by simulation based on INI-C. Six office buildings, four envelope variations, and eight cities were considered. In total, 120 simulations and 120 analyzes using the metamodel were performed. The level of exposure of the building envelope, the climate, and the type of material used in the envelope have different behaviors when comparing simulation and metamodel results.

Keywords: Shape factor. Envelope. Ladybug tools. Grasshopper. Building performance simulation.

Como citar:
PEREIRA DE SOUZA, L.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Comparativo de predição de carga térmica por meio de simulação e metamodelo com base na INI-C. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

É crucial reduzir a emissão de poluentes e o consumo de energia a nível global a fim de melhorar a projeção futura de mudanças climáticas. Contudo, o consumo de energia elétrica em edifícios aumentou cerca em de 19% de 2010 a 2018 [1]. Em 2018, no Brasil, foi possível notar melhoria na eficiência energética, tendo em vista o desenvolvimento de códigos de eficiência em edifícios. Ainda assim, a projeção do consumo no país tende a aumentar de forma significativa nos próximos anos. Ou seja, a necessidade de aprimoramento dos métodos de avaliação do desempenho dos edifícios é essencial [2]. Além do mais, estes métodos devem ser desenvolvidos com base no cenário nacional, ainda que normativas internacionais sirvam de base para o desenvolvimento e aplicação de medidas de eficiência energética, é necessário que as condições de referência sejam adequadas ao clima brasileiro [3,4].

Em 2010, os Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais (RTQ-C) foi publicado [5]. Em 2021 o RTQ-C foi substituído pela Instrução Normativa do Inmetro para Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) com um novo método. A avaliação do edifício completo é realizada com base na análise dos sistemas da edificação de forma separada, e posteriormente, transformados em um resultado final único com base em energia primária. Os sistemas avaliados por este método são: a envoltória, o condicionamento de ar, a iluminação artificial e o aquecimento de água. Todos estes são avaliados a partir da comparação entre o edifício avaliado, a "condição real", com o mesmo edifício, mas com "condições de referência". As classes de eficiência energética são avaliadas para cada sistema e também para todo o edifício: de "D", representado pela condição de referência, à classe "A", como a classificação de eficiência mais alta. Abaixo da referência encontra-se a classe "E" [6].

Para a avaliação da envoltória existem dois métodos: o método simplificado e o de simulação. Ambos comparam o edifício real com o edifício na condição de referência, e avaliam o mesmo indicador: carga térmica de resfriamento. O método simplificado prevê a densidade de carga de resfriamento por zona térmica por meio de um metamodelo, desenvolvido especificamente para avaliar edifícios em cidades e climas brasileiros e baseado em um banco de resultados de simulações. O método de simulação consiste em avaliar o edifício por meio de simulação termo energética, também na condição real e de referência [6]. Programas de simulação termo energética são capazes de simular a edificação em diversos locais, são mais detalhados e permitem análises mais aprofundadas, mas por outro lado, demandam mais tempo.

No que diz respeito à classificação da envoltória de escritórios, a redução da carga de resfriamento que a classe "A" deve ter em relação à referência "D" é diferente para cada classificação climática brasileira e fator de forma de construção. O fator de forma do edifício é calculado a partir da relação entre a área da envoltória e o volume da edificação [6].

A INI-C é tema de estudos recentes no país. Estes variam desde comparativos do método de avaliação anterior, RTQ-C, com o atual, INI-C [7] até aplicações de avaliação completa dos edifícios, como por exemplo, a avaliação de um edifício educacional,

utilizando o método simplificado [8]. Um estudo recente avalia os resultados do metamodelo, mas não se atendo à avaliação de apenas um edifício, variando o fator de forma, o clima, os percentuais de abertura da fachada, o tipo de vidro, e a carga interna de iluminação, obtendo por fim diferentes resultados de desempenho térmico conforme a forma e o clima estudado [9].

Com base nos apontamentos anteriores, o objetivo desta pesquisa é comparar os resultados de carga térmica de resfriamento de diferentes casos de forma de edificações, clima e composição da envoltória, obtidos pelo metamodelo do método simplificado da INI-C com os de simulação termo energética em edificações de escritório.

MÉTODO

Este estudo está dividido em três subseções: a abordagem do método simplificado e do método de simulação da INI-C, e a descrição dos parâmetros fixos e variados nas simulações.

ANÁLISE PELO METAMODELO

Para a avaliação da envoltória das edificações comerciais se dar de forma mais rápida e facilitada, a INI-C possui o método simplificado. Para este método, foi desenvolvido um metamodelo de predição de carga térmica de resfriamento, que tem como base um bando de dados de inúmeras simulações termo energéticas. No desenvolvimento deste banco de simulações foram variados dados de entrada, de forma a poder representar de forma mais abrangente casos reais. Sendo assim, devem ser preenchidos dados de entrada no metamodelo, a fim de se obter os resultados, assim como o mesmo possui limitações conforme o banco de dados no qual foi treinado.

Os parâmetros de entrada do metamodelo são descritos por zonas térmica, como a orientação solar, a condição de exposição do piso e da cobertura, o tipo de zona térmica (perimetral ou interna), pé-direito, ângulos de sombreamento, percentual de abertura da fachada, densidade de pessoas, equipamentos e iluminação, bem como o padrão de ocupação, a taxa de infiltração e configuração dos componentes construtivos da envoltória (informações de vidro, da parede externa e da cobertura). Estes parâmetros de entrada são equivalentes aos parâmetros de entrada da simulação. Além disso, algumas informações climáticas são necessárias, como a latitude, altitude, velocidade do vento, radiação solar, entre outras. Como resultado, o metamodelo prediz a densidade de carga térmica de resfriamento para cada zona térmica.

Nesta pesquisa, foi prevista a densidade de carga térmica de resfriamento de todo o edifício para 120 casos usando o metamodelo. Para tanto, a densidade de carga de resfriamento de cada zona térmica (kWh/m²ano), predita pelo metamodelo, foi transformada em carga de resfriamento total por zona (kWh/ano) e depois na carga total de resfriamento de toda a área do edifício (kWh/ano) e, por fim, na densidade da carga de resfriamento (kWh/m²ano) de todo edifício ao dividir pela área total do

mesmo. O resultado de todo o edifício, em densidade, permite a comparação entre diferentes geometrias de construção e clima.

ANÁLISE POR SIMULAÇÃO

Além do método simplificado, a INI-C possui o método de simulação para avaliar a eficiência energética da envoltória. Visto que o presente estudo busca comparar os resultados de densidade de carga térmica de resfriamento do mesmo edifício, nas mesmas condições, obtidos pelo metamodelo e por simulação, as mesmas configurações consideradas nos testes realizados pelo metamodelo foram considerados nas simulações. Estas características estão descritas no item a seguir.

Sendo assim, não se considerou a ventilação natural. O sistema de condicionamento de ar foi considerado com o objetivo *Ideal Loads System*, com *setpoint* de 24°C, conforme descrito na INI-C. O dado de saída de simulação avaliado foi o *District Cooling* em kWh/m²ano para o edifício completo.

As simulações de foram realizadas utilizando os plug-ins Ladybug (versão 0.0.69) e Honeybee (versão 0.0.66) do Ladybug Tools, que utilizam do motor de simulação termo energética EnergyPlus. Estes plug-ins foram utilizados por meio da ferramenta Grasshopper no programa Rhinoceros 5. Estes plug-ins permitem maior variação e rapidez de modelagem de edifícios dentro de um ambiente de modelagem, mantendo a acurácia de um motor de simulação bem difundido no meio. Ao mesmo tempo que se utiliza do EnergyPlus como motor de simulação, permite-se a linguagem de programação visual na modelagem. Assim, a alteração da forma da edificação se dá de forma mais rápida, ao mesmo tempo que se mantém as mesmas configurações de simulação já estabelecidas por meio do código de programação visual. As edificações foram modeladas de forma paramétrica a partir de uma geometria base, e posteriormente, os componentes de simulação termo energética, configurados de acordo com a INI-C, foram adicionados. Assim, as configurações de simulação se mantiveram as mesmas, ainda que as edificações tivessem sua forma variada (planta baixa e número de pavimentos, e consequentemente, número de zonas térmicas).

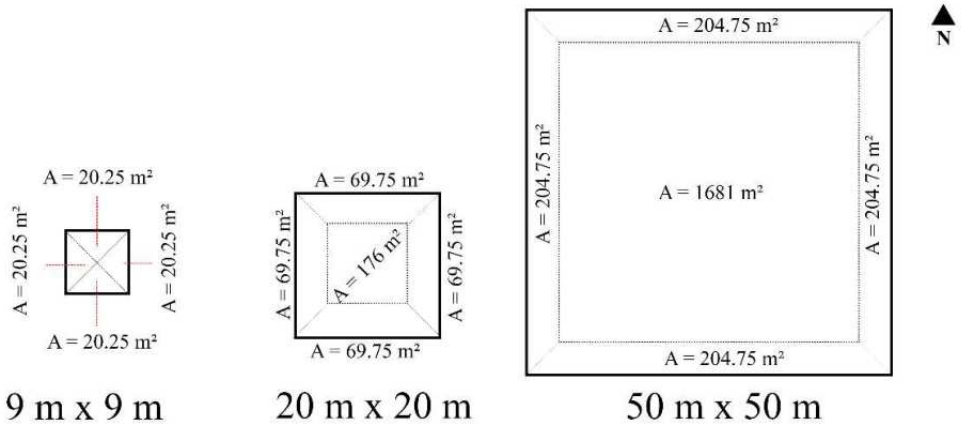
CASOS ANALISADOS

Para esta análise foram consideradas seis edificações de escritório, quatro variações de componentes construtivos da envoltória, e oito climas. As mesmas configurações aqui apresentadas foram consideradas tanto para a simulação, quanto para a análise por meio do metamodelo. No total, foram realizadas 120 simulações, e consequentemente, 120 análises realizadas no metamodelo. Em algumas cidades, somente o caso referência da envoltória foi simulado.

A Figura 1 representa a planta baixa esquemática das edificações utilizadas no estudo. Para cada uma destas plantas, foram consideradas duas edificações: uma de três e outra de dez pavimentos, totalizando 6 edificações. Todas as edificações possuem pé-direito de 3 metros, e cada zona perimetral possui uma orientação: Norte, Leste, Sul ou Oeste. No pavimento térreo, todas as zonas térmicas possuem contato com o solo e cobertura entre pavimentos; nos pavimentos intermediários, todas as zonas

térmicas possuem tanto piso como cobertura entre pavimentos; e no último pavimento, todas as zonas térmicas possuem piso entre pavimentos e cobertura exposta. Somente os edifícios de planta 9 metros por 9 metros, independentemente do número de pavimentos, não possuem zonas térmicas internas.

Figura 1: Planta baixa esquemática das edificações consideradas e as respectivas áreas das zonas térmicas.



Fonte: a autora.

Além disso, a condição de referência considerada pela INI-C para avaliar a envoltória de edificação de escritórios possui parâmetros de entrada definidos. Alguns destes parâmetros foram considerados fixos para todos os casos de envoltória variados, e estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros fixos

Dado de entrada	Valor
Absortância da cobertura	0,8
Absortância da parede	0,5
Ângulo de obstrução vizinha [°]	0
Ângulo vertical de sombreamento [°]	0
Densidade de equipamentos [W/m²]	15
Densidade de iluminação [W/m²]	14,1
Dias de ocupação no ano [dias]	260
Horas de ocupação [h/dia útil]	10
Isolamento no piso	Não
Ocupação [m²/pessoa]	10
Percentual de abertura da fachada	50%
Taxa de infiltração [ACH]	0,5

Fonte: INI-C.

Já os parâmetros de entrada variados neste estudo são o tipo de vidro (fator solar e transmitância térmica), o ângulo vertical de sombreamento, a parede externa e a cobertura. A Tabela 2 a seguir apresenta os casos considerados no estudo.

Tabela 2: Parâmetros considerados em cada caso

Dado de entrada	Referência	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Fator solar	0,82	0,82	0,76	0,29
Transmitância térmica do vidro [W/(m².K)]	5,7	5,7	2,7	5,7
Ângulo vertical de sombreamento [°]	0	30	0	0
Transmitância térmica da cobertura [W/(m².K)]	2,06	0,55	0,55	0,55
Capacidade térmica da cobertura [kJ/(m².K)]	233	230	230	230
Transmitância térmica da parede [W/(m².K)]	2,39	2,39	0,5	2,39
Capacidade térmica da parede [kJ/(m².K)]	150	150	148	150

Fonte: a autora.

O caso 1 adiciona à condição de referência um elemento de sombreamento horizontal e isolamento térmico na cobertura. O caso 2 considera paredes e cobertura isoladas, e janela com vidro duplo. O caso 3 adiciona à condição de referência o vidro laminado de controle solar e isolamento térmico na cobertura.

Além disso, foram consideradas oito cidades para o estudo. A Tabela 3 apresenta as cidades consideradas.

Tabela 3: Cidades analisadas e informações climáticas

Cidade	Grupo climático (INI-C)	Zona bioclimática (NBR 15220)	Temperatura máxima*	Temperatura mínima*
São Luís - MA	17	8	27,6	25,7
Cuiabá – MT	24	7	28,5	22,8
Palmas – TO	20	7	29,0	25,4
Rio de Janeiro – RJ	13	8	26,0	19,5
Belo Horizonte – MG	10	3	24,0	19,4
Florianópolis – SC	1-B	3	24,3	16,4
Santa Maria – RS	8	2	24,9	13,4
Curitiba - PR	2	1	20,9	14,6

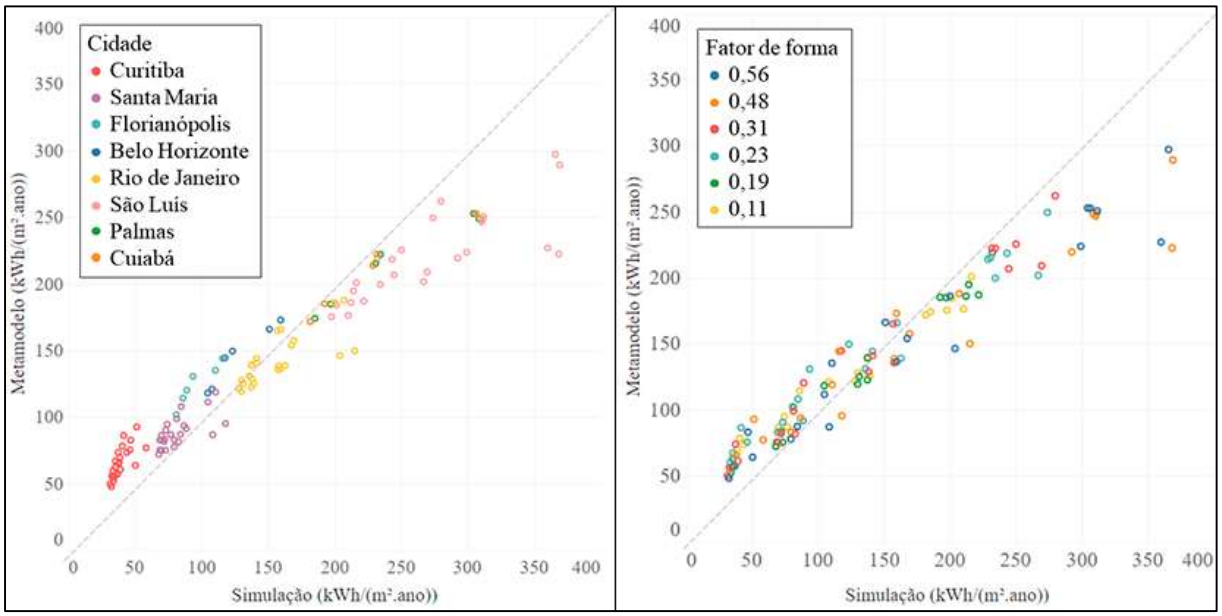
Nota: Temperaturas com base nos arquivos INMET 2018. Fonte: INI-C, NBR 15220 e INMET 2018.

Os casos 1, 2 e 3 foram simulados para as cidades de São Luís, Rio de Janeiro, Santa Maria e Curitiba. O caso referência da INI-C foi simulado para todas as cidades.

RESULTADOS

Os 120 casos deste estudo foram avaliados conforme comparação entre resultado de carga térmica de resfriamento de simulação pelo do metamodelo. A partir desta relação, tem-se ideia do quão próximos estão os resultados entre ambos os métodos. A Figura 2 representa os resultados obtidos com os dados filtrados por cidade e por fator de forma das edificações. Tem-se que a tendência de desvio médio (MBD – *Mean Bias Deviation*) é de 6,37 kWh/(m².ano), e a raiz quadrada do desvio quadrático médio (RMSD - *Root Mean Square Deviation*) é de 34,41 kWh/(m².ano).

Figura 2: Comparação de resultado de densidade de carga térmica de resfriamento obtida pelo metamodelo x simulação por cidade (à esquerda); e por fator de forma (à direita)



Fonte: a autora.

Pode-se analisar que, para climas mais frios, o metamodelo prevê mais densidade de carga térmica de resfriamento do que a simulação, como é o caso dos resultados obtidos na cidade de Curitiba e Santa Maria. O mesmo ocorre para as cidades de Florianópolis e Belo Horizonte, porém ambas só foram analisadas para o caso de referência da envoltória, e outros casos poderiam ter resultado inverso.

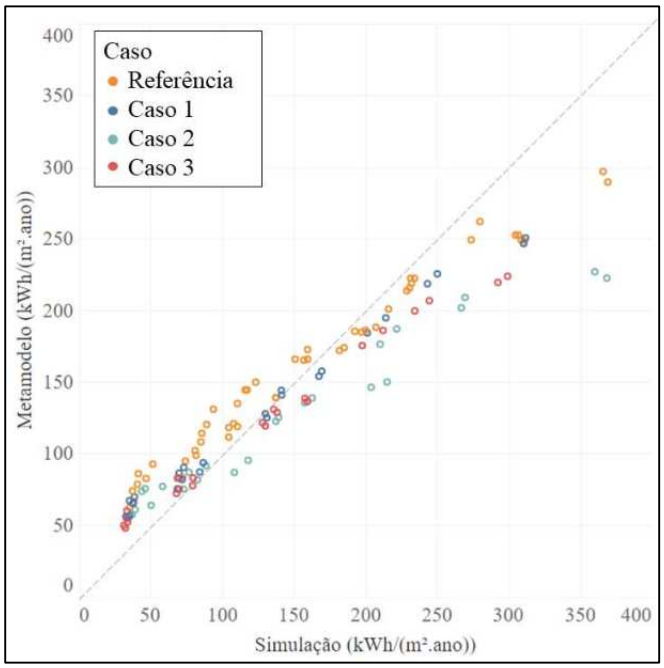
Já para climas mais quentes ocorre o contrário. Nota-se que, para São Luís, os resultados de carga térmica de resfriamento obtidos pelo metamodelo são inferiores aos obtidos por simulação. Os resultados obtidos do caso de referência para as cidades de Palmas e Cuiabá seguem o mesmo padrão, mas alguns destes casos já têm comportamento muito próximo entre os dois métodos.

Entretanto, na cidade do Rio de Janeiro, os resultados não seguiram um padrão no que diz respeito a esta análise. Em alguns casos o metamodelo prediz a mais que a simulação, e em outros, a menos.

Além disso, ainda na Figura 2, nota-se que não há um padrão específico de dispersão dos resultados no que diz respeito ao fator de forma das edificações simuladas e aplicadas no metamodelo. O único apontamento mais importante que pode ser realizado em relação a esta análise, é a de que fatores de forma maiores, combinados com climas mais quentes (neste caso, São Luís, e fator de forma 0,56 e 0,48) geraram os maiores erros entre os métodos. Para os mesmos fatores de forma, nota-se que o erro persiste na cidade de Santa Maria e do Rio de Janeiro. Ou seja, por este gráfico, fatores de forma maiores têm resultado de densidade de carga térmica de resfriamento subestimados pelo metamodelo.

Porém, a análise deve ser realizada também em relação ao tipo de construtivo utilizado na envoltória, conforme os casos simulados. A Figura 3 apresenta os resultados obtidos, porém apresentados conforme o caso da envoltória.

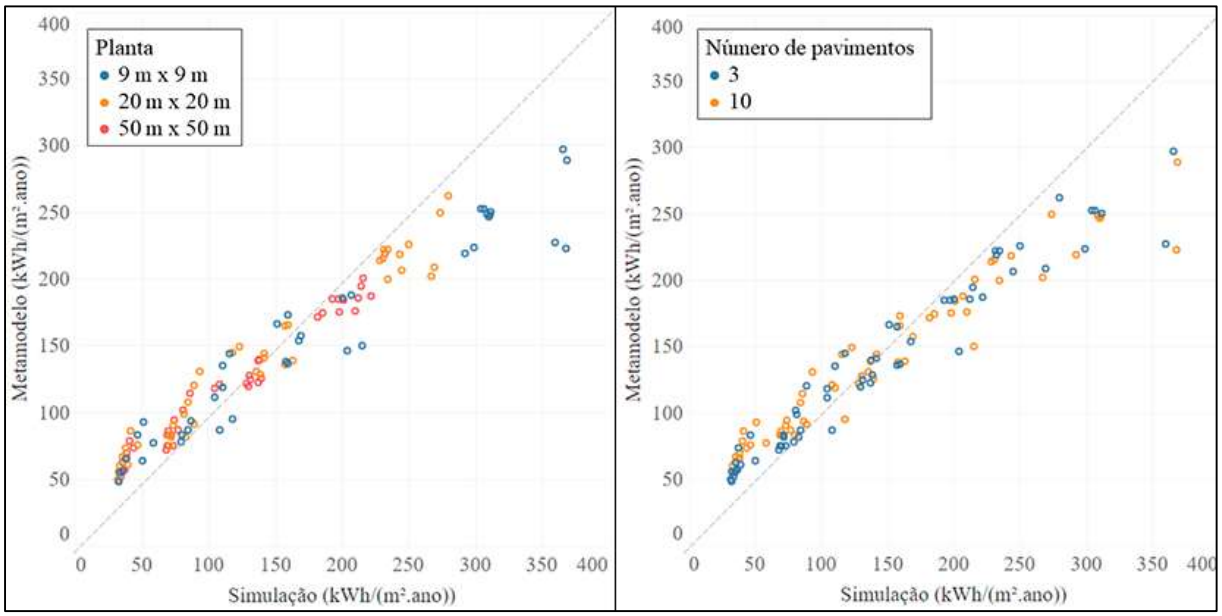
Figura 3: Comparação de resultado de densidade de carga térmica de resfriamento obtida pelo metamodelo x simulação por casos da envoltória



Fonte: a autora.

Pode-se notar que, ao analisar o caso da envoltória de forma separada, cada combinação de componente construtivo segue certo padrão em relação ao erro entre metamodelo e simulação. Vê-se que o metamodelo prevê maior densidade de carga térmica de resfriamento em casos sem isolamento na parede (referência, caso 1 e caso 3) nas cidades de Curitiba e Santa Maria, e no caso referência na cidade de Belo Horizonte e Florianópolis; nas outras cidades, o contrário ocorre. Já no caso 2, que consiste na envoltória com isolamento na parede, na cobertura e as aberturas possuem vidro duplo, a edificação simulada apresenta carga térmica superior à prevista pelo metamodelo em boa parte dos casos. Isto pode evidenciar que, para envoltórias com muito isolamento, o método de simulação pode ser o mais adequado. Apesar da análise dos resultados já ter sido realizada conforme o fator de forma, como apresentado na Figura 2, busca-se compreender se algum fator de descrição da forma da edificação pode trazer respostas quanto ao seu comportamento em relação aos resultados de densidade de carga térmica. Para tanto, a Figura 4 apresenta os dados de carga térmica de resfriamento avaliados conforme a planta do edifício e o número de pavimentos.

Figura 4: Comparação de resultado de densidade de carga térmica de resfriamento obtida pelo metamodelo x simulação por planta baixa (à esquerda); e por número de pavimentos (à direita)



Fonte: a autora.

Observa-se que, os mesmos casos de alto fator de forma analisados como subestimados pelo metamodelo, são na verdade os casos em que a planta da edificação é a de 9 metros por 9 metros, ou seja, possui interferência significativa do exterior no ambiente interno. Além disso, esta é a única edificação que não possui zonas térmicas internas, independentemente do número de pavimentos. Ou seja, pode-se dizer que as trocas térmicas importantes ocorrendo entre as zonas térmicas perimetrais no edifício de menor planta podem estar sendo desprezadas pelo metamodelo, principalmente nos casos em que a envoltória não dissipa tanto calor do meio interno ao meio externo, como no caso 2. Por outro lado, em climas mais frios, ou seja, nos quais o recebimento de calor do meio externo não se dá de forma acentuada, mesmo com muito isolamento térmico, estes não são subestimados.

Além disso, no que diz respeito ao número de pavimentos, constata-se uma diferença obtida em relação ao mesmo tipo de planta baixa, mas sem um padrão definido. Apenas nas cidades de Curitiba e Santa Maria percebe-se que as edificações de três pavimentos se comportam de forma mais aproximada entre os métodos do que edificações de dez pavimentos. Neste caso, pode-se ter relação com a capacidade térmica das lajes entre pavimentos, que no caso de edificações de maior número de pavimentos, é maior, e com menos lajes, é menor. No caso, o metamodelo superestima a carga térmica de resfriamento em edificações maiores, e, portanto, também não considera a capacidade de armazenamento de calor das lajes intermediárias e as respectivas trocas térmicas entre pavimentos.

O nível de exposição da envoltória da edificação (neste caso, a existência ou não de zonas térmicas internas); o clima no qual a edificação será avaliada, bem como o tipo de material utilizado na envoltória, devem ser pontos avaliados ao utilizar o metamodelo. Porém, de modo geral, os resultados do metamodelo e da simulação apresentam comportamento semelhante. É importante ressaltar a rapidez de se avaliar a envoltória da edificação por meio do metamodelo, e ainda, a praticidade de

se avaliar alterações de projeto, a fim de buscar o melhor desempenho da edificação, se comparado com o tempo despendido para realizar cada simulação termo energética, desde a modelagem do edifício, até a configuração de equipamentos e sistemas.

CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi comparar os resultados de carga térmica de resfriamento obtidos pelo metamodelo da INI-C com os obtidos por simulação. Foram consideradas seis edificações de escritório, quatro variações da envoltória, e oito cidades. No total, foram realizadas 120 simulações e 120 análises pelo metamodelo. Em algumas cidades, somente um caso de envoltória foi simulado.

Como resultados, notou-se que o nível de exposição da envoltória da edificação (neste caso, a existência ou não de zonas térmicas internas), o clima no qual a edificação será avaliada, bem como o tipo de material utilizado na envoltória, podem ter comportamentos distintos ao comparar os resultados de simulação e de metamodelo. Porém, de modo geral, os resultados do metamodelo e da simulação apresentam comportamento semelhante. Além disso, a rapidez e praticidade de se avaliar a envoltória da edificação por meio do metamodelo, e considerando possíveis alterações de projeto na busca de melhor desempenho térmico, é substancialmente maior se comparado com o tempo despendido para realizar cada simulação termo energética.

É importante mencionar as limitações deste trabalho. Apenas os componentes construtivos de parede, cobertura e vidro foram alterados para esta análise, bem como o elemento de sombreamento e o clima. É importante avaliar, também, a variação conforme outros parâmetros da envoltória considerados no metamodelo, como o percentual de abertura da fachada, cargas internas (equipamento, iluminação, horas de ocupação, número de pessoas), absortância de parede e cobertura, dentre outros, a fim de compreender suas limitações em relação a todos os parâmetros de entrada. Além disso, apenas edificações de planta quadrada foram consideradas para representar fatores de forma e tipos de edifício ou tipos de divisão de zonas térmicas. Ademais, toda a área do edifício fora considerada como um ambiente de uso de escritório, e, portanto, fora avaliada. Os edifícios podem ter configurações diferentes não só em relação à forma, mas também em relação à disposição interna de ambientes de permanência prolongada e transitória, estes os quais que não são avaliados.

Portanto, sugere-se que estudos futuros possam abordar estas outras variações, a fim de se ter uma base de estudos para refinar o método de avaliação de desempenho de edificações de escritório.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Eletrobrás/PROCEL pelos recursos financeiros aplicados no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY and UN ENVIRONMENT PROGRAMME. **2019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector**. 2019.

[2] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **E4 Country Profile: Energy Efficiency in Brazil.** IEA: Article. Disponível em: https://www.iea.org/articles/e4-country-profile-energy-efficiency-in-brazil. Acesso em: 16 setembro de 2021.

[3] MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Opaque envelope parameters bersus energy consumption in comercial buildings in Brazil. **Journal of Building Performance Simulation**, p. 237-244, 2008. DOI: https://doi.org/10.1080/19401490802556165

[4] MELO, A. P.; SORGATO, M. J.; LAMBERTS, R. Building energy performance assessment: Comparison between ASHRAE standard 90.1 and Brazilian regulation. **Energy and Buildings**, v. 70, p. 372-383, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.11.080

[5] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL-INMETRO. **RTQ-C**: Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. 2010.

[6] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL-INMETRO. **INI-C**: Instrução normativa INMETRO para a classificação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas. 2021.

[7] OLIVEIRA, D.; FREITAS, R.; Eficiência energética segundo o rtq-c e a ini-c: estudo comparativo em edificação do exército brasileiro. Em: XVI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO XII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2021, Palmas-TO. **Anais do XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído: Cidades e extremos, sua relação com o ambiente construído.** Palmas, 2021. p. 1371-1380.

[8] KAMIMURA, A. M.; GNECCO, V.; FOSSATI, M.; DE VECCHI, R.; LAMBERTS, R.; Da eficiência energética à NZEB: avaliação de uma edificação educacional pelo metódo simplificado da INI-C. Em: XVI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO XII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2021, Palmas-TO. **Anais do XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído: Cidades e extremos, sua relação com o ambiente construído.** Palmas, 2021. p. 1341-1350.

[9] JORDÃO, B.; MENDES, L. S.; PEREIRA DE SOUZA, L.; RAMOS, G.; DE VECCHI, R.; FOSSATI, M.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R.; Influência de parâmetros da envoltória na classificação de eficiência energética de edificações de escritório com base no novo método de avaliação simplificado do PBE Edifica (INI-C). Em: XVI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO XII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2021, Palmas-TO. **Anais do XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído: Cidades e extremos, sua relação com o ambiente construído.** Palmas, 2021. p. 1381-1390.