DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8671
XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil

Estado da arte sobre o uso de análises de desempenho térmico no processo de projeto arquitetônico

State of the art regarding the use of thermal performance analysis within the architectural design process

Ana Marília de Araújo Oliveira
UFC – Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | anamarilia.arq@gmail.com
Mariana Monteiro Xavier de Lima
UFC – Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | mariana@iaud.ufc.br
Neliza Maria e Silva Romcy
UFC - Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | nelizaromcy@iaud.ufc.br

Resumo

A relevância da análise das condicionantes ambientais no processo de projeto é um tema de grande destaque no campo da arquitetura. Assim, aponta-se a importância das simulações computacionais de desempenho térmico nas edificações, como uma maneira de verificar previamente as condições térmicas das soluções projetuais adotadas. Este trabalho investiga a evolução do tema da inserção das simulações computacionais de desempenho térmico no processo de projeto, por meio de uma revisão sistemática de literatura realizada no Portal de Periódicos Capes por meio da análise de artigos de periódicos. Os resultados mostraram um aumento de estudos que englobam as análises de *software*, com uma mudança na abordagem do tema, um crescimento significativo de trabalhos que usam essas simulações para analisar soluções projetuais, e um número menos significativo de artigos que investigam a metodologia aplicada a essas simulações no processo de projeto.

Palavras-chave: simulações de desempenho térmico; processo de projeto; revisão de literatura.

Abstract

The analysis of environmental constraints during the design process is a prominent topic in the field of architecture. Thus, the importance of computational thermal performance simulations in buildings is highlighted as a way to verify the thermal conditions of adopted design solutions beforehand. This article explores the evolution of the theme of incorporating computational thermal performance simulations into the design process through a systematic literature review conducted via the Periodicos CAPES Portal, analyzing peer-reviewed articles. The results showed an increase in studies including software analyses, with a change in the approach to the topic, a significant increase in studies using these simulations to analyze design solutions, and a less significant number of articles investigating the methodology applied to these simulations in the design process.

Keywords: thermal performance simulation; design process; literature review.

INTRODUÇÃO

A análise das condicionantes ambientais e climáticas e de seus impactos nas edificações é de grande relevância para a arquitetura e o urbanismo, visto que

Como citar:
OLIVEIRA, Ana M. A.; LIMA, Mariana M. X.; ROMCY, Neliza M. S.. Estado da arte sobre o uso de análises de desempenho térmico no processo de projeto arquitetônico. ENTAC 2026. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

influencia diretamente as escolhas projetuais. Em face das mudanças climáticas e da iminente escassez de recursos, a busca por uma arquitetura mais sustentável por meio de uma abordagem bioclimática se torna uma necessidade. A compreensão profunda das condicionantes climáticas é o que assegura o conforto térmico da edificação, de forma que esse conhecimento proporciona condições para projetar edifícios e espaços urbanos cuja resposta térmica atenda às exigências de conforto térmico [1].

A abordagem bioclimática na arquitetura busca a construção de um ambiente mais sadio, equilibrado, agradável aos ocupantes, minimizando a dependência de meios artificiais para condicionamento e, consequentemente, reduzindo o consumo de energia para operação das edificações através da adaptação às características climáticas e geográficas favoráveis, além da valorização da cultura, dos materiais locais, da economia de recursos e do uso racional dos meios para construção [2].

A evolução dos *softwares* de simulação termoenergética potencializa a avaliação das soluções arquitetônicas e sua influência no ambiente construído. O *Building Information Modelling* (BIM), quando corretamente implementado, torna o processo de projeto mais integrado, além de facilitá-lo, possibilitando a colaboração de diferentes agentes envolvidos por meio de uma plataforma única, resultando em edificações de maior qualidade [3].

O tema do desenvolvimento sustentável tem sido cada vez mais pautado atualmente, em razão dos impactos ambientais gerados pelo uso descontrolado dos recursos energéticos. É de extrema importância avaliar o desempenho termoenergético de um edifício, além de outros elementos ao longo do projeto, tornando isso um critério determinante na tomada de decisões. Novas ferramentas de simulação vêm sendo desenvolvidas de forma a possibilitar a avaliação de desempenho térmico simultaneamente à execução de projeto, permitindo que os projetistas possam dedicar mais tempo ao desenvolvimento de novas soluções para a construção de edifícios mais sustentáveis. Além disso, a adoção do BIM na avaliação desses edifícios demonstrou grande potencial de aplicação, uma vez que o BIM facilita a extração de dados e possui uma capacidade de integração com diversos processos de análise termoenergética, mesmo apresentando ainda alguns problemas [4].

Sob essa ótica, as ferramentas de simulação computacional de desempenho térmico destacam-se pela capacidade de prever o comportamento ambiental das edificações. Ao simular as condições climáticas no espaço projetado, essas ferramentas permitem a integração consciente dos preceitos da arquitetura bioclimática à prática contemporânea, priorizando a eficiência energética e o bem-estar dos ocupantes. Assim, destaca-se a importância dessas simulações computacionais de desempenho ambiental na construção de uma arquitetura mais sustentável, identificando, ainda na fase de projeto, as melhores soluções de arquitetura para garantir conforto aos usuários e reduzir os impactos ambientais e energéticos das edificações. Esse processo é vital para que a arquitetura responda adequadamente às especificidades climáticas locais [5].

Todavia, observam-se dificuldades na integração das análises de desempenho térmico ao processo de projeto, especialmente de modo a orientar as decisões nas etapas de

concepção. As avaliações ambientais podem ser efetuadas no decorrer do processo de projeto, inclusive por meio da correlação de distintos *softwares* para maior precisão, mas elas ainda estão sujeitas a problemas de interoperabilidade e ainda há falta de dados ambientais locais no contexto brasileiro [6]. Mesmo hoje, tais ferramentas não conseguem influenciar uma real reestruturação no processo de design, seja por apresentarem dificuldade de utilização, seja pelo próprio desconhecimento de sua existência [7].

Nesse contexto, consolidou-se, ao longo dos anos, um robusto panorama científico voltado às simulações de desempenho térmico. Diante disso, este trabalho tem como objetivo identificar como se deu a evolução das análises de desempenho térmico nas edificações no estado da arte, no cenário nacional, buscando compreender as trajetórias das simulações computacionais na literatura especializada, no intuito de identificar as principais tendências que caracterizaram o desenvolvimento do tema ao longo do tempo e quais lacunas de pesquisa podem ser identificadas a partir disso.

METODOLOGIA

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa exploratória, que buscou identificar a evolução dos temas das simulações de desempenho térmico nas edificações e suas lacunas de pesquisa desenvolvidas no âmbito acadêmico, com o intuito de nortear futuras pesquisas. A metodologia utilizada foi a Revisão Sistemática da Literatura, realizada no Portal de Periódicos CAPES por meio de pesquisa em artigos de periódicos, delimitados de forma a restringir o recorte da pesquisa para o cenário nacional. Assim, para recuperar os artigos de periódicos, foram definidos descritores baseados na temática da pesquisa em questão para, a partir disso, apresentar os resultados obtidos.

A escolha pela realização da pesquisa no Portal de Periódicos Capes justifica-se por compor um acervo científico virtual que reúne e disponibiliza conteúdos nacionais, assinados com editoras internacionais e instituições de ensino e pesquisa no Brasil, possuindo uma lista de periódicos científicos de texto completo, bases de dados disponibilizando vários tipos de conteúdo, como: artigos, referências, patentes, estatísticas, material audiovisual, normas técnicas, teses, dissertações, livros e obras de referência, permitindo uma vasta possibilidades de resultados para todas as demandas de pesquisas acadêmicas [8].

Revisões sistemáticas da literatura procuram mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes acerca de uma questão ou tópico de pesquisa específico, além de identificar lacunas a serem preenchidas, tendo como resultado um relatório coerente ou uma síntese [9].

Para tanto, a revisão sistemática de literatura a ser apresentada foi realizada utilizando o protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). A declaração PRISMA foi desenvolvida para ajudar revisores sistemáticos a relatar de forma transparente os objetivos da revisão de literatura, os métodos empregados e os resultados encontrados [10]. O protocolo conta com quatro etapas,

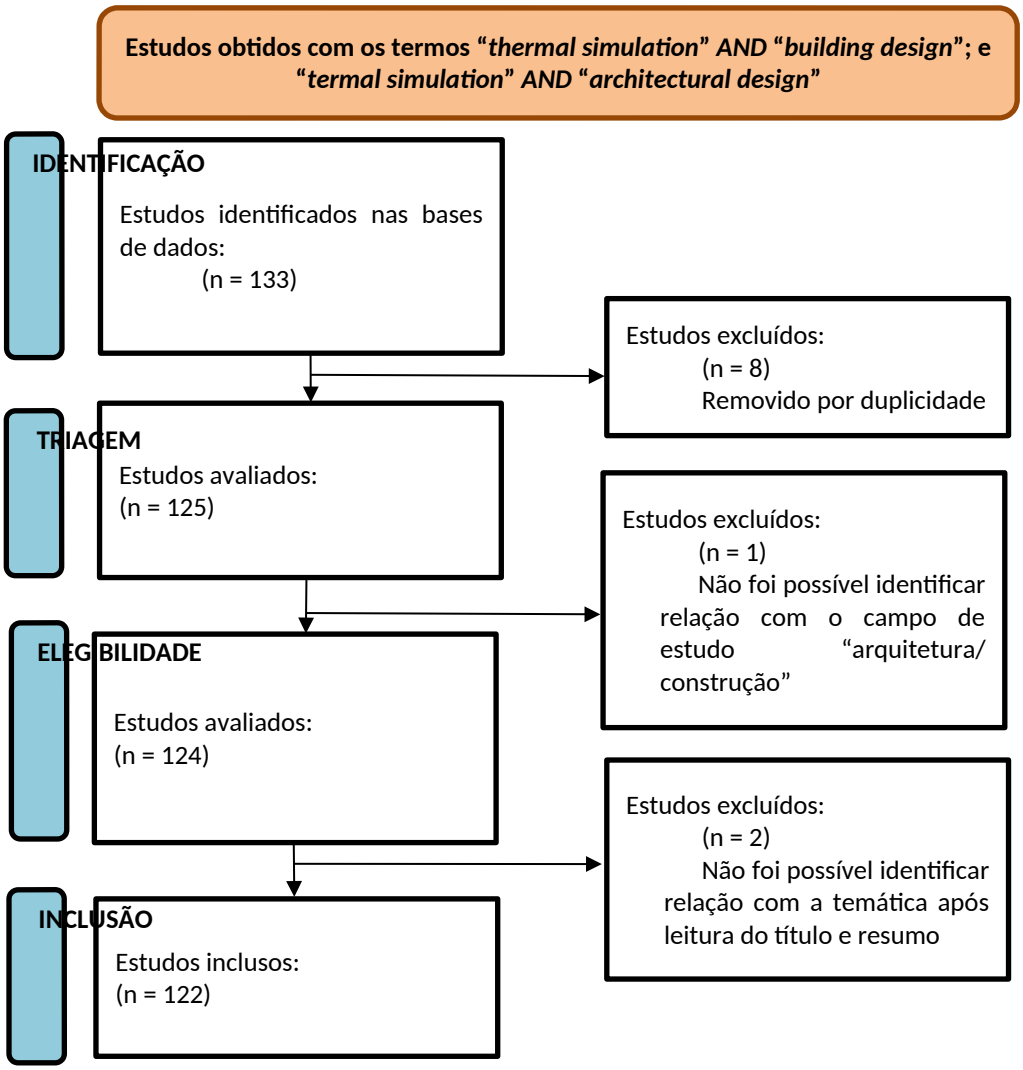
que nortearam o andamento da pesquisa: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão.

Inicialmente foi definida a estrutura conceitual da revisão de literatura, estabelecendo o tema que seria abordado: simulações de desempenho térmico nas edificações. A partir disso, foi definida a questão de pesquisa: Como se deu a evolução do tema das simulações de desempenho térmico nas edificações ao longo do tempo nos estudos acadêmicos?

Com base na questão formulada, foi realizada uma busca em dezembro de 2025 no Portal de Periódicos CAPES, efetuando uma pesquisa de artigos de periódicos, considerando duas *strings* de pesquisa distintas relacionadas ao tema em questão: "*thermal simulation*" *AND* "*building design*"; e "*thermal simulation*" *AND* "*architectural design*". Durante o processo, não foi definido um recorte temporal, visto que a intenção era observar o estado da arte em função da temporalidade.

Como resultado, foram coletados 133 artigos no total, incluindo ambas as buscas. Na etapa de triagem, após eliminar os artigos repetidos entre as duas pesquisas, restaram 125 artigos. Na etapa de elegibilidade, foi excluído um artigo que não estava dentro do campo de estudo "arquitetura/construção", mantendo-se apenas 124 estudos. Para a etapa de inclusão, foram analisados o título e o resumo de todos os artigos, identificando-se 2 que não possuíam relação com a temática, concluindo a revisão com 122 artigos inclusos. Abaixo podemos ver as etapas do protocolo PRISMA aplicadas à revisão de literatura em questão (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma PRISMA para a busca da revisão sistemática de literatura desenvolvida.



Fonte: autoria própria.

Em seguida, foi feita uma análise dos assuntos abordados nos artigos, com base na leitura dos resumos, identificando artigos que se assemelhavam entre si na maneira de abordar o tema. Portanto, para compor essa análise, foram estabelecidas categorias temáticas em que os artigos se incluíam.

Fundamentando-se nisso, os artigos foram selecionados a partir de uma leitura flutuante, que faz "a identificação de material bibliográfico que atenda aos critérios da busca realizada inicia o processo de organização do *corpus* de análise que será trabalhado" [11]. A leitura flutuante é realizada para iniciar a leitura e análise preliminar do *corpus*, para a posterior construção da bibliografia anotada, etapa em que se definem os elementos representativos das categorias a serem analisadas. Assim, após esta análise, identificamos os elementos constituídos por: título, autores, ano de publicação, campo de pesquisa, palavras-chave e as categorias elencadas pelas autoras, que serão apresentadas nos resultados. Assim, partindo da análise dos artigos, estes foram classificados nessas categorias, possibilitando fazer uma investigação com base no período em que esses artigos foram publicados. Foi gerado um gráfico que relaciona o número de publicações, o período em que os estudos foram

publicados e a categoria de assunto à qual pertencem para a análise e definição dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da leitura dos resumos dos artigos encontrados, foram identificados padrões temáticos que deram origem às categorias que nortearam a análise dos artigos. São elas:

a) Metodologia de Projeto de Edifícios: Refere-se ao estudo da metodologia de projeto e/ou da inserção das simulações no processo projetual;
b) Análises de Simulações: Estudos com foco nos resultados das simulações, geralmente são estudos de caso de edifícios ou de estratégias específicas;
c) Teste de Metodologia de Simulação: Testes de metodologia de simulação de desempenho térmico, sem necessariamente focar no processo de projeto;
d) Análise de *Software*: Teste ou análise de algum *software* específico ou teste de interoperabilidade entre diferentes *softwares*.

Abaixo podemos ver a porcentagem de artigos referentes a cada uma das categorias temáticas identificadas (Figura 2).

Figura 3: Gráfico mostrando o número de artigos publicados por período e por categoria, com base na revisão de literatura realizada.

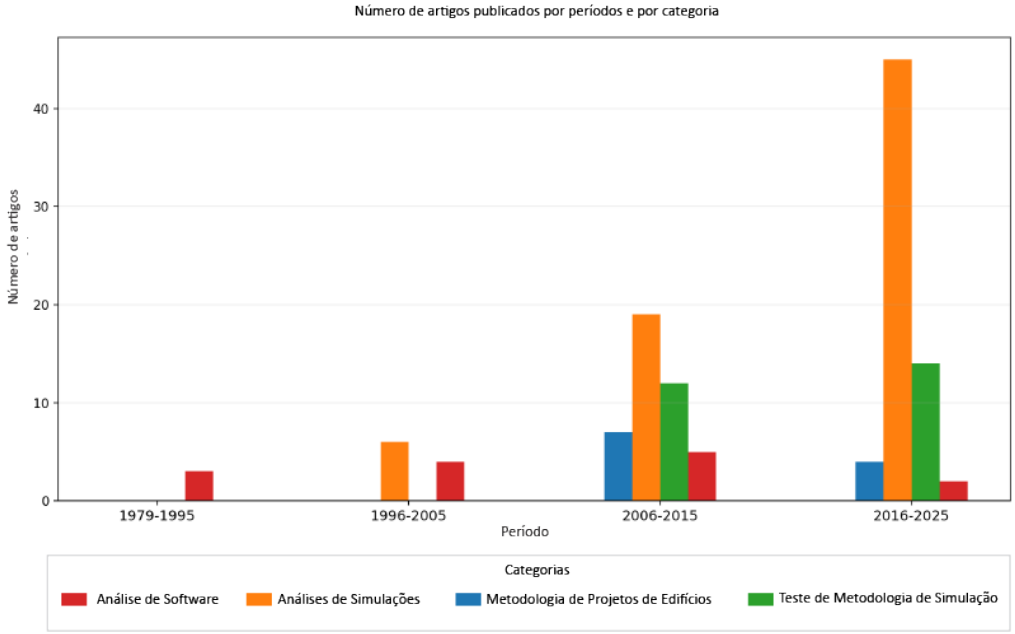


Fonte: autoria própria.

Em seguida, para observar a evolução do tema das simulações de desempenho térmico nas edificações ao longo do tempo nos estudos acadêmicos, foi elaborado o gráfico abaixo (Figura 3). Nele é possível observar o número de artigos em relação ao período

em que foram publicados, classificados nas categorias elaboradas a partir da análise realizada pelo presente trabalho.

Figura 3: Gráfico mostrando o número de artigos publicados por período e por categoria, com base na revisão de literatura realizada.



Fonte: autoria própria.

Partindo da análise do gráfico, pode-se aferir que há estudos abordando o tema desde 1979 e a tendência foi o aumento no número de publicações ao longo dos anos seguintes. Percebe-se também que nos anos iniciais, no período que vai de 1979 a 1995, há apenas a presença de artigos na categoria "Análise de *Software*". Portanto, é possível afirmar que os estudos acerca das simulações computacionais de desempenho térmico nas edificações se iniciam principalmente com a exploração de novos *softwares* de simulação que vinham sendo desenvolvidos nesse período, abordando tanto o desenvolvimento de novas ferramentas quanto testes de programas desenvolvidos nesse período. Os artigos abordam o desenvolvimento de programas como o UWNESOL e o Quick TEMP, que simulam condições de temperatura em ambientes internos.

A presença dessa categoria ao longo dos anos seguintes permanece, apesar de não haver muitos estudos que se enquadram nela, representando somente 9% dos resultados encontrados. O que se percebeu com a leitura dos resumos é que, ao longo do tempo, diversos *softwares* de simulação computacional de desempenho térmico foram sendo desenvolvidos e os estudos envolvendo a criação e o teste de novos programas de simulação deram lugar a estudos envolvendo a interoperabilidade entre programas de modelagem e esses *softwares* de simulação, principalmente utilizando *softwares* como Revit e EnergyPlus, e entre modelos BIM (*Building Information Modeling*) e BEM (*Building Energy Modeling*). São essas análises de interoperabilidade que ainda se mantêm na categoria "Análise de *Software*" nos períodos entre 2006 e 2015 e entre 2016 e 2025.

No período entre 1996 e 2005, percebe-se o início de estudos que analisam os resultados dessas simulações, enquadrados na categoria “Análises de Simulações”, que representam 60% dos estudos encontrados, sendo essa categoria a com a quantidade de artigos mais significativa. Identifica-se um crescimento constante do número de artigos nessa categoria, nos períodos entre 2006 e 2015 e entre 2016 e 2025. Nesses estudos, o uso das ferramentas de simulação computacional de desempenho térmico é um método de análise e eles majoritariamente envolvem estudos de caso de edifícios ou de estratégias bioclimáticas específicas. Isso mostra que a evolução dessas ferramentas permitiu que cada vez mais profissionais pudessem realizar essas simulações para testar diferentes métodos construtivos. Complementarmente, observa-se que há um grande aumento de artigos na última década, entre 2016 e 2025, o que pode significar um crescimento no interesse desses profissionais em estudar e produzir uma arquitetura mais integrada ao contexto climático em que se insere. Observa-se uma vasta utilização do EnergyPlus como programa de simulação computacional de desempenho térmico, mas também se puderam identificar outros *softwares* como o EDSL Tas (*Thermal Analysis Software*) e o TRNSYS (*Transient System Simulation Tool*). Alguns dos artigos que analisam a ventilação como aspecto que influencia o desempenho térmico utilizam programas de análise de dinâmica de fluidos computacional (CFD).

A partir do intervalo que compreende os anos de 2006 a 2015, percebe-se o surgimento de diferentes tipos de estudos, que se enquadram nas demais categorias: “Metodologia de Projetos de Edifícios” e “Teste de Metodologia de Simulação”. Nesse período, iniciam-se estudos acerca dos processos que envolvem tanto o design de edifícios quanto a análise de desempenho térmico por meio de simulações computacionais. O crescimento no número de artigos nessas categorias que abordam uma vertente mais metodológica do tema pode indicar uma maior motivação para entender os procedimentos intrínsecos dos processos que culminam na produção arquitetônica voltada para o desempenho térmico. Alguns dos artigos envolvendo o desenvolvimento de *softwares* utilizam o MATLAB/SIMULINK como ferramenta computacional de implementação do programa.

No que concerne à categoria “Teste de Metodologia de Simulação”, o surgimento de estudos que possuem essa abordagem de testar as metodologias de simulação de desempenho térmico vem como uma forma de verificar a eficácia desses processos, já desenvolvidos em anos anteriores, durante a criação dos *softwares* e a definição de métodos de simulação baseados neles.

Quanto à categoria de “Metodologia de Projetos de Edifícios”, há trabalhos com temáticas relevantes para o desenvolvimento de pesquisas. Como discutido anteriormente, a inserção das simulações computacionais de desempenho térmico no processo de projeto se torna uma necessidade para definir soluções projetuais mais térmicas e energeticamente adequadas. Porém, percebe-se que, apesar de haver estudos acerca do tema nas últimas duas décadas, ainda não há uma produção científica robusta, que compõe somente 9% dos resultados obtidos. São trabalhos que abordam métodos de inserir essas simulações no processo de projeto, mas, como já apontado, existem diversos empecilhos que se colocam como um obstáculo para que

as simulações de desempenho térmico sejam eficientemente relevantes para a tomada de decisões projetuais. Além disso, a categoria apresenta diversos estudos utilizando o *EnergyPlus* como *software* de simulação de desempenho térmico, o que pode servir como base para potenciais investigações acerca da integração desses programas com programas de modelagem da informação (BIM).

Por fim, pôde-se constatar que as abordagens dos estudos variam entre vertentes aplicadas, voltadas para a avaliação de estratégias construtivas específicas utilizando as simulações computacionais de desempenho, e vertentes metodológicas, que investigam como o suporte computacional pode reestruturar o processo de design e qualificar a tomada de decisão projetual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão sistemática de literatura, o presente trabalho identificou padrões temáticos que fundamentaram a investigação sobre a evolução das simulações computacionais de desempenho térmico. Tais evidências permitiram compreender como o tema tem sido incorporado ao processo de projeto ao longo do tempo, revelando as transições entre o foco instrumental, representado pelos estudos de categorias temáticas de vertentes aplicadas, e a prática projetual, representada pelos estudos de vertentes metodológicas.

Observou-se que os esforços iniciais da literatura se concentraram no desenvolvimento e na validação técnica de *softwares*. Em seguida, o foco mudou para a aplicação dessas ferramentas na avaliação de estratégias bioclimáticas, categoria que hoje apresenta o maior volume de publicações. Contudo, embora as simulações tenham se consolidado como método de análise de desempenho, os resultados revelam que sua integração sistemática ao processo de projeto, sob uma perspectiva metodológica, ainda é embrionária.

Assim, evidencia-se a importância de aprofundar estudos sobre essa temática, a fim de buscar um sistema eficaz que possa inserir as simulações de desempenho térmico no processo de projeto. Destaca-se ainda a investigação da utilização de *softwares* BIM, que permitem a integração de todo o processo de projeto arquitetônico e a extração de informações do modelo de construção, em associação a programas de simulação de desempenho térmico de forma eficaz, para que os resultados obtidos possam embasar a tomada de decisões em fases iniciais do processo de projeto.

Essa lacuna aponta para a necessidade de pesquisas que superem a visão da simulação como mera verificação de estratégias e de edifícios, que se dão somente após a sua construção, e permitam sua consolidação como ferramenta de suporte à decisão nas etapas precoces de concepção.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará e às instituições de fomento à pesquisa.

DECLARAÇÃO

As autoras declaram que não fizeram uso de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] FROTTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

[2] OLGYAY, V. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1963.

[3] SACKS, Rafael et al. **BIM handbook**: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. 3. ed. [S.l.]: Standards Information Network, 2018.

[4] OLIVEIRA, Natalia da Silva de. **Automatização da análise do desempenho termo energético das envoltórias de edificações residenciais a partir da integração BIM-VPL**. 2022.231 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade do Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Distrito Federal, 2022.

[5] NASCIMENTO, A. C. da S.; ROCHA, A. P. de A. Aplicação de simulação computacional de desempenho ambiental de edifícios no processo de projeto. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA, 8.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2024, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: FAE, 2024. Disponível em: https://sppaic.fae.edu/sppaic/article/view/256. Acesso em: 15 maio 2025.

[6] VARELA, Marina Montemuro. **Método para integração da ACV ao processo de modelagem da informação da edificação (BIM)**. 2021.126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Porto Alegre, 2021.

[7] BRÍGITTE, Giovanna Tomczinski Novellini. **Integração de desempenho na avaliação de projeto**: **modelo de informação e simulação computacional na etapa de concepção**. 2013. 209 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: 20.500.12733/1621177. Acesso em: 09 mar. 2026.

[8] COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Portal de Periódicos da Capes.** Brasília, DF: CAPES, c2024. Disponível em: https://www-periodicos-capes-gov-br.ez139.periodicos.capes.gov.br/. Acesso em: 5 jul 2026.

[9] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J.A.V. **Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

[10] PAGE, Matthew J. et al . A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 31, n. 2, e2022107, 2022 . Disponível em http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742022000201700&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 17 março 2026. Epub 13-Jul-2022. http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742022000200033.

[11] MOROSINI, Marília Costa; NASCIMENTO, Lorena Machado do; DE NEZ, Egeslaine. Estado de Conhecimento.: **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 8, n. 55, p. 69–81, 2021. Disponível em: https://hdl.handle.net/10923/24919. Acesso em: 05 jul. 2026.